Seminar Nasional Teknik Mesin dan Pameran Poster Penelitian Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

SELASA, 26 MARET 2013

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
Jln. Prof. Dr. G. A. Siwabessy,
Kampus Universitas Indonesia, Depok

PROSIDING

"Penguatan Konversi Energi, Manufaktur dan Material Untuk Mengembangkan Teknologi Ramah Lingkungan"

ISSN 2085-2762

KATA PENGANTAR

Pendidikan tinggi harus selalu mengeksplorasi kemampuan civitas akademiknya untuk memperbaharui pengetahuan, jejaring akademis dan kompetensinya, sehingga lulusannya mampu bersaing di dunia kerja maupun ilmu pengetahuan dan teknologi.

Politeknik Negeri Jakarta adalah salah satu lembaga pendidikan tinggi yang selalu berusaha untuk meningkatkan dan mengembangkan kompetensi civitas akademis di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi terapan.

Kebutuhan energi semakin meningkat, baik untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, industri, transporasi, pertahanan dan militer, dan lebih penting lagi untuk meyakinkan para investor industri bahwa energi penggerak industri tersedia melimpah, dan lain-lain. Selama ini sebagian besar ketersediaan energi dikembangan berbasis energi fosil, minyak bumi, batu bara dan sejenisnya, yang pada akhir-akhir ini jumlah ketersediaanya semakin berkurang dan tidak ramah lingkungan, sehingga biaya energi fosil (khususnya minyak bumi) semakin mahal. Berdasarkan konsepsi tersebut di atas, maka pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terapan untuk eksplorasi dan eksploitasi energi terbarukan yang ramah lingkungan adalah sebuah keharusan.

Terdapat dua aspek utama yang menjadi tantangan dan harapan bagi para akademisi, peneliti dan praktisi industri; ketersediaan energi yang tidak susut, sekaligus ramah lingkungan. Dua aspek ini harus dikembangkan melalui teknologi terapan sedemikian rupa sehingga berdampak positif untuk kesejahteraan bangsa.

Berdasarkan konsep pemikiran di atas, maka civitas akademik Teknik mesin Politeknik Negeri Jakarta bersama peneliti, akademisi dan praktisi industri telah menyelenggarakan seminar untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi terapan energi terbarukan yang ramah lingkungan, dalam bentuk SEMINAR NASIONAL dengan tema:

“PENGUATAN KONVERSI ENERGI, MANUFAKTUR dan MATERIAL UNTUK MENGEMBANGKAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN"

Seminar nasional ini bertujuan untuk: - Menampung, mempublikasikan, berbagi dan bertukar pemikiran, dan mengeksplorasi konsep, desain, teknologi, manajemen dan pemikiran baru dari para akademisi, peneliti dan praktisi industry, sehingga dapat dibangun jejaring kerja sama antara lembaga pendidikan, peneliti dan praktisi industry.

Atas berkat dan rahmat Tuhan Yang Maha Esa, maka seminar yang dimaksud di atas telah berhasil dilaksanakan dengan baik.

Panitia menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia
- PT. Badak NGL
- BPPT

yang telah bersedia menjadi pembicara sebagai nara sumber dan berbagi pengetahuan dalam seminar ini.

Panitia menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para sponsor yang mendukung suksesnya seminar ini dalam bentuk saran maupun dana.

Panitia menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para undangan, pemakalah dan para tamu, baik sebagai dosen dan mahasiswa yang telah ikut hadir berpartisipasi dalam seminar ini.

Panitia juga menyampaikan terima kasih kepada anggota panitia yang mendukung terlaksananya seminar ini.

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta berharap seminar ini dapat dilanjutkan dalam bentuk kerja sama yang lebih konkrit, baik dengan pihak peneliti dan pihak praktisi industry dalam bidang penelitian terapan di masa yang akan datang.

Tidak lupa, panitia juga menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan dalam pelayanan dan pelaksanaan seminar ini.

Semoga seminar ini akan menjadi kegiatan tahunan yang akan melibatkan lebih banyak lagi pihak-pihak yang kompeten dalam bidang teknologi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

Depok, 26 April 2013
Ketua Panitia

Dr. Drs. Agus Edy Pramono, ST. M.Si.

SUSUNAN PANITIA

Pelindung
Abdillah S.E. M.Si. (Direktur Politeknik Negri Jakarta)
Panitia Pengarah
Dr. Drs. A. Tossin Alamsyah,ST.,MT.
Penanggung Jawab
Tatun Hayatun Nufus, M.Si.
Ketua Seminar Nasional Teknik Mesin 2013
Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si.
Tim Reviwer
Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si.
Dr. Dianta Mustofa Kamal, M.T.
Rahmat Subarkah, M.T.
Dr. Aryo Sunar Baskoro, M.T.
Dr. Bambang Sugiyono
Minto Rahayu S.S., M.Si.
Benhur Nainggolan, M.T.
Jannus, M.T.
Muslimin Al-Masta M.T.
Vika Rizkia, M.T.
Dr. Dwi Rahmalina
Keynote Speaker
Ir. Edward Otto Kanter (Direktur HRD PT.TMMIN)
Ir. Teten Hadi Rustendi (Manager PT BADAK NGL)
Dr. Ir. Soni Solistia Wirawan, M.Eng (Kepala Balai Besar Teknologi Energi, B2TE BPPT)
Panitia Pelaksana Kegiatan

Adi Suryanto
Amril
Andi Ulfiana
Ariek Sulistyowati
Budi Prianto
Dewin Purnama
Fuad Zainuri
Gun Gun Ramdlan Gunadi
Haidir Juda
Hasnah Syarif
Indriyani Rebet
Lia Chulyana
Memed Sumantono
Munjili
Nuryanti
R. Grenny Sudarmawan
Selamet Supriyadi
Wardah Hanafiah
Wasiati Sri Wardhani

DAFTAR ISI

Halaman Judul
Kata Pengantar i
Susunan Panitia ii
Daftar Isi iv

Bidang Konversi Energi
Analisis Distribusi Suhu Nanofluida Al_2O_3-Water Di Sub Buluh Segi Empat pada Pwr (*Pressurized Water Reactor*) 1
Adsorpsi Isotermal Hidrogen pada Karbon Aktif Pellet dengan Bahan Pengikat Likuida Lignoselulosa 7
Modifikasi Photovoltaic Thermal (PV/T) dengan Pipa Kalor Berpenampang Pipih untuk Meningkatkan Effisiensi 15
Modifikasi Photovoltaic/Thermal (PV/T) Berbasis Efisiensi Photovoltaic 21
Perancangan Sistem Kendali Pintu Air PLTMH Kincir Air 27
Bidang Manufaktur, Konruksi dan Perawatan
Mesin Penghancur Sampah Kertas dan Pengurai Serat Sampah Organik 33
Rancang Bangun Mesin Pengayak Gradasi Pasir Dengan Tiga Saringan 41
Rancang Bangun Mesin Paket Pemarut dan Pemeras Kelapa 49
Konsep Rancang Bangun Mesin Pengiris Pisang 55
Optimasi Kualitas Geometrik Unjuk Kerja Mesin Gerinda Silindris Tipe HTG 610 65
Rancang Bangun Mesin Penekuk Pipa Kompresi Sistem Multiple Die 73
Rancang Bangun Alat Bantu Pemasangan Ban Mobil 81
Rancang Bangun Rangka Mobil Listrik Shell Eco Marathon 87
Rancang Bangun Mesin Pencacah Tandan Kosong Kelapa Sawit Kapasitas 900 [Kg/Jam] . 93
Rancang Bangun Robot Manual KRI 101
Perhitungan Indek Kompleksitas Fitur Produk Melalui Identifikasi dan Rekognisi Informasi Geometri..... 107
Rancang Bangun Mesin Injeksi Molding Impeller untuk PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro) Berbahan Nylon..... 115
Bidang Material, Elektrical, dan Otomasi
Studi Efisiensi Pemakaian Daya Penggerak Model Buka-Tutup Palang Pintu Berbasis RFID 121
Aplikasi Smart Building dengan Programmable Logic Controller 129
Pemodelan Sistem Kendali Incinerator pada Programmable Logic Controller (PLC)..... 137
Pengaruh Temperatur dan Waktu Proses Anodisasi Puley Aluminium Dalam Larutan H_2SO_4 Encer dan Campuran Larutan (H_2SO_4+$H_2C_2O_4$) Encer..... 143
Pengaruh Temperatur Pembakaran dan Komposisi Sekam Terhadap Porositas Composite Filter 151
Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Sifat Mekanik Material AISI 4140 untuk Komponen *Breaker Tip* 157
Uji Kualitas Fisik dan Uji Kinetika Reaksi Briket Sampah dengan Penambahan Minyak Jelantah 163
Rancang Bangun Alat dan Eksperimen Proses Pembekuan Searah pada Paduan Al-(1-12)%Si 171
Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan Asam Sulfat Terhadap Ketahanan Korosi Hasil Proses Anodisasi Aluminium 177
Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Kecepatan Aliran Air Pada Komposit Filter Keramik yang Mengandung Sekam Padi..... 183
Bidang Humaniora dan Teknologi Informasi

Integrasi Antara Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) dengan Sistem Manajemen Mutu ISO-9001:2008 ……..…… 189
Upaya Peningkatan Mutu dan Kinerja Laboratorium Teknik Konversi Energi …… 197
Peningkatan Keterampilan Berbicara Bahasa Inggris Melalui Teknik Role Play…… 203
Penggunaan Metode Transporasi pada Jaringan Distribusi Barang dalam Rantai Pasokan untuk Mengoptimalkan Hasil ……..…… 209
Kinerja Dosen Dalam Melaksanakan Proses Belajar Mengajar di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta ……..…… 217
Rancangan Sistem Informasi Kinerja Prodi Alat Berat Jurusan Teknik Mesin PNJ…… 223
Perencanaan dan Analisis Sistem Informasi Perkuliahan Jarak Jauh untuk Pendidikan Politeknik ……..…… 231

BIDANG KONVERSI ENERGI

ISSN 2085-2762
Seminar Nasional Teknik Mesin
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Analisis Distribusi Suhu Nanofluida Al_2O_3-Water Di Sub Buluh Segi Empat Pada Pwr (*Pressurized Water Reactor*)

Anwar Ilmar Ramadhan[1]; As Natio Lasman[2]; Anggoro Septilarso[2]
1. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
2. Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia
airamadhan@yahoo.com

Abstrak

Keselamatan merupakan masalah yang sangat diperhatikan dalam proses perancangan, pengoperasian dan pengembangan suatu reaktor nuklir. Oleh sebab itu, metode analisis yang digunakan dalam semua kegiatan tersebut harus teliti dan handal sehingga mampu memprediksi berbagai kondisi pengoperasian reaktor, baik pada kondisi operasi normal maupun pada saat terjadi kecelakaan. Di dalam reaktor nuklir PWR (*Pressurized Water Reactor*) dengan susunan elemen bahan bakar segi empat, dilakukan riset menggunakan nanofluida Al_2O_3-Water sebagai pendingin teras reaktor.

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan pemodelan sub buluh silinder pemanas dengan susunan segi empat pada elemen bahan bakar di teras reaktor nuklir tipe PWR (*Pressurized Water Reactor*) yang diberikan fluida pendingin air (H_2O) dan juga nanofluida Al_2O_3-Water. Sehingga dapat diamati analisis penyebaran distribusi suhu untuk fluida pendingin dan juga di dinding silinder elemen bahan bakar dengan menggunakan simulasi numerik berbasis CFD (*Computational Fluid Dynamics*) Code.

Hasil dari penelitian ini memperlihatkan pola distribusi suhu fluida dari nanofluida Al_2O_3-Water terjadi nilai yang hampir sama antara fluida air ringan (H_2O) dibandingkan dengan Al_2O_3-Water di awal silinder hingga sepanjang silinder elemen bahan bakar, hal ini dipengaruhi oleh sifat-sifat fluida tersebut. Terutama adalah faktor viskositas fluida, dimana nilai viskositas ini berpengaruh terhadap perpindahan panas di sub buluh elemen bahan bakar susunan segi empat. Dan untuk penyebaran distribusi suhu pada dinding silinder elemen bahan bakar dengan susunan sub buluh segi empat terlihat bahwa besarnya nilai suhu nanofluida Al_2O_3-Water dengan komposisi 1% dibandingkan dengan komposisi 2% dan juga 3% ketika diberikan *heat flux* konstan sebesar 2600 W/m^2.

Kata Kunci : *Nanofluida, distribusi suhu, sub buluh, simulasi, reaktor nuklir*

Abstract

Safety is considerable concern in the design, operation and development of a nuclear reactor. Therefore, the method of analysis used activities should be thorough and reliable to predict various reactor operating conditions. In the nuclear reactor PWR (*Pressurized Water Reactor*) with fuel element as array of rectangular elements, in research using nanofluid Al_2O_3-Water as a coolant reactor.

The research method to use modeling subchannel of cylinder with a rectangular arrangement of the fuel elements in a nuclear reactor core type PWR (*Pressurized Water Reactor*) with fluid cooling water (H_2O) and nanofluids of Al_2O_3-Water. It can be observed for the analysis of the distribution of temperature in the cooling fluid and the cylinder wall fuel elements using numerical simulations on CFD (*Computational Fluid Dynamics*) Code.

The results is show the pattern of distribution of temperature nanofluid Al_2O_3-Water occurs value between water (H_2O) and Al_2O_3-Water at cylinder on the fuel elements, it is influenced the properties of the fluids. Main focus is viscosity of the fluid, which affects the viscosity of heat transfer in the fuel element in sub channel. For distribution of temperature in the cylinder wall fuel elements with rectangular arrangement of sub channel is that the value of Al_2O_3-Water nanofluids temperature with a composition of 1% compared with the composition of 2% and also 3% when given constant heat flux of 2600 W/m^2.

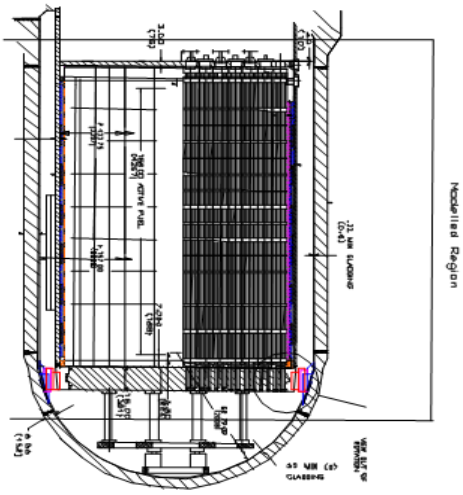
Keywords : *nanofluids, temperature distribution, sub channel, simulation, nuclear reactor*

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Keselamatan merupakan masalah yang sangat diperhatikan dalam proses perancangan, pengoperasian dan pengembangan suatu reaktor nuklir. Oleh sebab itu, metode analisis yang digunakan dalam semua kegiatan tersebut harus teliti dan handal sehingga mampu memprediksi berbagai kondisi pengoperasian reaktor, baik pada kondisi operasi normal maupun pada saat terjadi kecelakaan [1].

Fluida pendingin yang biasa dipergunakan diteras reaktor nuklir PWR susunan sub buluh segi empat adalah fluida air ringan (H_2O). Didalam penelitian ini digunakan nanofluida Al_2O_3-Water sebagai media pengambil panas hasil reaksi fisi nuklir. Tujuannya adalah agar panas yang diambil dan perpindahan panas yang terjadi dapat optimal.
Nanofluida Al_2O_3-Water digunakan karena nanofluida merupakan pencampuran antara nanopartikel Al_2O_3 dengan fluida air (H_2O), dan secara teoritis nanofluida ini memiliki nilai perpindahan panas diatas fluida air biasa. Langkah awal penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi suhu yang terjadi pada nanofluida di susunan elemen bahan bakar susunan segi empat di teras reaktor nuklir tipe PWR [2].



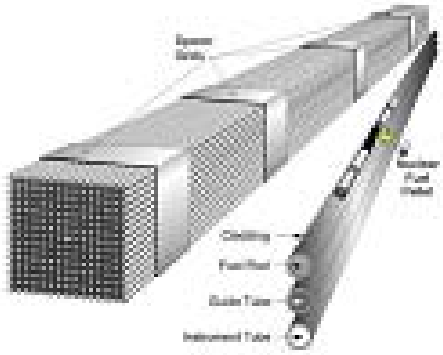
Gambar 1. Tampang lintang teras reaktor nuklir tipe PWR [3]

Dengan menggunakan Gambar 1 diatas, dalam riset ini diteliti dengan menggunakan pemodelan pada susunan elemen bahan bakar reaktor yang tersusun secara segi empat. Sehingga dapat diketahui pola distribusi suhu nanofluida yang terjadi diantara elemen bahan bakar tersebut.

II. EKSPERIMEN

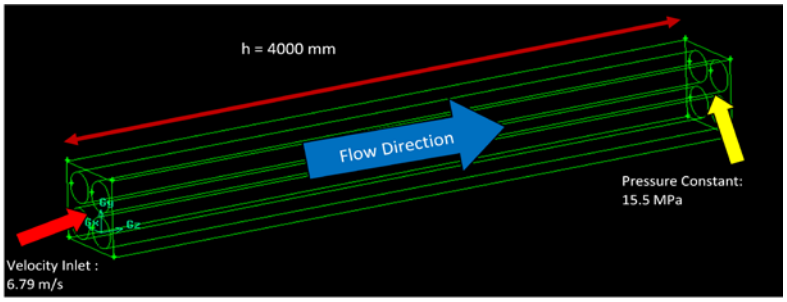
1. Pemodelan Sub Buluh Elemen Bahan Bakar

Pada penelitian ini dilakukan simulasi numerik dengan menggunakan CFD (*Computational Fluid Dynamics*) Code, dimana langkah awalnya adalah melakukan pemodelan dari sub buluh susunan segi empat di teras reaktor PWR dengan menggunakan elemen bahan bakar seperti Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Elemen bahan bakar di PWR [3]

Kemudian berdasarkan Gambar 2, dibuatkan model dengan menggunakan program pemodelan seperti Gambar 3 dibawah ini:

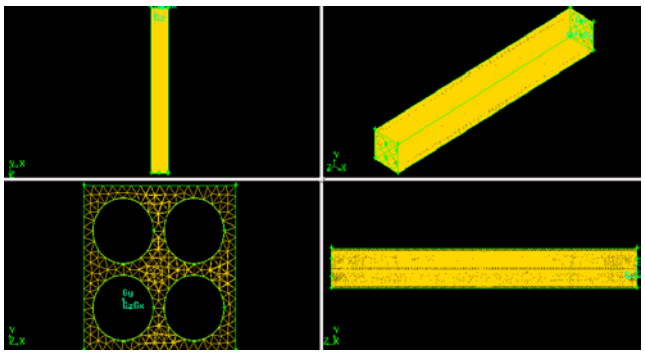


Gambar 3. Pemodelan sub buluh susunan segi empat di teras reaktor PWR

Ukuran dimensi dari model diatas adalah:

a. Diameter (D) elemen bahan bakar : 9.5 mm
b. Tinggi (h) elemen bahan bakar : 4000 mm
c. Pitch (P) antar elemen bahan bakar : 12.65 mm

Kemudian langkah selanjutnya dilakukan mesh pada model, dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4. Hasil mesh dari model sub buluh elemen bahan bakar susunan segi empat

Untuk data desain PWR dan juga kondisi fluida pendingin yang digunakan dalam penelitian ini seperti Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Desain PWR dan kondisi fluida pendingin [4]

Power	Fuel	Coolant
Thermal 3800 MW Electrical 1280 MW	Rod, OD 9.5 mm Rod lattice pitch 12.65 mm	Pressure 15.5 MPa Inlet Temp. 292^{o}C Outlet Temp. 324^{o}C Inlet Velocity 6.79 m/s
Core		
Length 3.81 m Diameter 3.66 m		

2. Simulasi Numerik dengan CFD Code

Menggunakan Tabel 1 untuk kondisi masukkan di dalam simulasi numerik menggunakan persamaan k-ε standard yaitu, Model *k-ε* standard merupakan model semi empiris berbasis model persamaan transport untuk energi kinetik turbulen (k) dan laju disipasi (ε), yang dikembangkan oleh Launder dan Spalding. Energi kinetik turbulen (k) dan laju disipasi (ε), diperoleh dari persamaan transport berikut ini:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k)+\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i)=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu+\frac{\mu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right]+G_k+G_b-\rho\varepsilon-Y_M+S_k \quad (1)$$

Dan,

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\varepsilon)+\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho\varepsilon u_i)=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu+\frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial\varepsilon}{\partial x_j}\right]+C_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k}(G_k+C_{3\varepsilon}G_b)-C_{2\varepsilon}\rho\frac{\varepsilon^2}{k}+S_\varepsilon \quad (2)$$

Pada persamaan tersebut G_k menyatakan pembentukan energi kinetik turbulen dengan gradien kecepatan rerata. G_b adalah terbentuknya energi kinetik turbulen karena gaya apung (*buoyancy*).

Y_m menyatakan kontribusi fluktuasi dilatasi di dalam aliran turbulen tidak mampat terhadap laju disipasi secara keseluruhan.

Sedangkan nilai $C_{1\varepsilon}$, $C_{2\varepsilon}$, $C_{3\varepsilon}$ adalah konstanta, σ_k dan σ_ε masing-masing adalah bilangan turbulen Prandtl untuk *k* dan *ε*. Untuk S_k dan S_ε didefinisikan sebagai suku sumber. $C_{1\varepsilon}$= 1.44, $C_{2\varepsilon}$ = 1.92, $C_{3\varepsilon}$ = 0.09, σ_k = 1.0 dan σ_ε = 1.3. Model *k-ε* standard digunakan untuk bilangan Reynold (Re) yang tinggi.

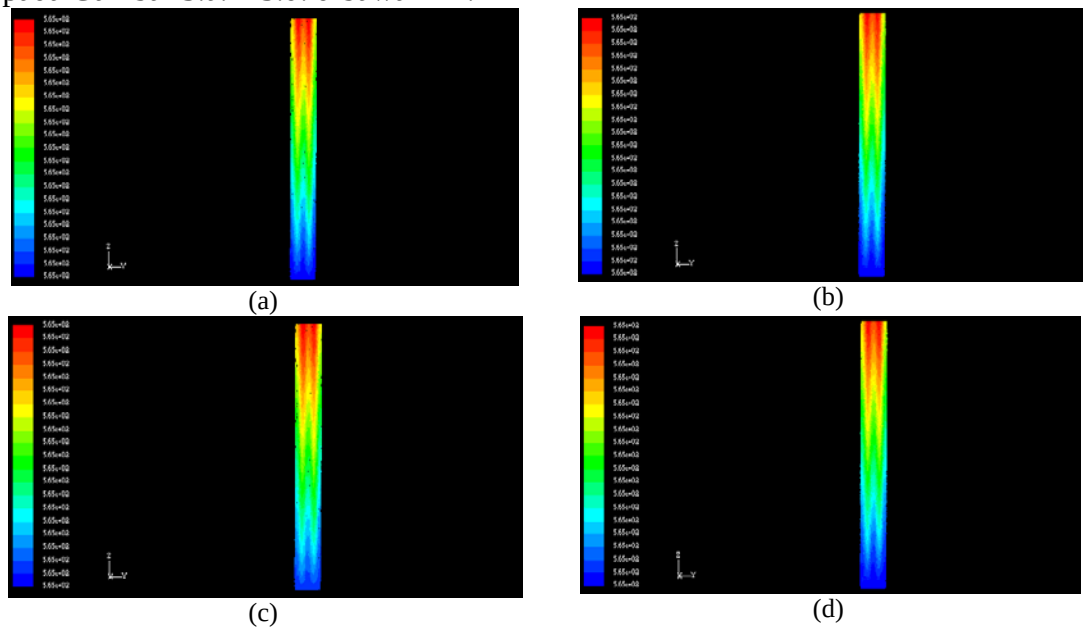
Nanofluida yang digunakan adalah Nanofluida Al_2O_3-Water dengan fraksi volume 1%, 2% dan 3%, sehingga untuk Tabel properties fluida adalah seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat-sifat nanofluida Al_2O_3-Water (1%, 2% dan 3%) [5]

knf (W/mK)	0.620	0.638	0.656
ρnf (kg/m3)	1021.7	1047.7	1073.8
μnf (kg/ms)	8.17×10-4	8.376×10-4	8.576×10-4
Cp,nf (kJ/kgK)	4.149	4.115	4.081

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pemodelan simulasi numerik pada sub buluh elemen bahan bakar dengan susunan segi empat dapat dilihat distribusi suhu pada sumbu z sepanjang elemen bahan bakar tersebut, dapat dilihat pada Gambar 5.a. – 5.d. dibawah ini:

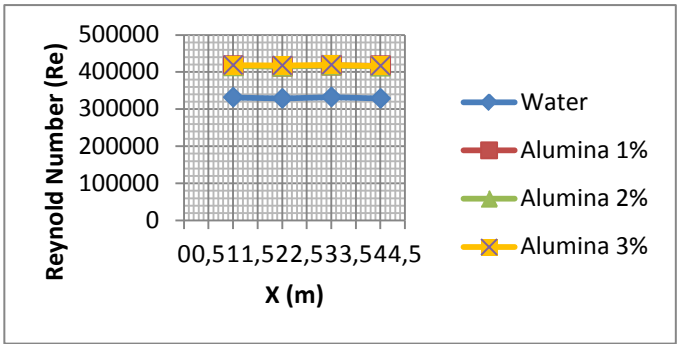


(a) (b) (c) (d)

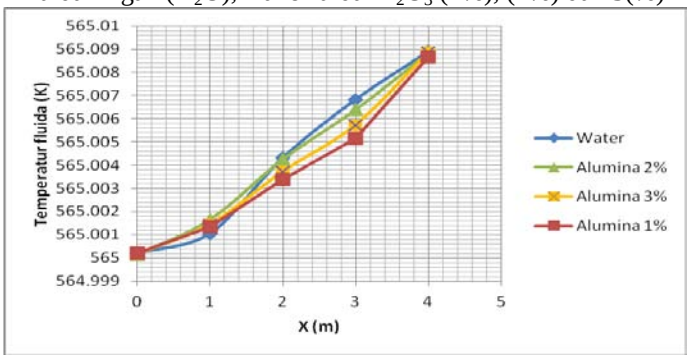
Gambar 5. Distribusi Suhu di sub buluh dengan susunan elemen bahan bakar segi empat menggunakan: (a) fluida air ringan (H_2O); (b) Nanofluida Al_2O_3 (1%); (c) Nanofluida Al_2O_3 (2%); (d) Nanofluida Al_2O_3 (3%)

Pada Gambar 5.a – 5.d., memperlihatkan bahwa temperatur fluida diantara sub buluh elemen bahan bakar dengan susunan segi empat, telah terjadi peningkatan temperatur dari posisi jarak 1 hingga 4 meter. Penaikan suhu ini terjadi 565.00013 hingga 565.00873 K.

Seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 6. yang menunjukkan temperatur fluida secara aksial mengalami penaikan suhu, hal ini disebabkan oleh adanya pola aliran turbulensi (Re > 3292.57), seperti yang terlihat pada Gambar 6, yang masuk mulai dari jarak 1 meter hingga 4 meter yang melewati elemen bahan bakar. Dimana fluks panas dari elemen bahan bakar yang tetap yang sebagian diambil oleh dinding silinder elemen bahan bakar kemudian diteruskan ke fluida pendingin.



Gambar 6. Hubungan Bilangan Reynold (Re) terhadap panjang silinder elemen bahan bakar dengan menggunakan fluida ringan (H_2O), Nanofluida Al_2O_3 (1%), (2%) dan 3(%)

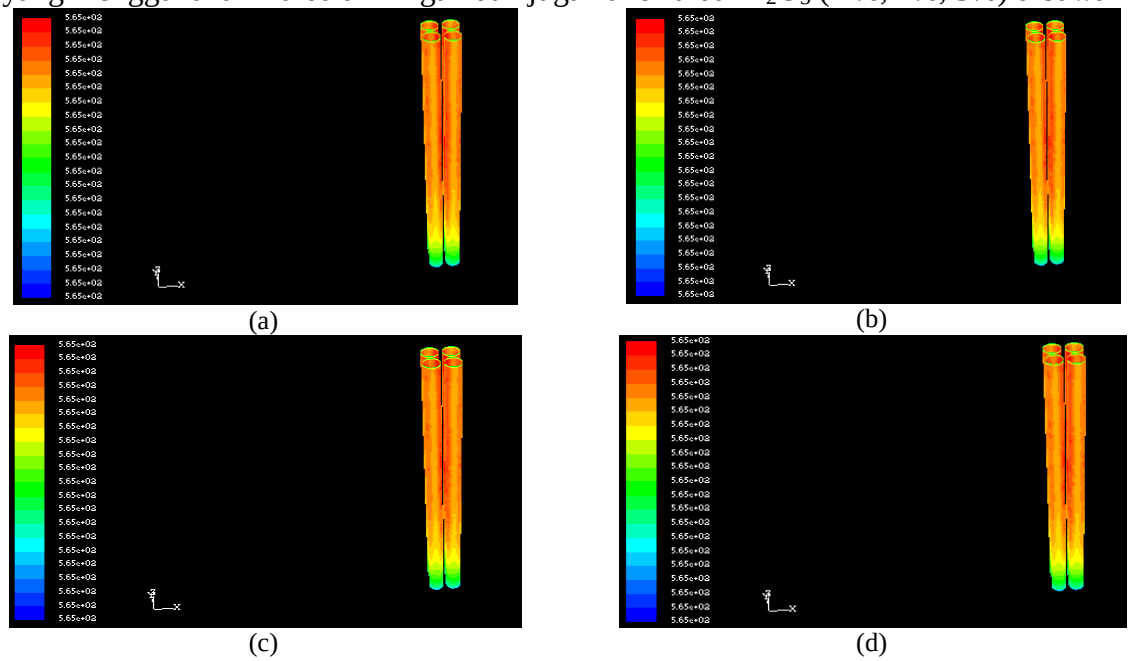


Gambar 7. Hubungan Temperatur fluida di sub buluh elemen bahan bakar susunan segi empat dengan menggunakan fluida ringan (H_2O), Nanofluida Al_2O_3 (1%), (2%) dan 3(%)

Pada Gambar 7 diatas menerangkan bahwa temperatur fluida yang terjadi di sub buluh elemen bahan bakar yang menggunakan fluida pendingin air ringan terlihat lebih besar mengalami peningkatan suhu secara aksial dibandingkan menggunakan nanofluida Al_2O_3 1%, 2%, dan 3%.

Hal ini disebabkan adanya pengaruh dari sifat-sifat fluida itu sendiri, dimana besaran viskositas fluida air ringan lebih besar dibandingkan viskositas nanofluida Alumina 1%, 2% dan 3%. Sehingga temperatur fluida ringan lebih besar ketika diberikan fluks panas, dibandingkan dengan menggunakan nanofluida Al_2O_3 1%, 2%, 3% sebagai fluida pendingin.

Untuk melihat distribusi suhu dinding di silinder elemen bahan bakar dapat dlihat pada Gambar 8.a. – 8.d. yang menggunakan fluida air ringan dan juga nanofluida Al_2O_3 (1 %, 2%, 3%) dibawah ini:



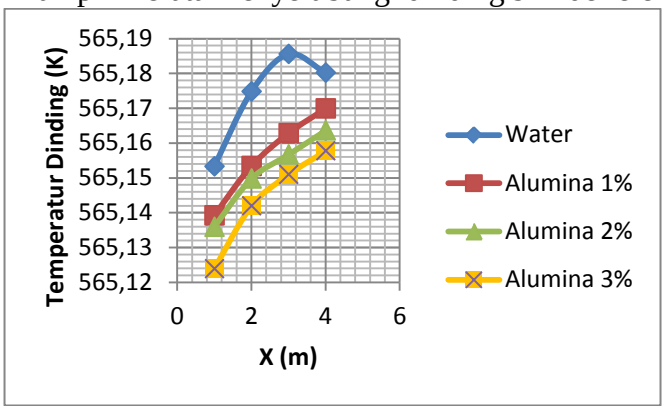
(a) (b)

(c) (d)

Gambar 8. Kontur temperatur di dinding elemen bahan bakar dengan menggunakan: (a) fluida air ringan (H_2O); (b) Nanofluida Al_2O_3 (1%); (c) Nanofluida Al_2O_3 (2%); (d) Nanofluida Al_2O_3 (3%)

Pada Gambar 8.a, memperlihatkan distribusi temperatur dinding yang merata dari paling bawah hingga paling atas (4 meter) silinder elemen bahan bakar dengan menggunakan fluida pendingin air ringan (H_2O). Dan besarnya nilai temperatur dinding secara aksial mulai dari 565.15 K hingga 565.18 K.

Pada Gambar 8.b - 8.d, kontur temperatur dinding silinder elemen bahan bakar yang menggunakan fluida pendinginnya dengan nanofluida Al_2O_3 1%, 2% dan 3%. Pada Gambar tersebut terlihat bahwa panas yang terjadi hampir merata menyelubungi dinding silinder elemen bahan bakar.



Gambar 9. Hubungan Temperatur dinding silinder di sub buluh elemen bahan bakar susunan segi empat dengan menggunakan fluida ringan (H_2O), Nanofluida Al_2O_3 (1%), (2%) dan 3(%)(fluks panas = 2600 W/m^2)

Gambar 9. menjelaskan bahwa terjadi peningkatan suhu dinding secara linier baik untuk fluida pendingin air ringan maupun untuk fluida dengan menggunakan nanofluida Al_2O_3 1%, 2% dan 3%. Hal ini disebabkan karena semakin ke atas suhu fluida semakin panas, sehingga kemampuan fluida untuk mengambil panas dari dinding juga akan semakin berkurang, akibatnya semakin ke atas maka panas dari dinding yang bisa diambil oleh fluida juga berkurang sehingga semakin ke atas suhu dinding semakin panas.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan yaitu:

a. Distribusi suhu pada elemen bahan bakar susunan segi empat pada PWR (*Pressurized Water Reactor*) terlihat bahwa terjadi peningkatan temperatur atau suhu mulai dari 1 meter hingga 4 meter, baik untuk fluida air ringan maupun dengan menggunakan nanofluida Al_2O_3-Water dengan komposisi (1%, 2% dan 3%).
b. Peningkatan distribusi suhu secara sumbu z pada elemen bahan bakar susunan segi empat dipengaruhi adanya pola aliran turbulensi ((Re > 3292.57), dimana fluks panas dari elemen bahan bakar yang tetap (2600 W/m^2) yang sebagian diambil oleh dinding silinder elemen bahan bakar kemudian diteruskan ke fluida pendingin. Dan juga faktor dari viskositas masing-masing fluida yang berbeda, dimana viskositas dari nanofluida Al_2O_3-Water 3 % memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan Al_2O_3-Water 2%, 1% dan fluida air ringan.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] E. Umar, 2007, ***Studi Termohidrolik Pada Reaktor Nuklir-Penelitian Berbahan Bakar Silinder***, Disertasi Teknik Mesin, ITB, Bandung
[2] Ramadhan, A.I, 2012, ***Analisis Perpindahan Panas Fluida Pendingin Nanofluida Di Teras Reaktor Air Tekan (Pressurized Water Reactor) Dengan CFD Code***, Tesis Program Magister, Universitas Pancasila, Jakarta
[3] Anonymous, 2003, The Westinghouse AP1000 Advanced Nuclear Plant: Plant Description, Westinghouse Electric Co., LLC
[4] Nematollahi, dkk, 2011, The Analysis of Fuel Assembly Spacer Grids on Heat Transfer Parameters in a Typical PWR, Shiraz University, Iran
[5] Pandey, A.K., 2011, ***A Computational Fluid Dynamics Study of Fluid Flow and Heat Transfer in a Micro Channel***, Tesis Program Magister, National Institute of Technology Rourkela, India

Adsorpsi Isotermal Hidrogen pada Karbon Aktif Pellet dengan Bahan Pengikat Likuida Lignoselulosa

Jauhari Ali
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Depok 16422, Indonesia
cipe55@yahoo.com

Abstrak

Adsorben dengan prosentase mikropori yang lebih besar jika dibandingkan makropori dan mesoporinya, maka kemampuan adsorpsinya diharapkan akan meningkat. Cara yang dilakukan untuk itu adalah dengan membuatnya menjadi partikel berukuran nano melalui proses ball-milling dan selanjutnya dibentuk menjadi padatan (pellet) melalui penekanan mekanis dengan penambahan likuida lignoselulosa sebagai pengikat.

Pencampuran antara likuida lignoselulosa dan serbuk patikel nano untuk membentuk pellet karbon aktif sangat cocok digunakan dengan perbandingan massa 3:4, karena setelah dilakukan proses reaktivasi selama 1 jam, bentuk pellet karbon aktif tetap stabil.

Adsorpsi hidrogen oleh karbon aktif tersebut diketahui melalui pengujian mengunakan metode volumetrik dengan variasi temperatur isotermal -5^{0}C dan 35^{0}C serta tekanan sampai dengan 4 MPa, masing-masing terhadap karbon aktif bentuk granular (as received) dan pellet reaktivasi 1jam. Kapasitas adsorpsi karbon aktif berbentuk pellet yang diperoleh dari penelitian ini ternyata lebih baik dibandingkan karbon aktif bentuk granular, hal tersebut dikarenakan setelah dilakukan reaktivasi terjadi peningkatan gaya elektrostatik antar molekul dan kandungan unsur karbon (C) serta pengurangan unsur pengotor dalam karbon aktif bentuk pellet. Kapasitas penyerapan (adsorpsi) gas hidrogen oleh karbon aktif berbentuk pellet dengan reaktivasi selama 1 jam dibandingkan karbon aktif bentuk granular, mengalami peningkatan sebesar 14% pada temperatur -5^{o}C tekanan 3854.83 kPa dan 23% pada temperatur 35^{o}C tekanan 3882.04 kPa.

Data adsorpsi isotermal yang diperoleh dikorelasikan terhadap model persamaan Langmuir-Freundlich yang memiliki deviasi terkecil yaitu 7,10% untuk karbon aktif granular dan 5,55% untuk pellet reaktivasi 1 jam.

Kata Kunci : Adsorpsi, likuida lignoselulosa, karbon aktif pellet.

Abstract

The adsorbent with percentage of micropore is higher than its macropori and mesopori, the adsorption capacity is also expected to increase. It is done by making nano-sized particles through ball-milling process and then formed into pellets through the mechanical suppression with lignocellulosic liquid as a binder. The mixing of lignocellulosic liquid and nano particle to form a pellet activated carbon is suitable with a mass ratio of 3:4, as after 1 hour reactivation process, the form of activated carbon pellets remained stable. Adsorption on activated carbon is known through testing using volumetric method with variation of isothermal temperature -5^{0}C and 35^{0}C and pressures up to 4 MPa, to granular activated carbon (as received) and pellets 1 hour reactivation. The adsorption capacity of the pellet is better than granular activated carbon. It is because after the reactivation process there are an increase in molecules electrostatic forces and the content of carbon element (C) and the reduction of elemental impurities in the pellet activated carbon.

Absorption capacity of hydrogen gas on pellet activated carbon with 1 hour reactivation was compered with granular activated carbon, there is an increase of 14% at a temperature of -5^{o}C and the pressure is 3854.83 kPa or 23% at a temperature of 35°C and the pressure is 3882.04 kPa. The isothermal adsorption datas were correlated to the Langmuir-Freundlich equation model which has the smallest deviation is 7.10% for granular activated carbon and 5.55% for pellets 1 hour reactivation.

Keywords : Adsorption, lignocellulosic liquid, pellet activated carbon

I. PENDAHULUAN

Penelitian berkaitan dengan metode dan material untuk menyimpan hidrogen terus dilakukan, dengan hasil sejauh ini adalah kesimpulan bahwa penyimpanan hidrogen memakai prinsip adsorpsi dengan karbon aktif berbentuk granular sebagai adsorben sangat menjanjikan karena bisa menurunkan tekanan dalam tangki dengan kapasitas penyimpanan yang relatif sama [1]

Setelah penelitian daya adsorpsi hidrogen pada karbon aktif dalam bentuk granular mulai mapan, maka penelitian mulai mengarahkan pada usaha meningkatkan daya adsorspsi dari karbon aktif yang salah satunya dapat dilakukan dengan menjadikan partikelnya berukuran nano [2] sehingga akan lebih banyak memiliki mikropori yang akan meningkatkan kemampuan adsorpsinya. Kemampuan adsorpsi hidrogen oleh karbon aktif dalam bentuk partikel nano akan

meningkat dibandingkan karbon aktif bentuk granular tapi bulk densitasnya masih rendah. Karbon aktif dalam bentuk partikel nano yang diubah menjadi bentuk padatan dengan alat penekan mekanis dan penambahan likuida lignoselulosa sebagai pengikat, diharapkan akan lebih meningkatkan lagi kemampuan adsorpsi hidrogen oleh karbon aktif tersebut karena bulk densitasnya akan meningkat [3].

Penelitian ini akan menghasilkan produk padatan (pellet) karbon aktif yang stabil dengan data kapasitas adsorpsi isotermal sampai 4 MPa dengan menggunakan metode volumetrik pada temperatur isotermal 268 K dan 308 K. Data kapasitas adsorpsi isotermal pada karbon aktif berbentuk pellet selanjutnya akan dibandingkan dengan karbon aktif bentuk granular. Data eksperimen juga akan dikorelasi dengan menggunakan model persamaan Langmuir, Toth dan Langmuir-Freundlich. Masing-masing nilai deviasi untuk ketiga model persamaan tersebut kemudian dipilih model persamaan dengan nilai deviasi yang terkecil untuk digunakan sebagai acuan menentukan panas adsorpsinya.

II. EKSPERIMEN

Ada empat metode pengukuran adsorpsi isotermal, yaitu metode *carier* gas, metode volumetrik, metode gravimetrik dan metode kalorimetrik. Keempat metode pengukuran adsorpsi tersebut telah digunakan di berbagai negara dan telah diakui secara internasional [4]. Metode adsorpsi isotermal yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode volumetrik.

1. Adsorpsi Isotermal Metode Volumetrik.

Dasar pengukuran metode volumetrik adalah tekanan, volume dan temperatur, dimana data diukur saat adsorbat masuk ke tempat diletakkannya adsorben (*adsorption bulb*). Setelah keseimbangan adsorpsi terjadi, jumlah adsorbat yang terserap dihitung dari perubahan tekanan yang terjadi.

Kesetimbangan massa uap adsorbat dalam *charging cell* dan *measuring cell* dapat diasumsikan sebagai berikut: [5]

$$m_{d,mc} = |m_{cc}| - m_{ads} \qquad (1)$$

dengan:

$dm_{d,mc}$ = massa adsorbat di *measuring cell* (kg)

$|m_{cc}|$ = massa adsorbat di *charging cell* (kg)

m_{ads} = massa adsorbat yang diserap adsorben (kg)

Selama proses dari mulai *charging cell* sampai pada *measuring cell* adsorbat tidak bersifat ideal sehingga dibutuhkan parameter Z, dimana Z adalah faktor kompresibilitas, sehingga:

$$|m_{cc}| = \Delta m_{cc} = m_{cc}(t) - m_{vcc}(t+\Delta t)$$

$$= \frac{(p_{cc}(t) - p_{cc}(t+\Delta t)) \cdot V_{cc}}{Z.R_{cc} \cdot T_{cc}} \qquad (2)$$

$$dm_{d,mc} = m_{d,mc}(t+\Delta t) - m_{d,mc}(t)$$

$$= \frac{(p_{mc}(t+\Delta t) - p_{mc}(t)) \cdot V_{mc}}{Z.R_{mc} \cdot T_{mc}} \qquad (3)$$

Persamaan (2) dan (3) disubstitusikan ke dalam persamaan (1), maka didapat:

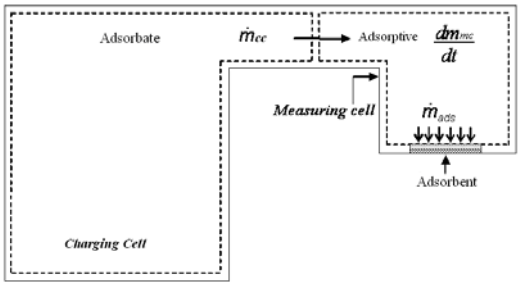
$$m_{ads} = \Delta m_{ads}(t)$$

$$= \frac{(p_{cc}(t) - p_{cc}(t+\Delta t)) \cdot V_{cc}}{Z.R_{cc} \cdot T_{cc}} - \frac{(p_{mc}(t+\Delta t) - p_{mcs}(t)) \cdot V_{mc}}{Z.R_{mc} \cdot T_{mc}}$$

Atau

$$m_{ads} = \rho_{cc}(p,T).V_{cc} - \rho_{mc}(p,T).V_{mc} \qquad (5)$$

Dalam hal ini, ρ_{cc} dan ρ_{mc} adalah massa jenis adsorbat pada tekanan dan temperatur di *charging cell* dan *measuring cell*. Besaran ρ_{cc} dan ρ_{mc} didapat dengan menggunakan *software* REFPROP Versi 8.



Gambar 1. Skema Keseimbangan Massa dan Proses Penyerapan

2. Bahan.

Hidrogen yang digunakan adalah hidrogen *ultra high purity* dengan kemurnian 99,9%. Adsorben yang digunakan pada penelitian adalah karbon aktif berbentuk pellet dengan bahan baku karbon aktif granular berbahan dasar batu bara yang diproduksi melalui beberapa tahap berikut ini.

Tahap pertama adalah pembuatan partikel nano karbon aktif. Karbon aktif dalam bentuk granular dihaluskan lebih dahulu menggunakan *ball mill machine*. Selanjutnya dilakukan pengayakan secara manual dengan menggunakan saringan dengan ukuran mesh 400. Kemudian partikel karbon aktif ini mengalami penghalusan lebih lanjut dengan cara diproses dalam mesin *planettary ball mill* selama 30 jam. Sehingga diharapkan partikel karbon aktif yang dihasilkan sudah berukuran nano.

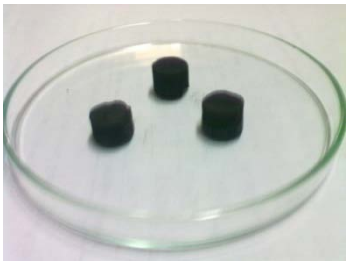
Tahap kedua adalah pembuatan likuida lignoselulosa sebagai pengikat padatan nano karbon aktif. Pembuatan likuida ini menggunakan bahan baku berupa partikel kayu jati berukuran 40 mesh.

Tahap ketiga adalah pencampuran serbuk nano karbon aktif dengan likuida lignoselulosa. Perbandingan antara likuida lignoselulosa sebagai pengikat dan serbuk nano karbon aktif berdasarkan persen massa yaitu 3:4 lalu diaduk hingga tercampur merata.

Tahap keempat adalah pencetakan campuran likuida lignoselulosa dan partikel nano karbon aktif. Pencetakan atau proses kompaksi dilakukan dengan menggunakan alat cetak seperti Gambar 2. Pellet yang dihasilkan berukuran sekitar diameter 12 mm dan tinggi 10 mm seperti ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 2. Alat Cetak Pellet



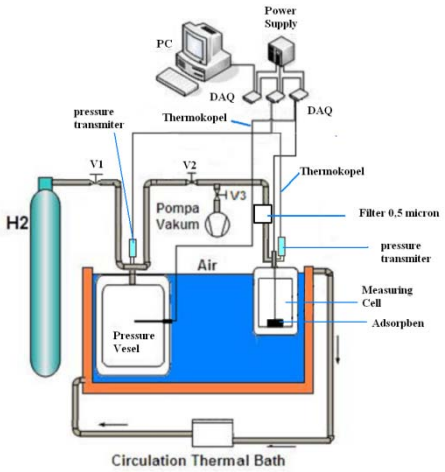
Gambar 3. Pellet

Tahap kelima adalah reaktifasi terhadap padatan (pellet) partikel nano karbon aktif yang dihasilkan. Proses reaktivasi dilakukan menggunakan *tube furnace* dengan gas nitrogen sebagai *activated agent* pada temperatur 700^{o}C. Jumlah aliran gas nitrogen yang dialirkan sebanyak 300 cc/menit. Padatan partikel nano karbon aktif tersebut direaktivasi selama 1 jam.

3. Alat Uji Adsorpsi Isotermal.

Alat uji adsorpsi isothermal pada prinsipnya terdiri atas dua buah silinder yaitu silinder pengisian (*charging cell*) dan silinder pengukuran (*measuring cell*) dengan volume masing-masing adalah 1170 ml dan 86,853 ml yang terbuat dari stainless steel 304 (SS 304) . Kedua tabung

tersebut dihubungkan dengan tube stainless steel dimana keduanya terendam dalam fluida yang temperaturnya di kontrol oleh *circulating thermal bath* merek HUBER dengan akurasi 0,1^{o}C. Tekanan pada kedua silinder diukur dengan menggunakan *pressure transmitter* dengan kisaran pengukuran 0-40 bar absolut (merk WIKA) dengan akurasi 0,25%. *Thermocouple* kelas A tipe K digunakan untuk mengukur temperatur adsorbat (gas hidrogen) dan adsorben (karbon aktif). Data tekanan dan temperatur direkam melalui data akuisisi dari National Instrument.
Setelah karbon aktif dimasukkan kedalam *measuring cell* dan antara *measuring cell* dan *charging cell* telah terhubung maka proses awal pengujian adalah proses *degassing*. Proses *degassing* dimaksudkan untuk mengeluarkan seluruh unsur atau zat pengotor (*impurity)* yang kemungkinan teradsorpsi oleh karbon aktif selama penyimpanan. Proses *degassing* berlangsung sampai dengan 8 jam dimana system di vakum dengan pompa vakum satu tingkat ARUKI sampai dengan tekanan mendekati 1 mbar dan selama proses tersebut *measuring cell* dililiti dengan pemanas (*heater*) untuk menjaga temperatur karbon aktif pada kisaran 130–140^{o}C. Gas Helium (He) dimasukkan ke dalam system pada tekanan sampai dengan 7 bar untuk meningkatkan proses pengeluaran zat pengotor pada karbon aktif. Setelah proses *degassing, charging cell* dan *measuring cell* direndam dengan air yang disirkulasikan oleh *Circulating Thermal Bath* HUBER dengan akurasi 0,1^{o} C untuk menjaga agar temperatur pada system konstan pada temperatur tertentu.



Gambar 4. Skema Alat Uji Adsorpsi Isothermal (Awaludin Martin, 2010)

Setelah temperatur pada sistem konstan (isothermal), gas hydrogen (H_2) dimasukan kedalam *charging cell* dimana sebelumnya katup yang menghubungkan antara *charging cell* dan *measuring cell* ditutup. Setelah temperatur pada *charging cell* kembali ke temperatur isothermal katup penghubung tersebut dibuka, proses ini adalah proses awal adsorpsi isothermal. Gas H_2 kembali diisikan pada tekanan berikutnya kedalam *charging cell* setelah temperatur pada *charging cell* kembali pada temperatur semula. Proses tersebut berlangsung sampai dengan tekanan pengisian 40 bar. Proses diatas dilakukan kembali untuk tiap temperatur *isothermal* yang berbeda.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Propertis Karbon Aktif

Melalui pengujian *Brunner Emmet Teller* (BET) diketahui luas permukaan sampel karbon aktif yang digunakan seperti ditunjukkan tabel berikut ini.

Tabel 1. Luas Permukaan Sampel Karbon Aktif

Sampel	LuasPermukaan (m^2/g)
Granular	729,944
Pellet Reaktivasi 1 jam	331,921

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa luas permukaan karbon aktif berbentuk pellet mengalami penurunan jika dibandingkan dengan karbon aktif bentuk granular. Hal ini menunjukkan adanya penutupan sebagian pori karbon aktif akibat penambahan lignoselulosa.

Komposisi material yang menyusun padatan karbon aktif juga memberi pengaruh terhadap kapasitas adsorpsinya, data dari hasil pengujian *Energy Dispersive X- ray Analysis* memperlihatkan adanya peningkatan persentase unsur karbon (C) pada karbon aktif yang telah dikompaksi. Peningkatan unsur karbon tersebut sebagai akibat penggunaan material pengikat likuida lignoselulosa dengan bahan dasar utamanya karbon. Hasil proses reaktifasi terhadap karbon aktif pellet akan menghilangkan unsur P, Cs dan Mn yang ada pada karbon aktif granular. Kehilangan unsur-unsur tersebut dan peningkatan persentase unsur karbon diharapkan berpengaruh pada kapasitas adsorpsi dari adsorben karbon aktif.

Table 2. Unsur Dalam Sampel Karbon Aktif

Unsur	AC-GR	AC-RA 1
	% Elemen	% Elemen
C	9,0	46.93
O	51.43	26.63
Mg	0.3	
Al	14.3	29.12
Si	11.86	10.39
P	1.57	
Si	1.02	2.75
Ca	2.25	1.68
Mn	3.03	
Fe	5.24	2.49

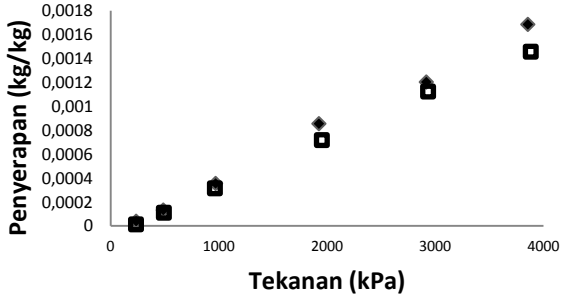
AC-GR : Karbon Aktif Granular, AC-RA 1 : Pellet Reaktifasi 1 jam.

Material lignoselulosa dengan unsur utama karbon terbukti efektif dipakai sebagai pengikat untuk kompaksi karbon aktif karena produk hasil kompaksi setelah direaktifasi tetap memiliki bentuk yang solid.

2. Adsorpsi Isotermal.

Data adsorpsi isotermal hidrogen telah dilakukan pada temperatur -5 dan 35^{o}C (268 dan 308 K) terhadap karbon aktif berbentuk granular dan bentuk padatan (pellet) reaktivasi 1 jam dengan menggunakan metode volumetrik.

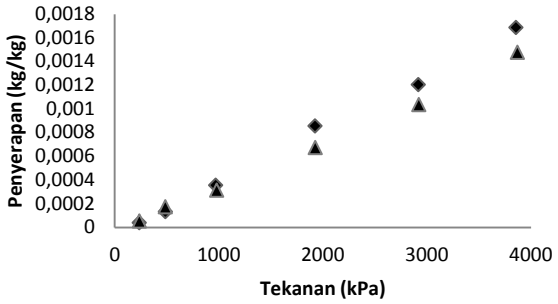
Pada Gambar 5 menjelaskan bahwa kapasitas penyerapan sangat tergantung pada tekanan dan temperatur proses penyerapan. Semakin besar tekanan penyerapan maka kapasitas penyerapan karbon dioksida pada karbon aktif juga akan semakin besar. Kapasitas penyerapan juga sangat dipengaruhi oleh temperatur isotermal proses adsorpsi, semakin rendah temperatur isotermal proses adsorpsi maka kapasitas penyerapan juga semakin besar [6].



Gambar 5. Adsorpsi Isotermal Rata-rata Hidrogen pada Karbon Aktif Bentuk Pellet 1 Jam
Suhu ♦ -5^{0}C, Suhu ◘ 35^{0}C

Kapasitas penyerapan hidrogen pada karbon aktif maksimum adalah pada karbon aktif pellet yang direaktivasi 1 jam, hal tersebut dikarenakan karbon aktif tersebut memiliki kandungan unsur karbon (C) yang lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif bentuk granular seperti terlihat pada Gambar 6. Hal ini berdasarkan penelitian Do, Duong Do., 2008 bahwa unsur terbesar yang

terkandung pada karbon aktif adalah unsur karbon (C) yaitu sebesar 85-95% dan unsur lainnya adalah hidrogen, nitrogen, sulfur dan oksigen [7].



Gambar 6. Komparasi Adsorpsi Isotermal rata-rata Hidrogen pada Temperatur -5^{0}C
▲ Granular, ♦ Pellet Reaktivasi 1 Jam.

Penambahan likuida lignoselulosa dalam proses pembuatan pellet dan setelah dilakukan proses reaktivasi selama 1 jam, disamping mengakibatkan penurunan luas permukaan terjadi juga peningkatan gaya elektrostatik. Adanya gaya elektrostatik akan meningkatkan interaksi antar molekul sehingga penyerapan (adsorpsi) hidrogen oleh karbon aktif pada temperatur ruang dapat ditingkatkan [8]. Penyerapan yang terjadi pada karbon aktif pellet disebabkan oleh gaya elektrostatiknya yang lebih besar dibanding karbon aktif granular walaupun luas permukaannya menurun. Penyebab lainnya adalah akibat meningkatnya persentase kandungan unsur karbon dalam karbon aktif bentuk pellet yang berasal dari zat pengikat likuida lignoselulosa. Pengaruh reaktivasi ternyata menyebabkan peningkatan kapasitas penyerapan. Karbon aktif pellet dengan waktu reaktivasi selama 1 jam memiliki kapasitas penyerapan yang maksimum yaitu sebesar 0.0016873 kg/kg pada temperatur -5^{o}C dan tekanan 3854.83 kPa, meningkat 14% dibanding karbon aktif granular. Kapasitas penyerapan pada 35^{o}C dan tekanan 3882.04 kPa adalah 0.0014588 kg/kg, meningkat 23% dibanding karbon aktif granular.

3. Korelasi Adsorpsi Isotermal.

Model persamaan Langmuir [9], Toth [9] dan Langmuir-Freundlich [9] digunakan untuk merepresentasikan data keseimbangan adsorpsi. Bentuk matematik ketiga model persamaan tersebut adalah sebagai berikut :

Langmuir
$$C_\mu = C_{\mu s}\frac{b.P}{1+b.P} \qquad (6)$$

Toth
$$C_\mu = C_{\mu s}\frac{b.P}{\left[1+(b.P)^t\right]^{1/t}} \qquad (7)$$

Langmuir-Freundlich
$$C_\mu = C_{\mu s}\frac{(b.P)^{1/t}}{1+(b.P)^{1/t}} \qquad (8)$$

C_μ adalah jumlah penyerapan dalam satuan mol per satuan massa atau volume dan $C_{\mu s}$ adalah jumlah penyerapan maksimum dimana permukaan tertutup oleh lapisan monolayer adsorbat secara total , P adalah tekanan adsorpsi dan b adalah konstanta daya tarik menarik antara adsorbat dengan adsorben / konstanta Langmuir. Parameter ini adalah parameter yang menyatakan kekuatan sebuah molekul gas atau adsorbat menempel pada permukaan.

$$b = k\ \exp\left(Q/R_g T\right) \qquad (9)$$

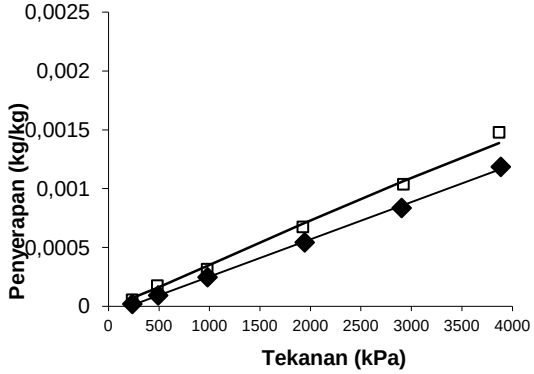
Untuk k adalah konstanta *equilibrium*, Q adalah panas adsorpsi isosterik, Rg adalah konstanta gas (hidrogen), T adalah temperatur isotermal dan t adalah parameter yang mengindikasikan heterogenitas adsorben. Asumsi model Langmuir adalah bahwa permukaan adsorben homogen dimana energi adsorpsi konstan pada seluruh permukaan adsorben. Model ini juga mengasumsikan

bahwa adsorpsi dilokalisasi dan tiap lokasi hanya dapat mengakomodasi satu molekul atau atom [9]. Persamaan isotermal Toth adalah persamaan isotermal yang dapat digunakan pada tekanan rendah maupun tinggi serta asumsi bahwa permukaan adsorben adalah homogen tidak berlaku. Persamaan model Langmuir-Freudlich juga digunakan pada permukaan adsorbent yang heterogen seperti karbon aktif dan juga digunakan untuk tekanan rendah dan tinggi seperti halnya persamaan model Toth, bahkan persamaan Langmuir-Freudlich memiliki pridiksi yang lebih baik pada tekanan tinggi [10]. Penyelesaikan ketiga model persamaan di atas, menggunakan metode iterasi serta melalui bantuan *Software Excel*, dan dari hasil perhitungan didapat deviasi terkecil antara data eksperimen dengan model persamaan adalah model persamaan Langmuir-Freundlich seperti terlihat pada Tabel 3.

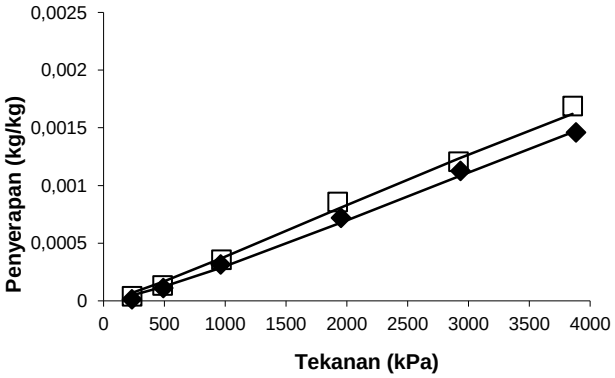
Tabel 3. Nilai Deviasi Setiap Model Persamaan

Sampel	Toth	Langmuir	Langmuir-Freundlich
Pellet 1 jam	7,59	7,59	5,55
Granular	7,24	7,24	7,10

Gambar 8 dan Gambar 9 adalah grafik adsorpsi isotermal hidrogen pada karbon aktif, sementara garis tebal pada grafik tersebut adalah garis regresi dengan persamaan model Langmuir-Freundlich.



Gambar 8. Adsorpsi Isotermal H_2 pada Karbon Aktif Granular; ◆35^{o}C; ◘ -5^o C; Garis Tebal adalah Regresi dengan Persamaan Langmuir-Freundlich



Gambar 9. Adsorpsi Isotermal H_2 pada Karbon Aktif Reaktivasi 1 jam; ◆ 35^{o}C; ◘ -5^o C; Garis Tebal adalah Regresi dengan Persamaan Langmuir-Freundlich

IV. KESIMPULAN

Material likuida lignoselulosa dapat dipakai sebagai bahan pengikat dalam proses pembuatan padatan (pellet) karbon aktif dengan perbandingan massa likuida lignoselulosa dan partikel nano karbon aktif 3:4.

Kapasitas penyerapan (adsorpsi) karbon aktif berbentuk pellet lebih baik dibandingkan karbon aktif bentuk granular, Kapasitas penyerapan (adsorpsi) gas hidrogen oleh karbon aktif berbentuk pellet dengan reaktivasi selama 1 jam dibandingkan karbon aktif bentuk granular, mengalami peningkatan sebesar 14% pada temperatur -5^{o}C tekanan 3854.83 kPa dan 23% pada temperatur 35^{o}C tekanan 3882.04 kPa.

Korelasi yang menghasilkan simpangan terkecil adalah dengan menggunakan persamaan model Langmuir-Freundlich. Nilai simpangan antara data eksperimen adsorpsi isotermal H_2 dengan persamaan model Langmuir-Freundlich adalah 7,10% untuk karbon aktif granular dan 5,55% untuk pellet reaktivasi 1 jam.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] K. Awasthia, R. Kamalakaran, A.K. Singha, O.N. Srivastavaa, "Ball-milled Carbon and Hydrogen Storage", International Journal of Hydrogen Energy, 27 : 425–432; 2002.
[2] K. Shindoa, T. Kondoa, M. Arakawab, Y. Sakuraia, "Hydrogen Adsorption / Desorption Properties of Mechanically Milled Activated Carbon", Journal of Alloys and Compounds, 359 : 267–271; 2003.
[3] K. Inomata, K. Kanazawa, Y. Uribe, H. Hasono, T. Araki, "Natural gas storage in activated carbon pellets without a binder", Carbon, 40, 87-93; 2002.
[4] U. Jurgen, Keller, Erich Robens," Cedric du Fresne von Hohenesche", Stud. Surf. Sci. Catal, 144: 387; 2002.
[5] B. Dawoud, Y. Aristov, "Heat & Mass Transfer", International Journal, 46: 273; 2003.
[6] Awaludin Martin, "Adsorpsi Isotermal Karbon Dioksida dan Metana pada Karbon Aktif Berbahan Dasar Batubara Sub Bituminus Indonesia untuk Pemurnian dan Penyimpanan Gas Alam", Disertasi FTUI, Depok; 2010.
[7] Bansal, Roop Chand, Goyal Meenakshi, "Activated Carbon Adsorption", USA: Taylor & Francis Group; 2005.
[8] Xiang Sun, "Charge Induced Enhancement of Adsorption for Hydrogen Storage Materials", Dissertation, Michigan Technological University; 2009.
[9] Duong Do D, "Adsorption Analysis: Equilibria and Kinetics". Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte; 2008.
[10] Byoung-Uk Choi, Dae-Ki Choi, Young-Whan Lee, Byung-Kwon Lee, "Adsorption Equilibria of Methane, Ethane, Ethylene, Nitrogen and Hydrogen onto Activated Carbon", Journal of Chemical Engineering, 48: 603-607; 2003.

Modifikasi Photovoltaic Thermal (PV/T) dengan Pipa Kalor Berpenampang Pipih untuk Meningkatkan Effisiensi

Muhammad [1];Rachman Kurniawan [1];Rizky Erfiansyah S.W [1];Taufik Adriansyah [1];Rahmat Subarkah [2]

1. Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

2. Dosen Politeknik Negeri Jakarta

taufik_adriansyah@rocketmail.com

Abstrak

Tulisan ini adalah tentang modifikasi pengembangan pemanfaatan energi surya yang dikonversikan dalam bentuk energi listrik. Pemanfaatan energi surya ini efisiensinya masih sangat kecil berkisar 10-15% dan peningkatan suhu pada sel surya juga menurunkan efisiensinya. Karena itu diperlukan pendingin sehingga sel surya tidak mengalami penurunan efisiensi.

Sel surya menyerap sinar photon dari matahari untuk melepaskan elektron yang terdapat pada bahan sel surya. Elektron bebas lalu mengalir ke aki. Radiasi matahari pada sel surya dipantulkan kembali menjadi energi panas sehingga permukaan sel surya menjadi panas. Peningkatan suhu pada permukaan sel surya menurunkan efisiensi dari sel surya.

Modifikasi ini bertujuan untuk menurunkan suhu sel surya. Modifikasi ini menggunakan pipa kalor yang digunakan untuk membuang panas. Pipa kalor yang digunakan dimodifikasi penampangnya menjadi pipih sehingga permukaan sentuh menjadi lebih luas. Permukaan sentuh yang luas akan mempercepat laju perpindahan panas yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi sel surya.

Modifikasi ini dimulai dengan membuat pipa kalor. Pipa tembaga berpenampang pipih yang telah ditutup salah satu ujungnya dimasukan kawat kasa dan air ± 10% dari volume pipa. Kemudian ujung pipa kalor yang lain dipasang katup. Setelah itu pipa divakum dengan menggunakan pompa vakum. Pipa kalor tersebut akan dihubungkan dengan aliran air sehingga panas yang dibawa pipa kalor akan berpindah ke air.

Hasil pemanfaatan pipa kalor untuk membuang panas pada sel surya juga digunakan untuk memanaskan air sebagai media pendingin sehingga suhunya menjadi ± 50^{o}c. Air yang membawa kalor akan ditampung menggunakan thermos besar, sehingga menghasilkan dua output yaitu listrik dan air panas.

Kata kunci : photovoltaic thermal, pipa kalor pipih, sel surya, efisiensi sel surya.

Abstract

This study is about development of modification to get the solar energy which convert into an electricity. The efficiency of solar energy utilization is very low, it is about 10-15% and thermal increase of solar cell is reduce its efficiency. therefore the cooling of solar cell is necessary so it's efficiency does not decline.

Solar cell absorb a photons from the sun to release electrons that are found in the solar cell material. Free electrons then flow into the battery. Solar radiation reflected back into the solar cell so that the heat energy transfer to the surface of the solar cell. thermal increase of solar cell is reduce its efficiency.

This modification aims to reduce the temperature of the solar cells. This modification using heat pipes to remove heat. Heat pipes are used so that the modified cross-section of a flat surface into a touch wider. Broad touch surface will accelerate the rate of heat transfer is expected to increase the efficiency of solar cells.

These modifications began with a heat pipe. flattened copper pipe that had closed one end inserted wire netting and ± 10% water of the volume of the pipe. Then the other end of the heat pipe mounted valves. After that the pipe vacuumed by using a vacuum pump. Heat pipe will be connected to the flow of water so that the heat pipe heat taken and will move into the water.

The benefit of heat pipes will used to dissipate heat in solar cells and also used to heat water as a cooling medium so that its temperature becomes ± 50°C. Water carrying heat will be collected using a large thermos, resulting in two outputs, namely electricity and hot water.

Keywords: thermal photovoltaics, flat heat pipe, solar cells, solar cell efficiency

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Cadangan sumber energi yang berasal dari fosil di seluruh dunia semakin hari semakin menipis, dikarenakan energi tersebut tidak dapat diperbaharui. Sedangkan kebutuhan energi dunia meningkat dari tahun ke tahun, juga ditambah dengan banyaknya desakan untuk melindungi bumi dari

pemanasan global dan polusi lingkungan membuat tuntutan untuk segera mewujudkan teknologi baru bagi sumber energi terbaharukan.

Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan usaha-usaha untuk mencari sumber energi alternatif yang dapat diperbaharukan. Diantara sumber energi terbaharukan yang saat ini banyak dikembangkan seperti energi tenaga air, geothermal, gas alam, tenaga hidrogen, gelombang air laut dan energi matahari- energi matahari/solar merupakan salah satu sumber yang cukup menjanjikan.

Keunggulan dari energi matahari/solar ini dibandingkan dengan sumber energi alternatif lainnya adalah berlimpah dan tidak bersifat polutif, gratis, tidak pernah habis dan dapat dimanfaatkan baik secara langsung maupun tidak langsung serta merupakan sumber energi sepanjang masa. Potensi penggunaan energi matahari ini sudah cukup banyak dimanfaatkan diantaranya untuk penyinaran, pemanas air, pengering hasil pertanian, perikanan, perkembangan tumbuhan, sebagai bahan bakar dan penghasil tenaga listrik.

Pemanfaatan energi surya telah mengembangkan sebuah teknologi yang dikenal dengan istilah photovoltaic, yaitu sebuah teknologi yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Namun permasalahan mendasar pada teknologi ini adalah efisiensi yang rendah, saat ini efisiensi untuk sel surya komersial berkisar antara 5-15% tergantung material penyusunnya [4]. Efisiensi sel surya juga akan mengalami penurunan bila suhu permukaannya semakin tinggi, untuk itu sel surya perlu didinginkan agar suhunya berkurang sehingga efisiensinya meningkat [4].

Sebuah konsep photovoltaic/thermal diajukan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan membuat suatu sistem untuk meningkatkan efisiensi sel surya dengan cara mendinginkan sel surya menggunakan pipa kalor sebagai penghantar panas. Panas yang diserap oleh pipa kalor nantinya akan digunakan untuk memanaskan air. Namun sistem ini masih memiliki kekurangan, pipa kalor yang dipakai memiliki bentuk penampang lingkaran menyebabkan permukaan pipa yang bersentuhan dengan sel surya kecil. Hal tersebut tentu akan mempengaruhi laju perpindahan panas dari sel surya ke air di dalam pipa kalor.

Oleh karena itu kami akan mengubah bentuk penampang pipa kalor menjadi pipih, sehingga luas permukaan pipa kalor yang bersentuhan dengan sel surya akan semakin besar dan laju perpindahan panasnya semakin cepat. Hal ini akan berpengaruh pada efisiensi sel surya tersebut.

2. Dasar Teori

Energi Matahari

Energi surya atau matahari telah dimanfaat di banyak belahan dunia dan jika dieksplotasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama.

Secara umum, energi matahari yang sampai di permukaan bumi sekitar 69% dan yang 31% lainnya dihamburkan dan dipantulkan oleh atmosfer bumi.Dari 69% tersebut, sebesar 3% dipantulakan lagi oleh permukaan bumi ke atmosfer[1]. Jadi hanya 66% dari energi yang dipancarkan matahari yang sampai di permukaan bumi.Dari nilai tersebut, 7,85% dipancarkan melalui sinar ultraviolet, 47,35 dipancarkan oleh cahaya tampak dan 44,85% dipancarkan oleh sinar inframerah[1].

Pada dasarnya energy radiasi yang dipancarkan oleh sinar matahari mempunyai nilai yang tetap (konstan), tetapi karena peredaran bumi mengelilingi matahari berbentuk elips maka besaran konstanta matahari bervariasi antara 1.398 Watt/m^2 dan 1.308 Watt/m^2 [2].

Energy yang dapat diserap oleh bumi besarnya adalah 751 x 10^{15} kWjam, dengan berpedoman pada luas penampang bumi yang menghadap matahari dan yang berputar sepanjang tahun [2]. Indonesia yang merupakan daerah sekitar khatulistiwa dan daerah tropis dengan luas daratan hampir dua juta km^2, dikaruniai penyinaran matahari lebih dari enam jam sehari atau sekitar 2.400 jam dalam setahun[2]. Energi surya di Indonesia mempunyai intensitas antara 0,6-0,7 Kw/m^2 [2].

Photovoltaic

Photovoltaic adalah alat yang dapat mengkonversi cahaya matahari secara langsung untuk diubah menjadi listrik. Kata photovoltaic biasa disingkat dengan PV. Bahan semikonduktor seperti silicon,

gallium arsenide, dan cadmium telluride atau copper indium deselenide biasanya digunakan sebagai bahan bakunya [3].

Photovoltaic/Thermal

Sistem photovoltaic dipakai untuk menghasilkan keluaran listrik pada sel surya. Sistem tersebut akan mengalami penurunan efisiensi apabila suhu pada permukaan sel surya meningkat, maka itu dibutuhkan penyalur kalor agar sel surya tidak menjadi panas. Oleh karena itu dibuatkan saluran penghantar panas dengan menggunakan pipa kalor. Agar panas yang dibuang tidak sia-sia maka panas tersebut digunakan untuk memanaskan air. Sistem ini menghasilkan dua output yaitu energi listrik dan air panas, sistem ini menggabungkan photovoltaic dan penghantar panas (thermal) karena itu system ini disebut photovoltaic/thermal.

Pipa Kalor / Heat Pipe

Heat Pipe adalah sebuah teknologi penghantaran panas dengan menggunakan pipa berukuran tertentu yang berisi cairan khusus sebagai penghantar panas dari ujung yang panas (evaporator) ke ujung lain sebagai pendingin (kondensor). Pipa tersebut biasanya terbuat dari bahan aluminium, tembaga atau tembaga berlapis nikel. Pada bagian dalam pipa terdapat wick sebagai saluran kembalinya fluida menuju evaporator.Heat pipe atau pipa kalor berfungsi memindahkan panas dalam jumlah banyak dengan kondisi suhu relatif konstan.

II. KONSEP DESAIN

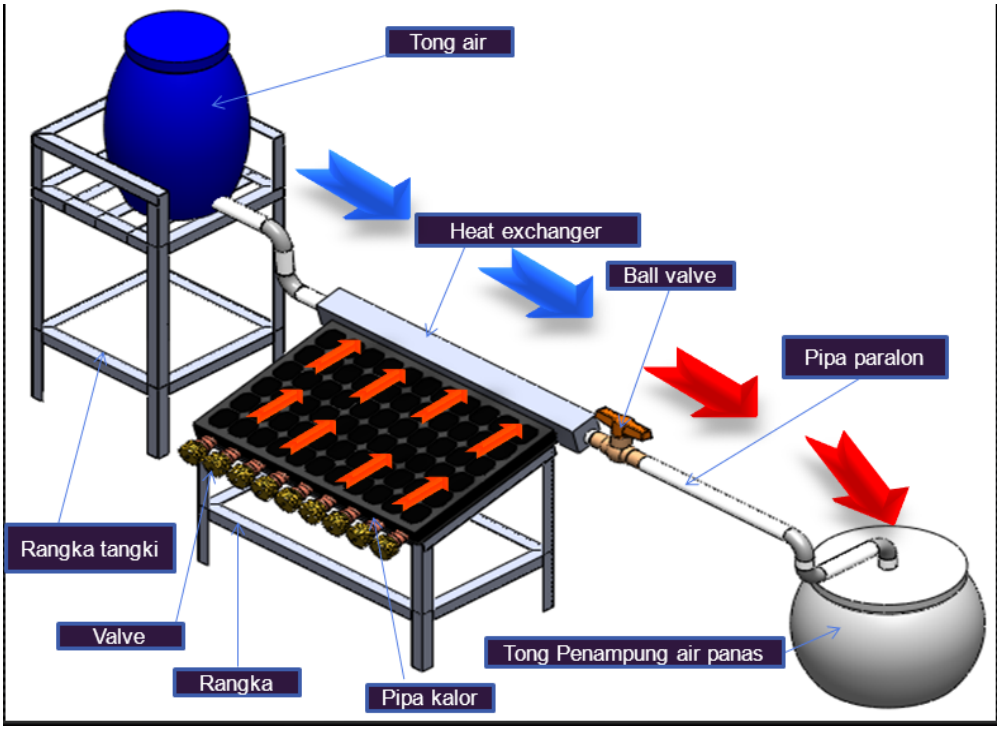
Peralatan photovoltaic thermal dapat dibagi atas tiga unit fungsional, yaitu:

- Panel surya.
- Tangki air.
- Rangkaian pipa kalor.

Panel surya kontak langsung dengan radiasi matahari, kemudian lama kelamaan akan mengalami peningkatan suhu. Panas yang dihasilkan sepanjang proses penyerapan radiasi matahari kemudian ikut terserap oleh dinding dinding pipa kalor yang tepat menempel dibawah panel surya, lalu diteruskan oleh pipa kalor-pipa kalor ini yang didalamnya terdapat air yang berada dalam kondisi vakum.

Pipa-Pipa kalor yang biasanya berpenampang bulat dirubah sedemikan rupa hingga berpenampang pipih, teknik press dilakukan untuk mendapatkan bentuk yang sesuai seperti apa yang diinginkan. Pipa kalor yang digunakan terbuat dari pipa tembaga yang awalnya berukuran seperempat inch kemudian di press hingga mempunyai ukuran tebal ± 3,5 mm dan lebar ± 7 mm. Pipa tembaga yang sudah berpenampang pipih kemudian salah satu ujungnya ditutup dan dilas, lalu dimasukan kawat kasa dan air ± 10% dari volume pipa. Kemudian ujung pipa kalor yang lain dipasang katup. Setelah itu pipa divakum dengan menggunakan pompa vakum. Pipa kalor tersebut akan dihubungkan dengan aliran air sehingga panas yang dibawa pipa kalor akan berpindah ke air.

Keseluruhan pipa kalor berjumlah 32 buah dengan jarak antar titik pusat pipa 20 mm dan masing masing panjangnya 700 mm. Panas yang terserap pipa kalor kemudian diteruskan menuju heat exchanger berupa kotak persegi panjang dan terbuat dari acrylic yang didalamnya diberi sekat sekat berupa plat baja. Panjang Heat exchanger sekitar 850 mm dengan lebar 50 mm, dialiri air dingin langsung dari keran dengan suhu sekitar 30° C.



Gambar 1. Konsep Desain Photovoltaic beserta Heat flow dan water flow

III. ANALISIS DESAIN

1. Suhu Permukaan Sel surya

Dari konsep desain yang telah dibuat diharapkan mampu menurunkan suhu permukaan sel surya lebih baik dari desain pipa kalor sebelumnya. Suhu permukaan sel surya dengan pipa kalor berpenampang pipih akan jauh lebih cepat mengalami penurunan dibanding suhu permukaan sel surya dengan pipa kalor standard yang sudah ada. Hal ini disebabkan karena pada sel surya berpenampang pipih kalor yang diserap sel surya lebih cepat dialirkan menuju heat exchanger karena luas permukaan sentuh yang lebih besar dibanding pipa kalor standard.

2. Suhu Air

Air yang berada dalam pipa-pipa pengalir pada sisi masuk awalnya bersuhu ± 30°C, menerima kalor dari pipa kalor yang memiliki suhu ± 45°C. Air tersebut menerima kalor hingga suhunya diprediksi berubah menjadi ± 50°C. Kenaikan suhu air ini juga menyebabkan massa jenis menjadi lebih kecil sehingga air yang lebih tinggi suhunya bergerak ke bagian atas pipa lalu menuju tangki penampungan air. Sebaliknya air yang bersuhu lebih rendah memiliki massa jenis lebih besar dan akan mengalir ke bawah (lebih rendah). Aliran atau sirkulasi air seperti ini terjadi secara alamiah yang dikenal dengan thermosiphon.

Waktu pengoperasian peralatan photovoltaic selama enam jam pada kondisi cuaca cerah maka diperkirakan akan dihasilkan air panas dengan suhu ± 50°C sebanyak ± 50 liter. Jumlah air sebanyak ini cukup untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

3. Effisiensi

Pada penelitian ini, sel surya yang diberi pipa kalor modifikasi pada permukaan bawahnya diharapkan menghasilkan efisiensi ± 1-5% lebih besar dari sel surya yang tidak diberi pipa kalor ataupun sel surya yang diberi pipa kalor standard .

Sebelum mengetahui berapa nilai daya sesaat yang dihasilkan terlebih dulu harus mengetahui daya yang diterima (daya input), di mana daya tersebut adalah perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area sel surya.

Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari intensitas radiasi matahari matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data nantinya.

4. Panel Surya

Panel surya yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis panel surya 50 watt peak merk shinyoku tipe 20-888, setiap sel nya merupakan silicon monocrystaline yang lebih baik dibanding jenis lainnya yaitu silicon policrystaline perbedaannya terletak pada proses pembuatannya yaitu untuk menghasilkan silikon monocrystalline, didapat dari silikon murni yang dilelehkan kemudian dalam proses pemadatannya dibentuk dengan cara dipancing dengan silikon monocrystalline yang struktur atomnya diketahui, diputar dan diangkat perlahan-lahan menjadi sebuah gelondongan silikon. Gelondongan ini kemudian dipotong tipis-tipis (thin plates) sehingga menjadi wafer monocrystalline photocell.

Sedangkan silikon polycrystalline didapat dengan cara melelehkan silikon dan menuangkannya kedalam bejana sehingga dapat dengan mudah terbentuk wafer silikon. Dengan cara ini silikon murni dapat diubah hampir seluruhnya kebentuk wafer silikon sehingga biayanya menjadi lebih efektif. Sayangnya dengan cara ini selama proses pemadatan materi, struktur kristal yang dibentuk akan menimbulkam cacat kristal pada pinggiran photocell. Sebagai akibat dari cacat kristal ini, solar cell menjadi kurang efisien.

Jenis ini digunakan karena merupakan panel surya yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Tentu saja untuk membandingkan effisiensi dua buah desain photovoltaic maka harus digunakan sel surya dengan jenis dan spesifikasi yang sama pula.

Berikut ini adalah spesifikasi panel surya 50 watt peak merk shinyoku tipe 20-888:

Code : 20-888, Model: Solar Panel 50 W (M), Max Power (Wp): 50 Wp, Max Voltage (Vmp): 17.6 V, Max Current (lmp): 2.85 A, Open Circuit Voltage (Voc): 21.6 V, Short Circuit Current (lsc): 2.98 A, Working Time: 3 Continuous Rainy Days, Dimensi: 835 x 540 x 28 mm, Glass : 830 x 535 mm, Cell : 125 x 125 mm, Weight: 5.5 kg.

5. Pipa Kalor

Material yang digunakan untuk membuat pipa kalor biasanya adalah alumunium atau tembaga yang merupakan penghantar panas yang sangat baik. Pada penelitian kali ini material yang dipilih untuk pipa kalor adalah tembaga karena tembaga memiliki konduktivitas thermal yang lebih baik yaitu sebesar 401 W. $m^{-1}.K^{-1}$ dibanding alumunium yang hanya memiliki konduktivitas thermal sebesar 237 W. $m^{-1}.K^{-1}$.

IV. KESIMPULAN

1. Dari konsep desain penelitian Modifikasi photovoltaic thermal (PV/T) dengan pipa kalor berpenampang pipih ini diharapkan dapat menaikkan effisiensi sel surya sekitar 1-5% dari desain photovoltaic sebelumnya.
2. Alat photovoltaic/thermal ini akan dapat menghasilkan energy listrik dan air panas secara bersamaan.
3. Waktu pengoperasian peralatan photovoltaic selama enam jam pada kondisi cuaca cerah maka diperkirakan akan dihasilkan air panas dengan suhu ± 50°C sebanyak
4. ± 50 liter. Jumlah air sebanyak ini cukup untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Damatik, Asan. “Fisika Energi”, Penerbit Universitas Sanata. Dharma; Yogyakarta : 2007
[2] Daryanto..”Energi Masalah dan Pemanfaatannya Bagi Kehidupan Manusia”. Pustaka Widyatama; Yogyakarta: 2007
[3] Subarkah Rahmat, Belyamin, “Increasing Efficiency of Solar Cells Using Forced Cooling Water”, International Conference on Renewable Energy and Energy Efficiency; Bali, Indonesia : October 2011
[4] Saiful Fathan Azizi dkk, “Pemanas Air Energi Surya Dengan Sel Surya Sebagai Absorber”.Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta ; Jakarta : 2010

Modifikasi Photovoltaic/Thermal (PV/T) Berbasis Efisiensi Photovoltaic

Achmad Subakrie[1]; Rahmat Agi Setiawan[1]; Tri Laksono Prasetyo[1]; Wisnu tri Nurkahfi[1]; Rahmat Subarkah[2]

1. Mahasiswa Tugas Akhir Teknik mesin Politeknik Negeri Jakarta

2. Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

rahmatagi@gmail.com

Abstrak

Modifikasi ini adalah untuk meningkatkan efisiensi photovoltaic dengan menggunakan heat pipe tipe matriks dan heat exchanger. Photovoltaic mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Seringkali efisiensi photovoltaic menurun karena panel sel surya terlalu panas akibat sering terkena sinar matahari. Dengan memanfaatkan heat pipe dan heat exchanger untuk mengurangi panas pada panel sel surya.

Biasanya heat pipe dibuat dari pipa tembaga yang diberi katup dan dimasukkan fluida kedalam pipa sebanyak 10% dan menutup rapat lobang dalam keadaan vakum. Heat pipe ini ditempelkan pada heat exchanger untuk menukar kalor dari heat pipe ke fluida dalam heat exchanger pada pipa lalu memvakum udara yang ada pada pipa agar tidak ada udara dalam pipa serta menurunkan tekanan dalam pipa. Heat pipe ini ditempelkan satu per satu pada panel sel surya. Modifikasi yang kami lakukan membuat heat pipe tipe matriks dengan menyambungkan pipa tembaga hanya dengan satu vakum saja.

Modifikasi ini dapat mengurangi panas pada panel sel surya dan dapat meningkatkan efisiensi photovoltaic. Pemanfaatan efisiensi photovoltaic berkisar 20%-25%. Akibat dari panas pada panel sel surya dapat mengurangi kira-kira 20% efisiensi, dengan modifikasi ini maka efisiensi dapat meningkat sebesar 20% hingga 25% bahkan panas pada panel sel surya dapat dimanfaatkan menjadi air panas dengan menggunakan heat exchanger. Modifikasi ini juga menghasilkan 2 output yaitu listrik dari photovoltaic dan air panas dari heat exchanger.

Kata Kunci: photovoltaic thermal, heat pipe dan heat exchanger

Abstrak

This modification is to increase the efficiency of photovoltaic by using matrix heat pipe type and heat exchanger. Photovoltaic convert sunlight energy into electrical energy. Often photovoltaic efficiency decreases because solar cell too hot result often exposed to sunlight. To reduce the heat on solar cell so heat pipe and heat exchanger be used.

Usually heat pipe made from copper pipe given valve and include the fluid on pipe as much as 10% and hole shut in a vacuum. This heat pipe placed on heat exchanger to exchange heat from heat pipe to fluid on heat exchanger then vacuuming the air in the pipe that there is no air in the pipe and lower the pressure in the pipe. This heat pipe placed one by one on solar cell panel. This modification made matrix heat pipe type by connecting a copper pipe only one vacuum.

This modification can reduce the heat on solar cell panel and can improve the efficiency of photovoltaic. Utilization of photovoltaic efficiency ranges 20%-25%. As a result of the heat on solar cell panel can reduce 20% efficiency, with this modification the efficiency can be increased by 20% to 25% even heat on solar cell panel can harnessed into hot water by using heat exchanger. This modification produce two output, electricity from photovoltaic and hot water from the heat exchanger.

Keywords: thermal photovoltaics, heat pipe and heat exchanger

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Kebutuhan energi dewasa ini semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia. Hal ini menyebabkan adanya indikasi terjadi kerisis energi di dunia. Salah satu penyebab dari krisis energi tersebut adalah masih besarnya tingkat ketergantungan pada sumber energi fosil terutama minyak bumi. Seperti yang kita ketahui bahwa cadangan minyak bumi yang tersedia di bumi ini terbatas. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya diversifikasi energi agar tercipta keseimbangan energi yang baik.

Saat ini di Indonesia sudah dilakukan upaya diversifikasi dengan mulai dikembangkan energi terbarukan antara lain geothermal, biomassa, air, angin, matahari, gelombang dan lain-lain yang masih terbuka pengembangannya. Ada beberapa alasan yang mendasari, antara lain karena persediannya yang tak terbatas, dapat diperbaharui, dan ramah lingkungan.

Beberapa alternatif energi terbarukan tersebut, kendala utama dalam pemanfaatan energi terbarukan adalah teknologi yang dipakai sekarang, efisiensinya masih rendah sehingga energi yang dikonversikan sedikit. Salah satunya alternatif energi photovoltaic yang biasa disebut solar sel.

Keunggulan dari energi matahari/solar ini dibandingkan dengan sumber energi alternatif lainnya adalah berlimpah dan tidak bersifat polutif, gratis, tidak pernah habis dan dapat dimanfaatkan baik secara langsung maupun tidak langsung serta merupakan sumber energi sepanjang masa. Potensi penggunaan energi matahari ini sudah cukup banyak dimanfaatkan diantaranya untuk penyinaran, pemanas air, pengering hasil pertanian, perikanan, perkembangan tumbuhan, sebagai bahan bakar dan penghasil tenaga listrik.

Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian dan mencoba meningkatkan efisiensi yang menggunakan pipa kalor tipe matrix serta sistem hibrida dari karekteristik dalam kinerja photovoltaic thermal yang di kembangkan. Pipa kalor dibuat pipih agar luas permukaan yang menyentuh sel surya akan semakin besar dan laju perpindahan kalor akan semakin cepat. Pipa kalor akan bersentuhan langsung dengan penukar kalor. Hal ini akan berpengaruh dalam meningkatkan efisiensi kinerja photovoltaic thermal.

II. PEMBAHASAN

Photovoltaik adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek photovoltaik.

Prinsip kerja PV adalah ketika ada sebuah foton atau lebih masuk ke dalam sel surya yang terdiri dari lapisan semikonduktor, maka akan menghasilkan pembawa muatan bebas berupa electron dan hole. Foton yang masuk berasal dari radiasi matahari. Jika pembawa muatan dapat mencapai daerah ruang muatan sebelum terjadi rekombinasi, maka akibat oleh medan listrik yang ada akan dipisahkan dan dapat bergerak menuju kontaktor. Jika terdapat kawat penghubung antar kontaktor maka dapat dihasilkan arus.

Sistem photovoltaic dipakai untuk menghasilkan keluaran listrik pada sel surya. Sistem tersebut akan mengalami penurunan efisiensi apabila suhu pada permukaan sel surya meningkat, maka itu dibutuhkan penyalur kalor agar sel surya tidak menjadi panas. Oleh karena itu dibuatkan saluran penghantar panas dengan menggunakan pipa kalor. Agar panas yang dibuang tidak sia-sia maka panas tersebut digunakan untuk memanaskan air. Sistem ini menghasilkan dua output yaitu energi listrik dan air panas, sistem ini menggabungkan photovoltaic dan penghantar panas (thermal) karena itu system ini disebut photovoltaic thermal.

Heat Pipe merupakan perangkat transfer panas yang menggabungkan prinsip-prinsip dari kedua konduktivitas termal dan fase transisi untuk secara efisien mengelola transfer panas antara dua interface yang solid. Komponen utama dari pipa panas meliputi Sebuah vakum ketat, Fluida kerja, Kapiler (Countainer) sumbu struktur dan Wick.

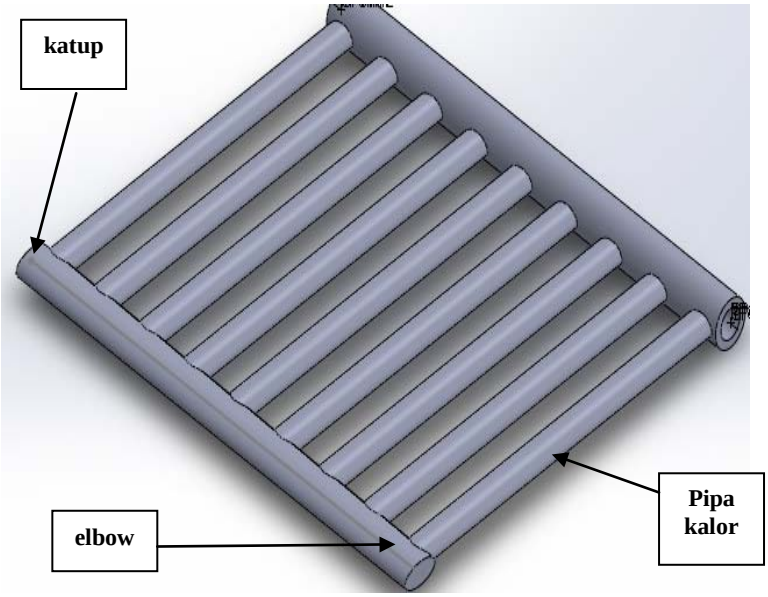
Pengoperasian heat pipa dapat dilihat dari gambar diatas. Pada ujung yang kiri menunjukan panas diserap oleh fluida cair yang kemudian akan berubah menjadi uap. Uap tersebut akan berpindah ke ujung lainnya karena kapilarias. Uap ersebut akan didinginkan dengan heat exchanger berupa air dingin yang akan melewai ujung tersebut. Panas akan keluar terbawa air tersebut. Uap akan berembun menjadi cair lagi dan akan kembali ke ujung yang dikiri melalui wick. Proses akan berulang secara terus menerus.

Alat penukar panas atau Heat Exchanger (HE) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai adalah air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air biasa sebagai air pendingin (cooling water).

III. KONSEP MODIFIKASI

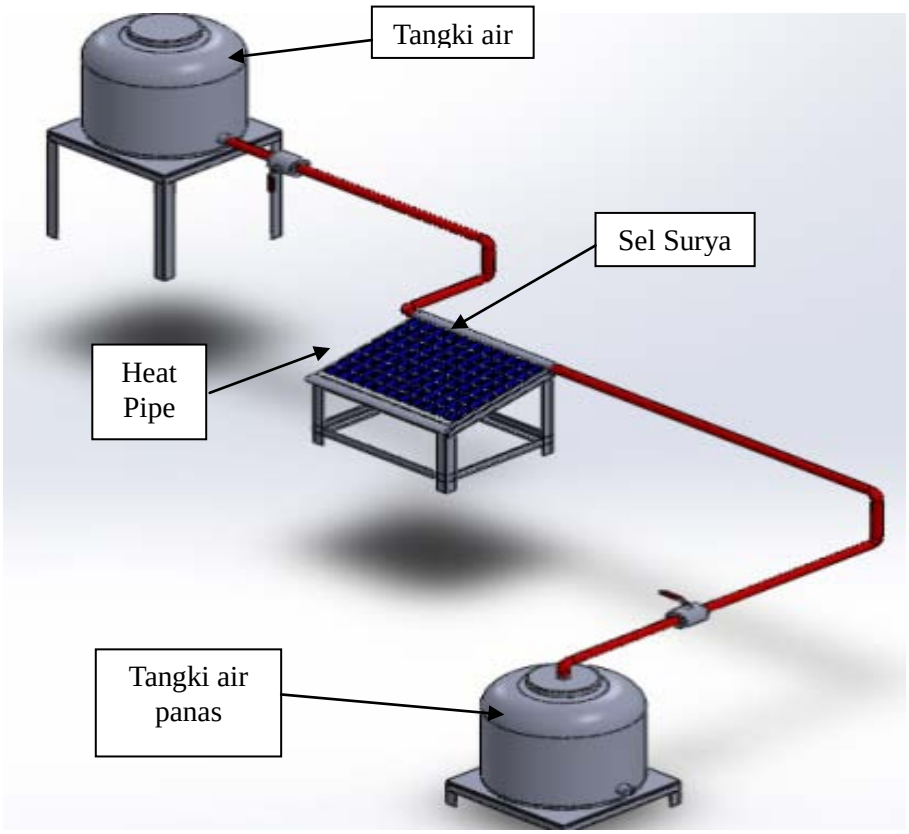
Konsep modifikasi ini menggunakan pipa kalor berpenampang pipih bertipe matriks. Maksud dari pipa kalor berpenampang pipih bertipe matriks adalah penampang pipa kalor yang bulat dibuat pipih seperti berbentuk oval, berbentuk oval dikarenakan agar luas penampang dari pipa kalor lebih luas dibanding luas penampang pipa kalor yang bulat untuk bersentuhan dengan sel surya dalam

memindahkan panas pada permukaan sel surya. Bertipe matriks adalah tipe pipa kalor yang saling menyambung antara pipa kalor yang lain menggunakan elbow dan hanya ada satu katup untuk memvakum pipa kalor tersebut.
Dimensi pipa kalor tersebut berdiameter 0.25 inch berjumlah 25 buah dengan panjang pipa sebesar 70 cm dan jarak antar pipa kalor sebesar 35 mm.



Gambar 1. Pipa kalor berpenampang pipih bertipe matriks

Pipa kalor ini dimasukkan fluida yang berfungsi mentransfer panas pada permukaan kalor dengan syarat pipa kalor tersebut harus vakum agar fluida yang ada di dalam pipa kalor dapat mentransfer panas dengan baik.
Media pendingin sel surya menggunakan heat exchanger atau penukar panas. Ujung salah satu pipa kalor sebesar kurang lebih seperempat panjangnya masuk kedalam penukar kalor sedangkan sisa nya menempel pada permukaan sel surya. Penukar kalor mendinginkan pipa kalor yang mentrasfer panas dari permukaan sel surya. Pipa kalor secara terus menerus mentransfer panas dari permukaan sel surya menuju penukar panas agar permukaan sel surya tidak panas karena terkena sinar matahari terus-menerus.
Penukar panas berisi fluida yaitu air dingin. Air dingin ini mengalir di penukar panas mengaliri pipa kalor yang masuk kedalam penukar panas. Air dingin ini berfungsi untuk mendinginkan pipa kalor tersebut. Karena air dingin ini untuk mendinginkan pipa kalor maka air dingin ini berubah menjadi air panas bersuhu sekitar 40 hingga 50^{o}C.
Jadi, konsep dari modifikasi ini untuk meningkatkan efisiensi output dari sel surya berupa listrik yang akan digunakan pada alat-alat rumah tangga serta output dari penukar panas berupa air panas bersuhu sekitar 40 hingga 50^{o}C.
Maka konsep dari modifikasi photovoltaic thermal sebagai berikut:



Gambar 3. Konsep design photovoltaic thermal

- Keterangan Konsep Design
  - 2 tangki air berkapasitas 5 liter
  - Sel sutya berukuran 85 x 50 x 2 cm
  - Pipa kalor berdiameter 0.25 inch panjang 70 cm yang dipipihkan sebanyak 25 buah dengan jarak antar pipa sebesar 35 mm
  - Heat exchanger dengan panjang 90 cm dan lebar 15 cm
- Analisis Konsep Design
  - Permukaan panel sel surya
    Penurunan efisiensi sel surya dikarenakan permukaan panel sel surya yang panas karena terus-menerus terkena matahari. Panas pada permukaan panel sel surya dapat mencapai 35^{o}C hingga 40^{o}C. Dari konsep desain yang sudah dibuat diharapkan mampu mengurangi panas pada panel sel surya hingga sebesar kurang dari 20^{o}C. Mengurangi panas pada panel sel surya ini menggunakan pipa kalor berpenampang pipoih bertipe matriks.
  - Pipa kalor tipe matriks
    Pipa kalor digunakan untuk mentransfer panas pada panel sel surya ke penukar panas untuk mengurangi panas pada panel sel surya. Bahan pipa kalor yang digunakan adalah tembaga, karena tembaga sebagai konduktor paling baik dibanding bahan-bahan lainnya. Konduktivitas thermal tembaga sebesar 401 W. m-1.K-1 lebih besar dibandingkan alumunium sebesar 237 W. m-1.K-1.
    Penampang pipa kalor dibuat pipih agar luas permukaan yang menyentuh panel lebih besar dibanding yang bulat. Pipa kalor dibuat matriks dengan satu buah katup agar jika ada kesalahan maka dapat diperbaiki dengan mudah. Pipa kalor harus dalam keadaan vakum dan berisi fluida agar dalam menghantar panas dapat lebih cepat.

- Penukar kalor
  Penukar kalor menggunakan fluida yaitu air. Air yang digunakan bersuhu sekitar 25^{o}C hingga 30^{o}C mengalir dan menerima panas dari pipa kalor yang bersuhu 40^{o}C. Karena air menerima kalor dari pipa kalor maka uhu air diperkirakan berubah mencapai suhu 50^{o}C. Kenaikan suhu air ini juga menyebabkan massa jenis menjadi lebih kecil sehingga air yang lebih tinggi suhunya bergerak ke bagian atas pipa lalu menuju tangki penampungan air. Sebaliknya air yang bersuhu lebih rendah memiliki massa jenis lebih besar dan akan mengalir ke bawah (lebih rendah). Aliran atau sirkulasi air seperti ini terjadi secara alamiah yang dikenal dengan thermosiphon.
- Efisiensi dan output
  Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari intensitas radiasi matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data nantinya.
  Pada penelitian ini, efisiensi sel surya yang menggunakan pipa kalor diharapkan meningkatkan efisiensi sebesar 10% dibandingkan efisiensi sel surya yang tidak menggunakan pipa kalor.
  Output dari konsep design ini ada dua input,yaitu listrik yang berasal dari sel surya dan air panas yang berasal dari penukar panas.

IV. KESIMPULAN

a. Modifikasi ini meningkatkan efisiensi output sel surya yang berkurang akibat panas pada permukaan sel surya.
b. Luas penampang pipa kalor mempengaruhi transfer panas dari permukaan sel surya menuju penukar panas.
c. Penukar kalor sangat berpengaruh dalam mendinginkan permukaan sel surya.
d. Alat photovoltaic thermal ini menghasilkan 2 output yaitu energi listrik dari sel surya dan air panas dari penukar kalor.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Yau, Y.H. and Foo, Y.C. 2010. Comparative study on evaporator heat transfer characteristics of revolving heat pipes filled with R134a, R22 and R410A. Kuala Lumpur: Elsevier. Hlm 202-211.
[2] Tsai, Te-En. and Wu, Guan-Wei. 2010. Dynamic test method for determining the thermal performances of heat pipes. Taipei: Elsevier. Hlm 4567-4578.
[3] Saiful Fathan Azizi dkk, "**Pemanas Air Energi Surya Dengan Sel Surya Sebagai Absorber**".Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta ; Jakarta : 2010
[4] Subarkah Rahmat, Belyamin, "**Increasing Efficiency of Solar Cells Using Forced Cooling Water**", International Conference on Renewable Energy and Energy Efficiency; Bali, Indonesia : October 2011
[5] Muchammad, Yohana Eflita," Pengaruh suhu permukaan photovoltaic module 50 watt Terhadap daya keluaran yang dihasilkan" Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro;Semarang

Perancangan Sistem Kendali Pintu Air PLTMH Kincir Air

Gun Gun R Gunadi; Fachruddin; Jusafwar; Adi Syuriadi
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru Universitas Indonesia Depok
gungun.rg@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Penyediaan bahan pangan, energi, dan informasi dengan memadai dan berkelanjutan dapat menjamin kesejahteraan hidup masyarakat. Pada tahun 2011, produksi listrik nasional 6 persen berasal dari tenaga air (PLTA) dan 5 persen berasal dari tenaga panas bumi (geothermal). PLN merencanakan akan meningkatkan penggunaan energi panas bumi menjadi 13 persen dan tenaga air masih 6 persen dari produksi listrik nasional. Sebagian dari ketersediaan energi dipenuhi secara mandiri oleh masyarakat dengan banyak dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang digerakan kincir air sederhana berkapasitas listrik cukup kecil sekitar 100 watt. Padahal daerah tersebut memiliki potensi energi hidro yang cukup melimpah. Selain kapasitas yang dibangkitkan sangat kecil juga konstruksi dan instalasi yang sederhana, sangat mudah rusak karena gangguan alam. Pengembangan sistem PLTMH tipe kincir air dapat meningkatkan efisiesi sistem, proteksi sistem dari gangguan alam, dengan tetap menjaga kemandirian masyarakat dalam pengembangannya. Pengembangan dilakukan dengan tahapan : Analisa Geometri dan Instalasi PLTMH yang Ada, Perancangan Ulang, Pembangunan dan Pengujian PLTMH, Perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH, dan Pelatihan Pengoperasian, Perawatan, Pembangunan PLTMH. Perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH mampu meningkatkan kesetabilan tegangan dan frekwensi listrik yang dihasilkan. Kondisi tersebut dapat meningkatkan keandalan instalasi terutama generator. Semua kegiatan dilakukan bersama antara masyarakat dan tim peneliti, dapat meningkatkan kemampuan bersama untuk pengembangan PLTMH secara mandiri.

Kata-kata kunci : PLTMH, sistem kendali, kincir air, mandiri

Abstract

Provision of food, energy, and information with adequate and sustainable to ensure the welfare of the people life. In 2011, 6 percent of national electricity production supplied by hydropower and 5 percent from geothermal energy. PLN plans to increase the use of geothermal energy to 13 percent and hydropower are still 6 percent of the national electricity production. Most of the energy availability fulfilled independently by people with a lot of built Micro Hydro Power Plant (MHPP) waterwheel type, small enough electricity capacity of about 100 watts. Though the area has considerable potential for abundant hydro energy. In addition to the small capacity also a simple construction and installation, very easily damaged by natural disturbances. Development of MHPP waterwheel type can improve efficiency, protection of natural disturbance, while maintaining the independence of the community. Development is done by stages: Installation and Geometry Analysis of MHP, Re-Design, Development and initial testing, Deign of electric and mechanical protection systems (Governing Valve) MHP, and training. Deign of an electric and mechanical protection systems (Governing Valve) MHPP to increase the voltage and frequency stability. Such conditions can increase the reliability of the generator installation. All activities are carried out between the community and the research team, can improve capabilities for MHP development independently.

Keywords: MHP, control systems, waterwheel, independent

I. PENDAHULUAN

Penyediaan bahan pangan, penyediaan energi, dan penyediaan informasi merupakan pilar masyarakat teknologi. Ketersediaan pasokan ketiga hal tersebut dengan memadai dan berkelanjutan akan menjamin kesejahteraan hidup masyarakat.

Pada tahun 2011, 11 persen dari produksi listrik nasional yang dihasilkan oleh PLN berasal dari energi baru dan terbarukan. 6 persen berasal dari tenaga air (PLTA) dan 5 persen berasal dari tenaga panas bumi (geothermal). PLN merencanakan pada akhir dekade ini akan meningkatkan penggunaan energi panas bumi menjadi 13 persen dan tenaga air masih 6 persen. Dengan demikian total energi terbarukan yang akan dikembangkan sampai akhir dekade ini mencapai 19 persen dari produksi listrik nasional. [1]

Peningkatan penggunaan energi tidak bisa dihindari. Berdasarkan data kementrian ESDM produksi listrik nasional mengalami peningkatan, tahun 2007 mencapai 140.000 GWH, sejalan dengan bertambahnya konsumsi listrik nasional yang mencapai sekitar 120.000 GWh di tahun 2007.

Selama semester I tahun 2010, konsumsi listrik Jawa-Bali tumbuh 10,5%. Realisasi produksi listrik pada semester I-2010 mencapai 83,3 Terra Watt hour (TWH). [2]

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), secara mandiri banyak dibangun masyarakat. Seperti di daerah Kecamatan Pamijahan Kabupaten Bogor Propinsi Jawa Barat, dibangun PLTMH dengan penggerak kincir air sederhana berkapasitas listrik cukup kecil, sekitar 100 watt hanya cukup untuk penerangan rumah saja. Padahal daerah tersebut memiliki potensi energi hidro yang cukup melimpah. Selain kapasitas yang dibangkitkan sangat kecil, juga konstruksi dan instalasi yang sederhana, sangat mudah rusak karena gangguan alam.

Hasil penelitian sebelumnya dalam pembangunan PLTMH di Dusun Wangun Dua, Desa Karang Tengah, Kecamatan Babakan Madang, Kabupaten Bogor, dengan membangun PLTMH jenis Turbin Plump yang cukup modern dengan kapasitas cukup besar, meninggalkan beberapa kendala, diantaranya: karena dikembangkan di indurtri pembuat turbin, menyulitkan masyarakat untuk mengembangkan secara mandiri. Misalkan ketika masarakat pengguna turbin butuh perawatan karena ganguan teknis, menjadi sangat tergantung industri.

Pengembangan Instalasi PLTMH Tipe Kincir Air sudah pernah dilakukan, dengan meningkatkan efisiensi dan penambahan sistem proteksi. Akan tetapi masih memiliki kelemahan disisi pengendalian aliran air, sebagai sumber energi pengerak kincir. Ketika beban penggunaan listrik menurun aliran air masih tetap pada kondisi maksimum. Kondisi tersebut bisa mengakibatkan generator kelebihan masukan energi, yang bisa mengakibatkan *over speed* hingga menurunkan umur atau merusak generator. Sebaliknya ketika beban naik pasokan air tetap, dapat menyebabkan generator kelebihan beban hingga menyebabkan generator terbakar. (SNP2M 2011)

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka perlu dilakukan penelitian Instalasi PLTMH Tipe Kincir Air yang sudah ada dimasyarakat, untuk dikembangkan menjadi PLTMH Tipe Kincir Air yang lebih efisien, memiliki system proteksi dan memiliki sistim kendali pintu air.

Penelitian dilakukan untuk meningkatkan kemutahiran teknologi terapan instalasi PLTMH tipe kincir air yang sudah ada dimasyarakat, menjadi PLTMH Tipe kincir air yang lebih efisien, memiliki system proteksi dan memiliki sistim kendali pada pintu air.

Penelitian ini meningkatkan kapasitas juga keandalan PLTMH Tipe kincir air yang sudah dibuat masyarakat, dengan tetap bisa dikembangkan oleh masyarakat secara mandiri, terutama dari sisi teknis pemeliharaan dan penanggulangana gangguan yang mungkin terjadi, tanpa harus terlalu tergantung industri.

Budaya kemandirian penyediaan energi terutama di daerah yang memiliki potensi energi yang berlimpah seperti di daerah bogor, dapat lebih dipupuk dengan banyaknya penelitian teknologi mesin konversi energi yang lebih membumi dengan potensi yang ada di masyarakat baik teknologi maupun SDM.

II. METODE PENELITIAN

1. Identifikasi Masalah

Jaringan listrik PLN yang belum terhubung di beberapa wilayah masyarakat, mendorong dikembangkannya PLTMH secara mandiri berupa kincir air sederhana dengan generator DC tanpa menggunakan proteksi. Selain kapasitas yang dibangkitkan sangat kecil sekitar 100 watt juga konstruksi dan instalasi yang sederhana, sangat mudah rusak karena gangguan alam seperti: rangka kincir rusak dan atau generator yang terbakar, serta pemeliharaan yang memerlukan pengawasan yang tinggi, dan lainnya. Generator terbakar karena sumber daya berlebih disebabkan air yang tiba-tiba berlebih karena curah hujan yang tinggi, karena sambaran petir, karena kelebihan beban, atau energi sumber berupa aliran air turun.

Secara teknis kondisi tersebut terjadi karena tidak ada sistem proteksi mekanik yang mampu mengatur energi aliran supaya jumlahnya ada pada rentang yang diijinkan dan proteksi elektrik yang mampu melindunggi sistem kelistrikan dari beban berlebih atau beban tiba-tiba. [3]

Pengembangan PLTMH dengan teknologi yang lebih tinggi, baik dari sisi ilmu pengetahuan dan teknologi serta biaya masih menyulitkan bagi masyarakat. Disisi lain penggunaan PLTMH

berteknologi tinggi yang ada, memiliki kendala dalam instalasi, berupa gangguan terhadap irigasi karena membutuhkan ketinggian (head) yang tinggi, yang akan mengganggu produktivitas pertanian.

Atas dasar permasalahan teknis konstruksi, sistim proteksi, peningkatan efisiensi konversi energi, dan sistim kendali pintu air, maka perlu dikembangkan kincir air dan pembangunannya di Kecamatan Pamijahan Kabupaten Bogor dari jenis yang sudah ada dan head yang dibutukan tetap rendah, dengan perbaikan geometri, instalasi serta sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) untuk ditingkatkan kapasitas dan kehandalannya, hinga tetap membuka kemungkinan yang luasi untuk dikembangkan masyarakan secara mandiri dengan mudah dikemudia hari.

2. Pengembangan PLTMH.

Pengembangan PLTMH Tipe kincir air dengan head yang tetap rendah kapasitas dan kehandalan yang meningkat, tahapan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut: Analisa Geometri dan Instalasi PLTMH yang Ada, Perancangan Ulang, Pembangunan dan Pengujian PLTMH, Perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH, dan Pelatihan Pengoperasian, Perawatan, Pembangunan PLTMH.

Nilai efisiensi dan kehandalan yang ada didapat dengan analisa geometi dan instalasi PLTMH yang sudah terpasang di masyarakat. Pengembangan dengan perancangan ulang, perbaikan geometri, instalasi serta perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH dapat meningkatkan efisiensi dan kehandalan sistem. Pembangunan dan pengujian dapat memastikan efisiensi dan kehandalan optimum dapat tercapai dengan memperbaiki kelemahan yang tidak terpantau dalam perancangan awal. Semua kegiatan dilakukan bersama dengan antara masyarakat dapat meningkatkan kemampuan bersama untuk pengembangan PLTMH secara mandiri.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan Ulang, Perbaikan Geometri dan Instalasi PLTMH

Kegiatan pertama yang dilakukan pada pengembangan PLTMH Tipe kincir air dengan *head* yang tetap rendah, kapasitas dan kehandalan yang meningkat seperti pada perencanaan, adalah pemilihan PLTMH Tipe kincir air yang sudah ada dimasyarakat.

Perbaikan yang pernah dilakukan baru sebatas pembuatan bak kontrol, perbaikan geometri kincir air, perbaikan bantalan kincir, pemilihan generator yang sesuai dengan kapasitas energi mekanik yang dihasilkan kincir air dan pemasangan proteksi anti petir dan *Automatic Circuit Breaker*.

Bahan kincir dibuat dari logam hingga bisa dibentuk lebih presisi. Geometri kincir diperbaiki merujuk pada bentuk-bentuk kincir yang setandar tapi dipilih yang paling sederhana supaya dapat dibuat oleh masyarakat setempat dengan mudah, meski tetap mengutamakan kepresisian dan betuk yang *balance* untuk meminimalkan vibrasi pada kincir air.

Pemasangan bantalan tipe *bushing* pada dudukan kayu, sebagai penopang poros kincir air dapat menjaga dan menekan vibrasi yang muncul pada instalasi sebelumnya. Rangka dudukan kincir air dan generator masih dibuat dari kayu karena pertimbangan biaya dan kemudahan bahan baku serta instalasi, dengan tetap menjaga kepresisian kontruksi.

Dari data daya mekanik yang dihasilkan kincir air dipilih generator berkapasitas 3000 watt untuk mengoptimalkan energi mekanik kincir air yang dibangkitkan untuk dikonversikan menjadi energi listrik.

Penambahan sistim proteksi kelistrikan dengan penambahan penangkal petir dan Automatic *Circuit Breaker* untuk melindungi generator dari kelebihan arus karena petir dan kelebihan beban penggunaan listik.

Perancangan yang dilakukan adalah perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (*Governing Valve*) PLTMH.

2. Pembangunan PLTMH

Atas dasar pertimbangan teknis yang tidak memungkinkan penggunaan PLTMH Tipe kincir air yang ada, karena dipergunakan untuk keperluan masyarakat. Kegiatan pertama yang dilakukan pada

pengembangan PLTMH Tipe kincir air dengan head yang tetap rendah kapasitas dan kehandalan yang meningkat seperti pada perencanaan, adalah sebagai berikut:

– Pembangunan bak penampung
  Bak penampung yang dilengkapi bak kontrol dibuat masih cukup sederhana hingga biaya yang dibutuhkan cukup ringan tapi tetap memiliki fungsi yang memadai untuk menghindari potensi kelebihan daya kinetik (over flow) yang bisa merusak kincir dan generator.



Gambar 1 Bak Penampung

– Pemasangan penstock dan kincir
  Pemasangan penstock dan kincir air dibangun cukup sederhana tanpa mengurangi fungsi yangdiharapkan pada perencanaan.



Gambar 2 penstock dan kincir

– Pemasangan generator
  Pemasangan generator berkapasitas 3000 watt dan penambahan proteksi anti petir untuk menghidari generator rusak karena kelebihan arus dari petir yang menyambar instalasi listrik.



Gambar 3 generator

Setelah instalasi PLTMH selesai dibangun dilakukan pengujian kapasitas pembangkitan dan kesetabilan tegangan yang dihasilkan. Hasil pengujian daya yang dibangkitkan baru mencapai 2000 watt dengan tegangan yang cukup stabil selama pengujian awal sampai saat terakhir diuji 3 bulan setelah instalasi.

- Perancangan kontrol aliran
  Perancangan sistim kontrol aliran, menggunakan katup pada pipa penstock. Katup dikendalikan motor listrik, dengan sistem pengaturan PLC, yang mendapat umpan balik dari beban penggunaan. Beban penggunaan terbaca pada generator.
  Perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH dilakukan setelah pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui laju aliran air efektif dan daya yang dibangkitkan genetator, untuk menentukan perbadingan beban dengan laju aliran dalam merancang katup pengatur (governing valve) yang dibuat. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan grafik antara beban dengan laju aliran air, yang akan digunakan sebagai fungsi kalibrasi katup pengatur otomatis yang akan dibuat.

IV. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH dapat meningkatkan kesetabila tegangan dan frekwensi tistrik yang dihasilkan. Kondisi tersebut akan dapat meningkatkan keandalan instalasi terutama generator.

2. Saran

Pengembangan yang sudah dilakukan masih meninggalkan beberapa kekurangan yang masih bisa dikembangkan, antara lain :

- Instalasi sipil yang belum lengkap untuk menjamin kesetabilan pasokan air untuk melindungi instalasi PLTMH.
- Rangka PLTMH yang dibuat dari kayu yang masih bisa ditingkatkan lagi kepresisianya bila dibangun menggunakan beton.
- Pemasangan sistim pengaturan pintu air mendapat umpan balik dari beban yang digunakan bukan dari kecepatan putaran poros turbin menyisakan sedikit kekurang akuratan umpan balik kecepatan putaran poros turbin, sebagai rujukan kesetabilan output listrik.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PPPM PNJ yang telah memberikan bantuan dana dalam melaksanakan Penelitian Unggulan Pengembangan Sistim Kendali Pintu Air PLTMH Kincir Air.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Webesite Alkindo, 2012, "PLN Tingkatkan Produksi Listrik Dari Energi Terbarukan", *http://www.alkindo.org*
[2] Website Kontan, 1012, "Sepanjang 2010, konsumsi listrik nasional meningkat", *http://www.kontan.co.id*
[3] BC Hydro, 2004, "Handbook for Developing MICRO HYDRO In British Columbia", BC Hydro.
[4] Cihanjuang Inti Teknik, 2008, "Company Profile, Bandung".
[5] M. Suhud, 2007 "Mikro Hidro Tanjung Lokang" *http://www.lead.or.id/download/c12/lap/M_Suhud.pdf*
[6] Muhammadiyah Online, 2008, "UM Malang Luncurkan Pembangkit Listrik Mikro Hidro",*http://www.muhammadiyah.or.id/index.php?option=com_content&task=view&id=1054&Itemid=2*
[7] Website Kab.Bogor, 2011, "Sumber Daya Air", *http://www.bogorkab.go.id*

BIDANG MANUFAKTUR, KONRUKSI DAN PERAWATAN

Mesin Penghancur Sampah Kertas dan Pengurai Serat Sampah Organik

Abu DjiznyRawi[1]; Nezatullah Ramadhan[1]; RandikaArpa Denta[1]; SatrioBuwono Wicaksono[1]; MochammadSholeh[2]: Fuad Zainuri[2]

1. MahasiswaTugasAkhirTeknikMesinPoliteknikNegeri Jakarta
2. DosenTeknikMesinPoliteknikNegeri Jakarta

djiznyrawi@rocketmail.com

Abstrak

Studi ini adalah tentang Rancang bangunMesin penghancur sampah kertas dan pengurai serat pelepah pisang, sampah kertas dan pelepah pisang akan didaur ulang menjadi Paper Art dan Handicraft.
Studi dimulai dengan mempelajari mesin blender konvesional yang digunakan oleh pendaur ulang kertas di Jakarta dan bekerjasama dengan pendaur ulang kertas tersebut dalam membantu mengembangkan mesin blender konvensional.
Mesin blender konvensional yang digunakan oleh daur ulang kertas, didapatkan data dengan kapasitas motor listrik1Hp,dan wadah galon air mineral dengan kapasitas volume 15liter. Dalam segi keamanan mesin blender konvesional ini jauh dari aman.
Mesin yang akan dirancang menggunakan motor listrik berkapasitas 1Hp. Mesin ini dapat menghaluskan sampah kertas hingga menjadi bubur kertas, dan mengurai serat pelepah pisangtanpa harus menghancurkan serat-serat seperti yang terjadi pada mesin blender konvensional. Mesin ini menggunakan 2 rol pemecah untuk menghancurkan dan mengurai serat pelepah pisang. Wadah mesin ini berbentuk lintasan, wadah dibuat dengan material stainless steel untuk menghindari korosi yang membuat bubur kertas tercemar. Rol pemecahbawahyang bergerak sedangkan 1 rol pemecahatas hanya bergerak mengikuti rol pemecahbawah.
Mesin yang dibangun mempunyai kapasitas lebih besar, lebih efisien, lebih aman dalam penggunaan dan mempunyai dua fungsi untuk membuat bubur kertas dan mengurai serat. Karena dalam proses membuat Paper Art dan Handicraft dibutuhkan bubur kertas dan serat pelepah pisang yang panjang, maka mesin yang dibuat dapat menghancurkan sampah kertas dan dapat mengurai serat pelepah pisang, yang pada mesin sebelumnya serat-serattidak terurai melainkan hancur karena proses kerja mesin yang tidak sesuai untuk mengurai serat pelepah pisang.

Kata kunci : Mesin penghancur dan pengurai, pelepahpisang, sampahkertas

Abstract

This study is about the design of waste paper pulp and decomposing banana stem fiber machine, waste paper and banana stem will be recycled into Paper Art and Handicraft.
The study begins by studyingconventional blender machine thatused by the paper recycler in Jakarta and working with paper recycler in assisting to develop a conventional blender.
Conventional blender machine, which is used by the recycling of paper,data obtained with the electric motor capacity of 1Hp, and mineral water gallon container withvolume capacity of 15liters. In terms of conventional blender machine security is far from secure.
Machines will be designed using an electric motor withcapacity of 1Hp. This machine can soften up waste paper into pulp, and parse the banana fibers without destroying the fibers as occurs inconventional blender. This machine uses two rollers to crush and parse banana fiber. This machine container shaped trajectory, the container is made with stainless steel material to avoid corrosion which makes pulp contaminated. Rollers-breaking bottom which move while roller-breaking above only moved by following roller-breaking bottom.
The machine will be developed withgreater capacity, more efficient, more secure in use and has two function to make pulp and parse fiber. Because in the process of Paper Art and Handicraft is needed pulp and long banana fiber,so the machine that will built can destroy waste paper anddecompose banana stem fiber, which in previous machine can't decomposedbut destroyed because the machine work process not suitable for banana fiber decomposes.

Keyword : Crushing and decomposing machine, banana stem, waste paper

I. PENDAHULUAN

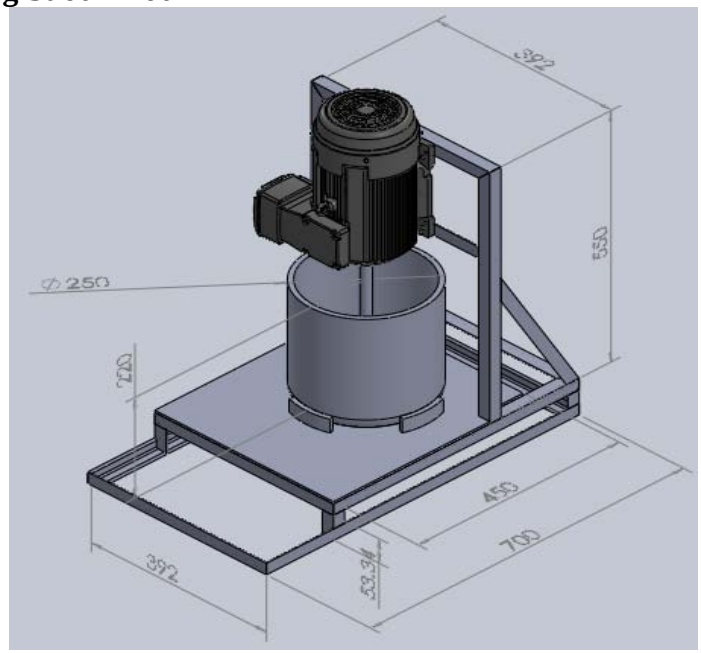
1. LatarBelakang

Kertas adalah salah satu alat yang banyak digunakan didalam kehidupan sehari-hari dan salah satu bagian terpenting dalam dunia pendidikan. Membuat permintaan terhadap penggunaan kertas sangat tinggi, baik kertas ataupun benda yang terbuat dari kertas lainnya. Kertas yang beredar saat ini adalah kertas yang terbuat dari bahan baku kayu maka disetiap harinya jumlah pohon juga berkurang karena penebangan. Untuk mengurai jumlah pemakaian kayu kami mendapatkan

alternatif yaitu dengan mendaur ulang sampah kertas dan sampah organik khususnya pelepah pisang, dan juga sebagai pemanfaatan pohon-pohon pisang yang sudah rubuh.
Peredaran sampah organik ataupun non organik yang ada di Jakarta atau daerah lainnya cukuplah tinggi. Maka kami bisa memanfaatkan sampah tersebut untuk bisa dijadikan suatu barang yang bernilai ekonomi seperti Paper Art dan Handicraft.
Kami mempunyai konsep design mesin yang bisa mendaur ulang sampah kertas dan sampah organik khususnya pelepah pisang untuk dijadikan Paper Art dan Handicraft. Pada proses pembuatan Paper Art dan Handicraft bukan hanya bubur kertas yang baik akan tetapi kami juga membutuhkan serat-serat pelepah pisang. Dengan itu kami mempunyai konsep mesin yang bisa membuat bubur kertas dan mengurai serat pelepah pisang, Dengan konsep menggunakan dua Rol pemecah.

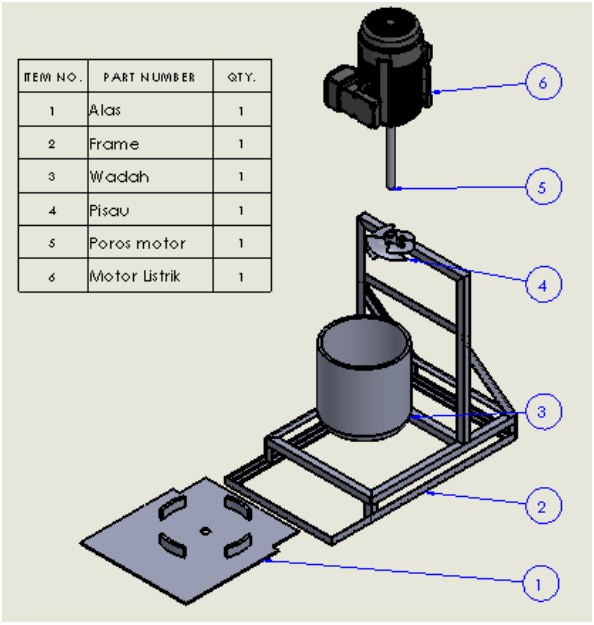
II. EKSPERIMEN

1. Design Mesin Yang Sudah Ada



Gambar1. Mesin blender konvensional

Mesin ini memakai motor listrik dengan kapasitas 1Hp dilengkapi dengan 4 pisau yang dapat membuat bubur kertas, tidak bisa mengurai serat pelepah pisang dengan hasil yang panjang karena mekanisme pada mesin ini tidak sesuai untuk mengurai serat sampah organik.Mesin blender konvensional ini memiliki kapasitas volume 15liter.



Gambar2. Explode Mesin blender konvensional

Mesin blender konvensional terdiri dari komponen :

1. Rangka mesin yang terbuat dari besi profil L.
2. Motor listrik 1Hp.
3. 4 Buah pisau.
4. Poros penghubung pisau ke motor listrik.
5. Wadah berbentuk galon dengan volume 15liter.
6. Kunci pengaman wadah.
7. Mur dan Baut.

Mesin ini terdiri dari satu elemen yaitu :

1. Elemen penghancur denghan cara berputar.

Cara kerja Mesin Blender konvensional

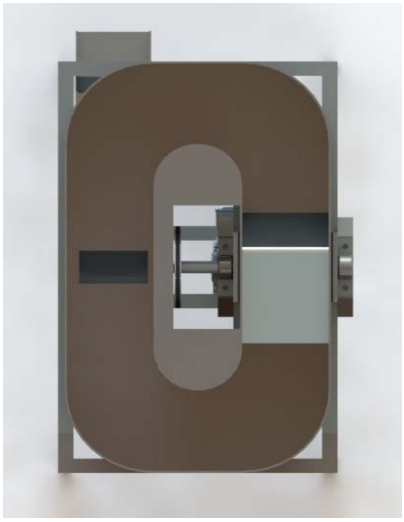
1. Masukan sampah kertas atau pelepah pisang yang dicampur air dengan perbandingan sesuai kebutuhan kedalam wadah.
2. Setelah itu nyalakan motor listrik.
3. Maka pisau akan memutar dan menghancurkan sampah kertas sampai menjadi bubur kertas. Akan tetapi serat-serat pelepah pisang hancur terpotong-potong karena mekanisme yang tidak tepat.
4. Angkat wadah untuk melepaskan alas pengunci.
5. Setelah pengunci terlepas dengan cara digeser maka wadah baru bisa dikeluarkan untuk mempermudah mengambil hasil bubur kertas.

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Design Mesin



Gambar Isometrik



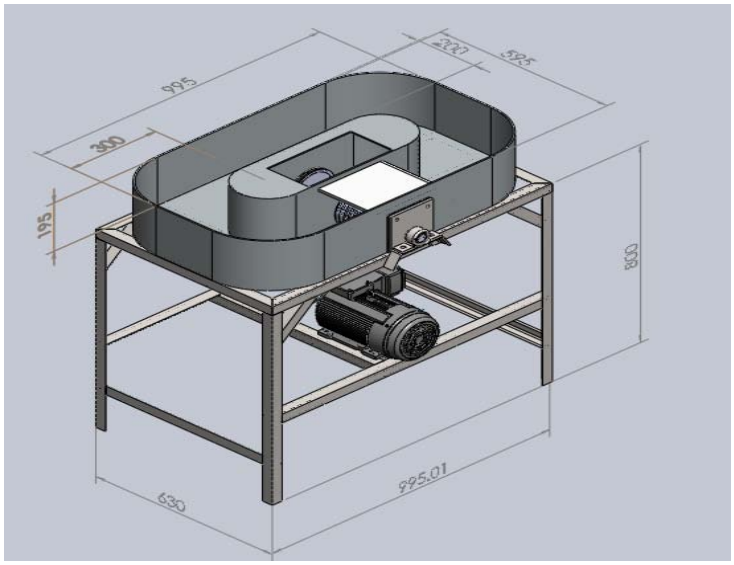
Gambar Tampak Atas



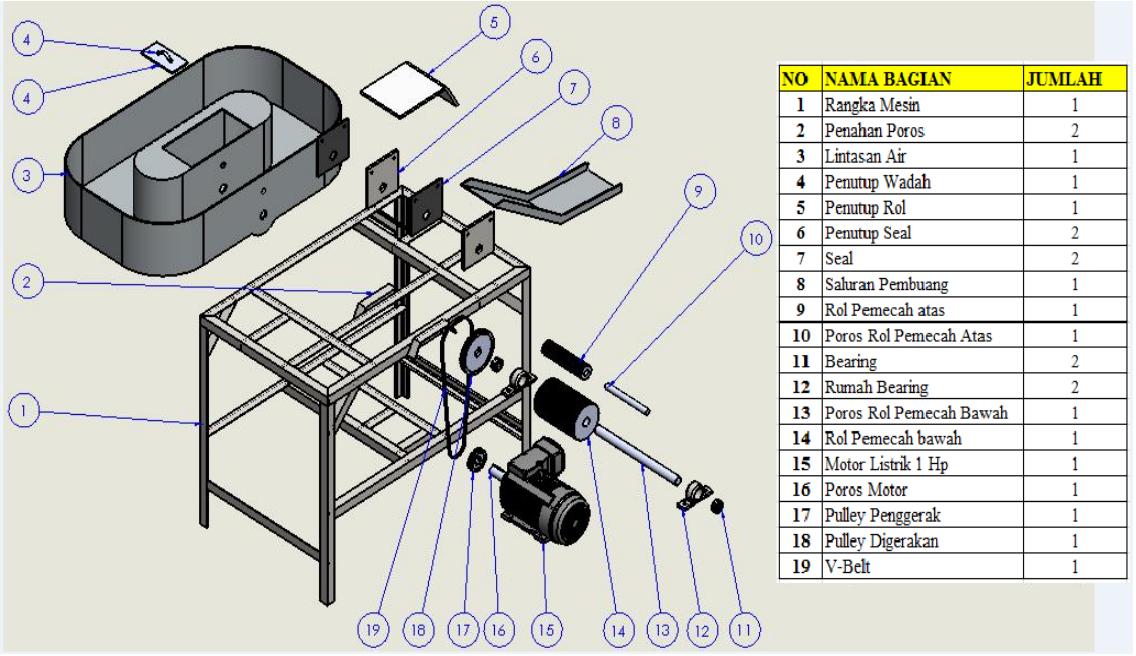
Gambar Tampak Samping

Gambar3.Mesin penghancur kertas dan pengurai serat sampah organik

Mesin ini memakai motor listrik dengan kapasitas 1Hp dilengkapi dengan 2 Rol pemecah yang bisa mengurai pelepah pisang dan membuat bubur kertas, dan dihubung menggunakan v-belt, wadah berbentuk parit atau lintasan dengan volume $\pm$ 80liter.



Gambar 4.Dimensiutama Mesin Penghancur Sampah Kertasdan Pengurai Serat Sampah Organik



NO	NAMA BAGIAN	JUMLAH
1	Rangka Mesin	1
2	Penahan Poros	2
3	Lintasan Air	1
4	Penutup Wadah	1
5	Penutup Rol	1
6	Penutup Seal	2
7	Seal	2
8	Saluran Pembuang	1
9	Rol Pemecah atas	1
10	Poros Rol Pemecah Atas	1
11	Bearing	2
12	Rumah Bearing	2
13	Poros Rol Pemecah Bawah	1
14	Rol Pemecah bawah	1
15	Motor Listrik 1 Hp	1
16	Poros Motor	1
17	Pulley Penggerak	1
18	Pulley Digerakan	1
19	V-Belt	1

Gambar5. Exploded view mesin penghancur kertas dan pengurai serat sampah organik

Mesin yang akan didesign terdiri dari komponen :

1. Rangka mesin yang terbuat dari besi profil L.
2. Motor listrik 1Hp.
3. 2 Buah rol pemecah.
4. 1 buah belt.
5. 2 Buah puli.
6. Poros penghubung Rol pemecah dengan belt.
7. Wadah berbentuk parit dengan kapasitas volume 80liter.
8. Bearing.
9. Mur dan Baut.
10. Karet seal.

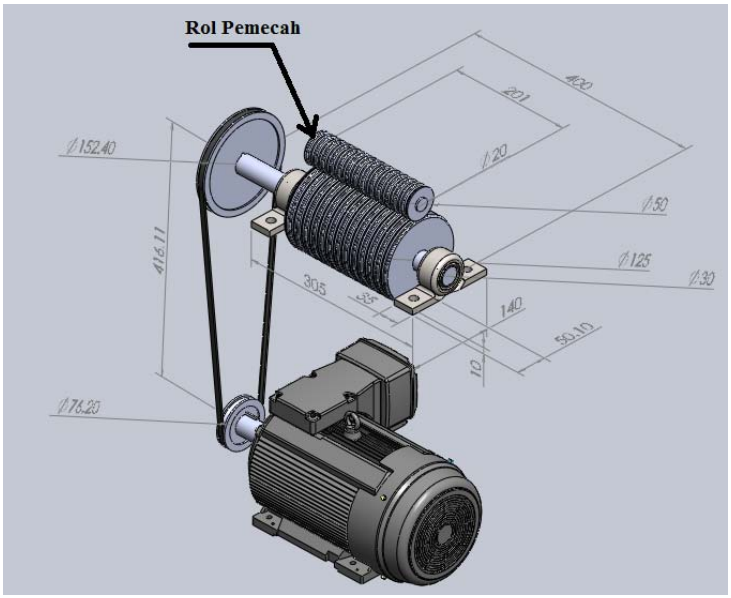
Mesin ini terdiri dari dua elemen yaitu :

1. Elemen penghancur atau membuat bubur kertas.

2. Elemen pengurai serat.

Cara kerja mesin yang akan dibuat

1. Lihat pintu pengeluaran jika pintu sudah tertutup.
2. Masukan bahan baku baik sampah kertas ataupun pelepah pisang kedalam wadah dengan dicampur air dengan skala perbandingan yang sesuai kebutuhan.
3. Nyalakan motor listrik hingga sampah kertas dihancurkan sampai menjadi bubur kertas dan serat pelepah pisang teruai.
4. Setalah sampah kertas menjadi bubur kertas dan serat pelepah pisang terurai maka buka pintu untuk mengeluarkan hasilnya.



Gambar6.Mekanisme rol pemecah

2. Analisis Design

Setelah dianalisa ada hal yang kemungkinan terjadi yaitu salah satunya melintangnya serat saat melintasi Rol pemecah sehingga akhirnya seratpun menjadi pendek. Dan akhirnya untuk menjawab permasalahan tersebut didapat alternatif dengan menggunakan Rol pemecah yang halus atau tumpul (tidak berulir).

Beban yang terjadi pada sistem adalah pembebanan berat volume air dan sampah kertas atau pelepah pisang.

Dan gaya yang terjadi pada mesin ini adalah :

Gaya Geser

Gaya Gesek

Gaya Tekan

IV. KESIMPULAN

Dari konsep mesin ini dapat disimpulkan:

1. Dalam menghancurkan kertas untuk menjadi bubur kertas atau pulp tidak harus menggunakan mesin ini.
2. Konsep mesin ini lebih difokuskan kepada penguraian serat sampah organik (pelepah pisang) dimana belum ada mesin yang bisa mengurai serat pelepah pisang dengan panjang 5-6 cm.
3. Dalam menentukan jenis rol pemecah yang digunakan perlu dilakukan beberapa percobaan sehingga proses pembuatan pulp dan pengurai serat dapat tercapai.
4. Untuk proses penghancuran dan penguraian air sangat berperan penting.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Khurmi, R.S,J.K.Gupta,"*A text book of Machine design*",MKS and SI units, Eurasia publishing House (Pvt) Ltd, Ram Nagar,India 1980
[2] Bergeyk, K.van, Leidekerken, A.J, "*Teknologi Proses jilid 3*", Bharata, Jakarta,Indonesia 1982
[3] repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/56899/BAB 20II TINJAUAN PUSTAKA
[4] repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20777/4/Chapter%20II.pdf
[5] www.duniamaterial.com/index.php?option/catalog
[6] SAnASKreatif

Rancang Bangun Mesin Pengayak Gradasi Pasir Dengan Tiga Saringan

Bayu Saputra[1];Dede Nuryanto[1];Fahruli Amron[1];Muhammad Gozali Shidik[1];AgusEdyPramono[2]
1. Mahasiswa Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Dosen Pembimbing Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
muhammadgozali81@yahoo.com

Abstrak

Studi ini adalah tentang rancang bangun mesin untuk memperoleh agregat dan ukuran gradasi pasir yang di inginkan dengan cara melewatkan material melalui ayakan seri (sieve shaker) yang mempunyai ukuran lubang semakin kecil.*Gradasi* adalah pembagian ukuran butir berdasarkan analisis saringan.*Agregat* adalah pasir atau fraksi halus,baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan.

Studi dimulai dengan penentuan ukuran ayakan yang sesuai syarat batas gradasi pasir.Berat tembus komulatif untuk pasir halus adalah lubang ayakan 2,4 (mm) mencapai 85 – 100 % ,1,2 (mm) 75 – 100 % dan 0,6 (mm) mencapai 60 – 79%.Berat tembus komulatif dapat dipengaruhi oleh sumber pasir yang digunakan dan kandungan mineral pada pasir.

Hasil rancang bangun menggunakan operasi screening dengan jalan melewatkan material pada suatu permukaan yang banyak lubang dengan ukuran yang sesuai.Rancang bangun mesin ini menghasilkan mesin yang mampu mengayak pasir sesuai ukuran agregat yang telah ditentukan, untuk meningkatkan kualitas dan mutu dari aplikasi yang menggunakan pasir sebagai bahan pengisi.Hasil pengayakan menunjukan bahwa pasir memiliki tingkat kehalusan yang berbeda sesuai sumber pasir tersebut diperoleh.Mesin pengayak pasir sangat dibutuhkan dalam memperoleh agregat kehalusan suatu pasir untuk setiap penggunaan nya.Dengan ukuran ayakan pasir yang diterapkan kita dapat langsung mengolah pasir tersebut sesuai kebutuhan yang diinginkan.

Kata Kunci :Mesin pengayak gradasi pasir , Berat tembus komulatif

Abstract

The study is about the design and construction of machine for obtaining sand aggregate gradation and size of the desired material by passing through a sieve series (sieve shaker) which has a hole the size of the grain size distribution small.Gradation is based on the analysis sieve. Agregat is sand or fine fraction,either natural or the result of processing results.

The study will be started with the determination of an appropriate size sieve .Weight translucent gradient boundary conditions for a cumulative fine sand sieve hole is 2.4 (mm) reached 85-100%, 1.2 (mm) 75 - 100% and 0.6 (mm) reaches 60-79%. translucent cumulative weight can be affected by sources of sand used and the mineral content in the sand.

The design of these machines using screening operations with the passing of material on a surface that many holes of the appropriate size.The design of these machines produce a machine with capacitance of sifting the sand in the size of aggregate that has been determined, to improve the quality and the quality of the applications using filler.Result sifting sand as material shows that sand has a different level of refinement suitable source of sand sieving sand optainable.Mechine is needed to obtain an aggregate fineness of sand for each use.With sieve size sand is applied we can directly process the sand according to desired needs.

Keywords: shades of sand sieving machine, through cumulative weight

I. PENDAHULUAN

1. Latarbelakang

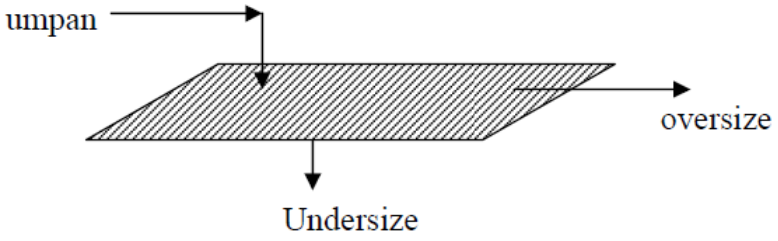
Perkembangan industri properti saat ini di kota – kota besar sedang dalam mengalami peningkatan signifikan. Pasir merupakan bahan bangunan yang paling banyak dipakai dalam industri konstruksi saat ini, kebutuhan pasir setiap harinya sangat banyak, terutama daerah pusat-pusat kota yang pembangunan nya sangat pesat. Survey harga properti residensial menurut bank Indonesia pada tahun 2010 di 14 kota besar mengindikasikan indeks harga properti residensial pada triwulan IV 2010 mengalami peningkatan dari triwulan sebelumnya yakni dari 0,48% menjadi 0,67%. Responden (35,38%) mengungkapkan bahwa tekanan kenaikan harga properti residensial terutama berasal dari kenaikan harga bahan bangunan dan diperkuat oleh tingginya upah pekerja (22,25%) serta mahalnya biaya perizinan (17,38%). Pasir dengan kualitas sesuai standar nasional indonesia (SNI) sebagai bahan bangunan maupun bahan campuran sangat perlu diperhatikan dalam penerapannya.

Berdasarkan observasi dalam usaha penerapan agregat kehalusan sesuai syarat gradasi pasir, pengembang properti kecil menengah maupun usaha kecil pembuatan instrumen properti masih menggunakan cara manual dalam proses pengayakan yang menggunakan tenaga manusia dan terkadang mengurangi kinerja pekerja konstruksi tersebut dikarenakan harus mengoptimalkan tenaga saat mengolah pasir hingga siap pakai.Hal ini menyebabkan waktu dan tenaga pekerja konstruksi kurang efisien.Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar. Agregat menempati sebanyak kurang lebih 70 % dari volume beton atau mortar. Mesin pengayak gradasi pasir diharapkan mampu menghasilkan pasir dengan agregat sesuai penggunaannya secara efisien dan ringkas.

II. KONSEP DESAIN MESIN

Sebagai material utama bahan pengisi yang dapat menentukan suatu kualitas konstruksi, pasir merupakan komoditas dengan beragam agregat sesuai penerapannya.Pengolahan pasir agar siap pakai menggunakan proses pengayakan pada mesin – mesin dengan desain dan kapasitas yang di inginkan.

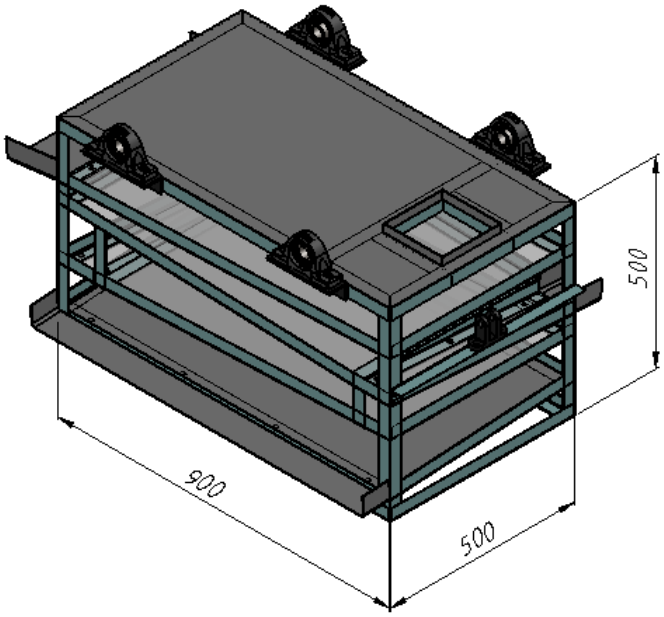
Studi ini menggunakan Mekanisme mesin dengan proses screening yaitu melewatkan bahan melalui ayakan seri (sieve shaker) yang mempunyai ukuran lubang ayakan semakin kecil. Setiap pemisahan padatan berdasarkan ukuran diperlukan pengayakan.Standar screening mampu mengukur partikel dari 76 mm sampai dengan 38 μm.Operasi screening dilakukan dengan jalan melewatkan material pada suatu permukaan yang banyak lubang atau openings dengan ukuran yang sesuai.Ditinjau dari sebuah ayakan :



Gambar 2.1 Konsep Screening

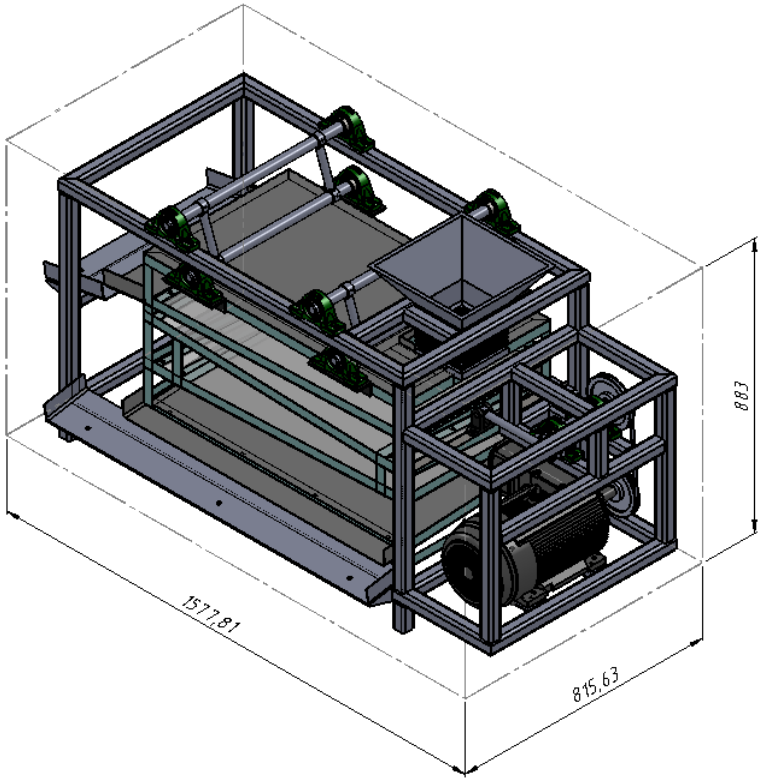
Fraksi oversize = fraksi padatan yang tertahan ayakan.
Fraksi undersize = fraksi padatan yang lolos ayakan.

Konsep ayakan berlapis dengan ukuran berbeda adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 Konsep Rangka Ayakan

Konsep rancang bangun mesin pengayak gradasi pasir adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Konsep Mesin Pengayak Gradasi Pasir

Merancang suatu struktur rancang bangun mesin, ditetapkan prosedur pemilihan suatu material yang sesuai dengan kondisi aplikasinya. Kekuatan bahan bukan kriteria satu-satunya yang harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur. Kekakuan suatu bahan sama dengan pentingnya dengan derajat lebih kecil, sifat seperti kekerasan, ketangguhan merupakan penetapan pemiilihan bahan. Suatu percobaan uji tarik pada spesimen tersebut dari tegangan akibat gaya tarik yang dikenakannya. Jika seseorang ingin merancang sebuah mesin, maka yang harus diperhatikan adalah

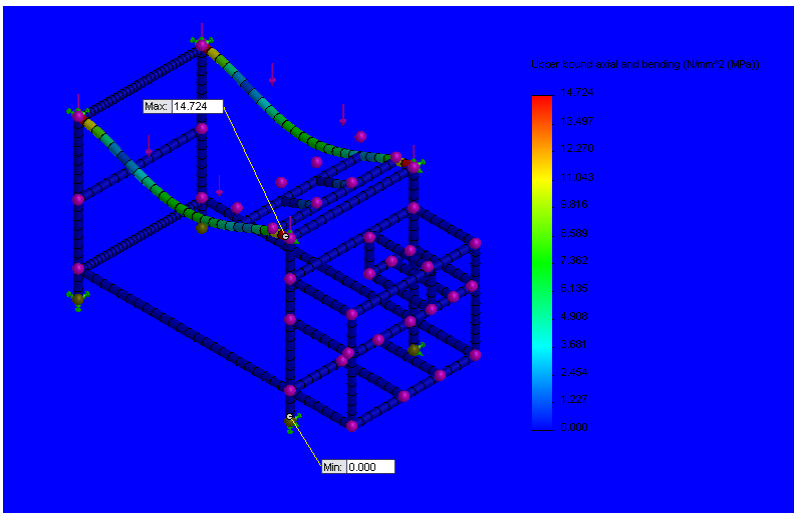
mengetahui bagaimana keadaan material pada waktu sebuah komponen mesin bekerja. Untuk mengetahui hal tersebut, karakteristik tertentu atau properti dari material yang hendak diaplikasikan haruslah diketahui terlebih dahulu. Biasanya untuk mengetahui karakteristik material dapat diketahui dengan melakukan uji tarik (Tensile Test).

Uji tarik ini adalah suatu test secara terus-menerus menambahkan beban pada suatu material yang akan diteliti dan mencatat berapa besar beban dan elongasi yang terjadi pada material sampai material tersebut patah. Tegangan yang terjadi dihitung dengan membagi besar beban yang terjadi dengan cross-sectional area (luas penampanng) dari material yang hendak dites. Besarnya elongasi atau regangan dapat diketahui dengan membagi perubahan panjang yang terjadi akibat penambahan beban dengan panjang mula-mula material.

III. ANALISIS KONSEP MESIN

1. Analisis Gaya Statik

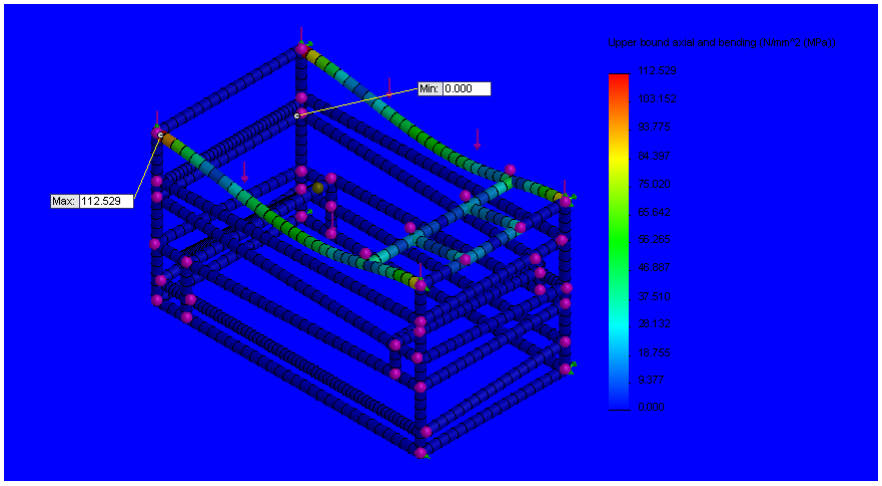
Analisis rancang bangun mesin menggunakan software solidworks untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan komponen kritis mesin.Hasil yang diperoleh dari analisis statik pada rangka mesin dengan pembebanan merata pada permukaan atas sebagai tumpuan rangka ayakan sebesar 800 N adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Analisis Rangka Mesin

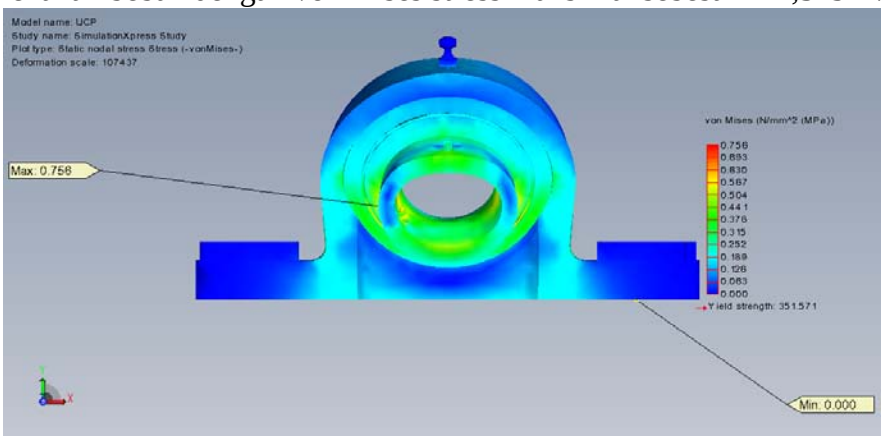
Pembebanan merata yang diterima adalah 800 N dengan material AISI 1020, yield strength 351,57 N/mm^2 (Mpa) dan tensile strength 420,51 N/mm^2 (Mpa).Hasil analisis menunjukan rangka mesin masih mampu menahan beban dengan von mises stress maksimal sebesar 14,7239 N/mm^2 (Mpa).

Hasil yang diperoleh dari analisis statik pada rangka ayakan dengan pembebanan merata pada permukaan atas sebagai tumpuan dari beban (W) yaitu beban komponen pada rangka ayakan dan berat kapasitas pasir dalam pengoperasian.sebesar 400 N adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Analisis Rangka Ayakan

Pembebanan merata yang diterima adalah 400 N dengan material AISI 1020, yield strength 351,57 N/mm^2 (Mpa) dan tensile strength 420,51 N/mm^2 (Mpa).Hasil analisis menunjukan rangka ayakan masih mampu menahan beban dengan von mises stress maksimal sebesar 112,529 N/mm^2 (Mpa).

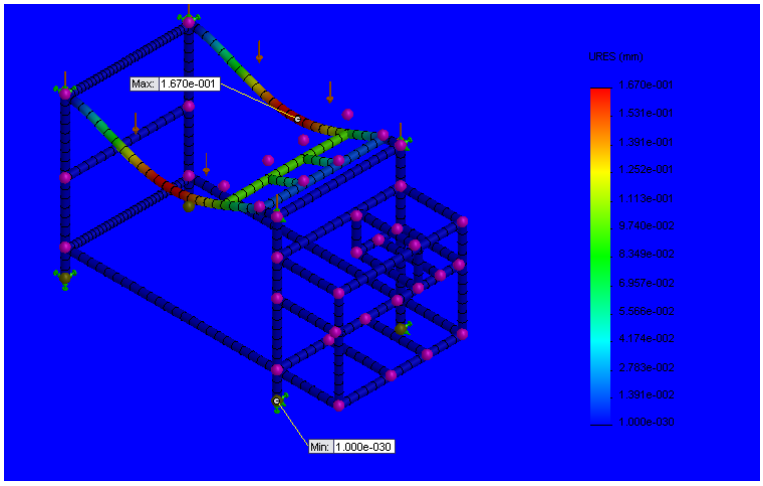


Gambar 3.3 Analisis Bantalan Rangka Ayakan

Bantalan pada rangka ayakan menerima gaya radial dari beban (W) yaitu beban komponen pada rangka ayakan dan berat kapasitas pasir dalam pengoperasian.Gaya radial terbesar (Max) yang diterima adalah 260 N dengan material AISI 1020 , yield strength 351,57 N/mm^2 (Mpa) dan tensile strength 420,51 N/mm^2 (Mpa).Hasil analisis menunjukan bantalan masih mampu menahan gaya radial dengan von mises stress maksimal sebesar 0,75572 N/mm^2 (Mpa).

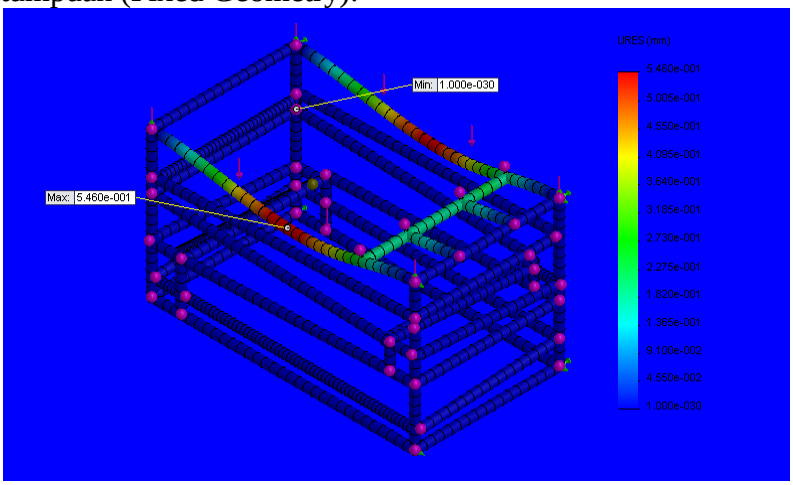
2. Analisis Displacement

Displacement pada material setiap komponen dipengaruhi oleh nilai yield strength dan tensile strength material tersebut.



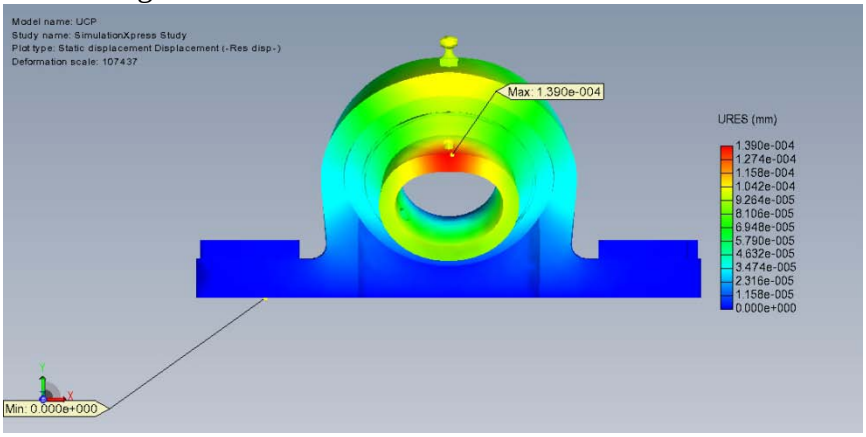
Gambar 3.4 Analisis Displacement Rangka Mesin

Hasil analisis menunjukan displacement (perubahan posisi karena pembebanan) yang terjadi pada rangka mesin terbesar (Max) sebesar 0.166972 mm dengan arah deformasi negative sumbu-y. Displacement terbesar terjadi pada bagian tengah permukaan pembebanan dan displacement terkecil (Min) terjadi pada tumpuan (Fixed Geometry).



Gambar 3.5 Analisis Displacement Rangka Ayakan

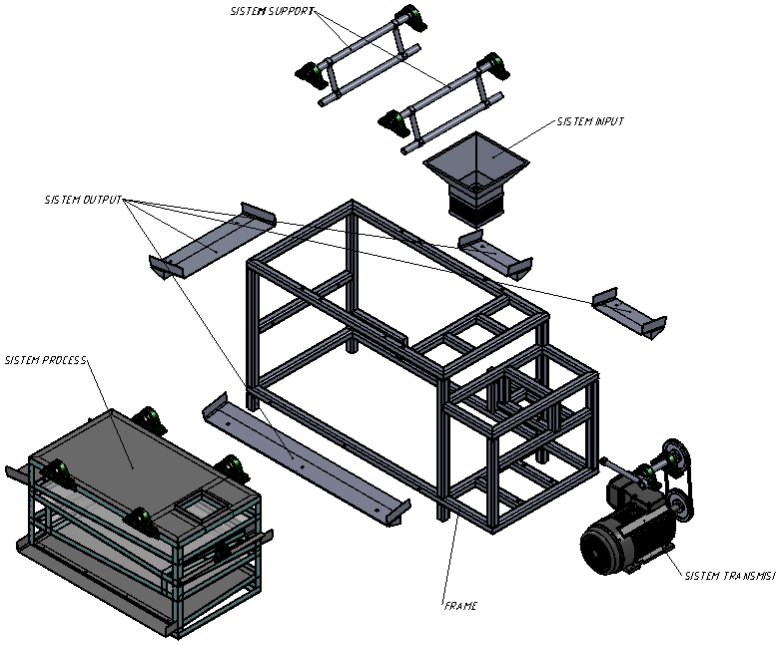
Hasil analisis menunjukan Displacement (perubahan posisi karena pembebanan) yang terjadi pada rangka ayakan terbesar (Max) sebesar 0.545992 mm dengan arah deformasi negative sumbu-y. Displacement terbesar terjadi pada bagian tengah permukaan pembebanan dan displacement terkecil (Min) terjadi pada sambungan konstruksi.



Gambar 3.6 Analisis Displacement Bantalan Rangka Ayakan

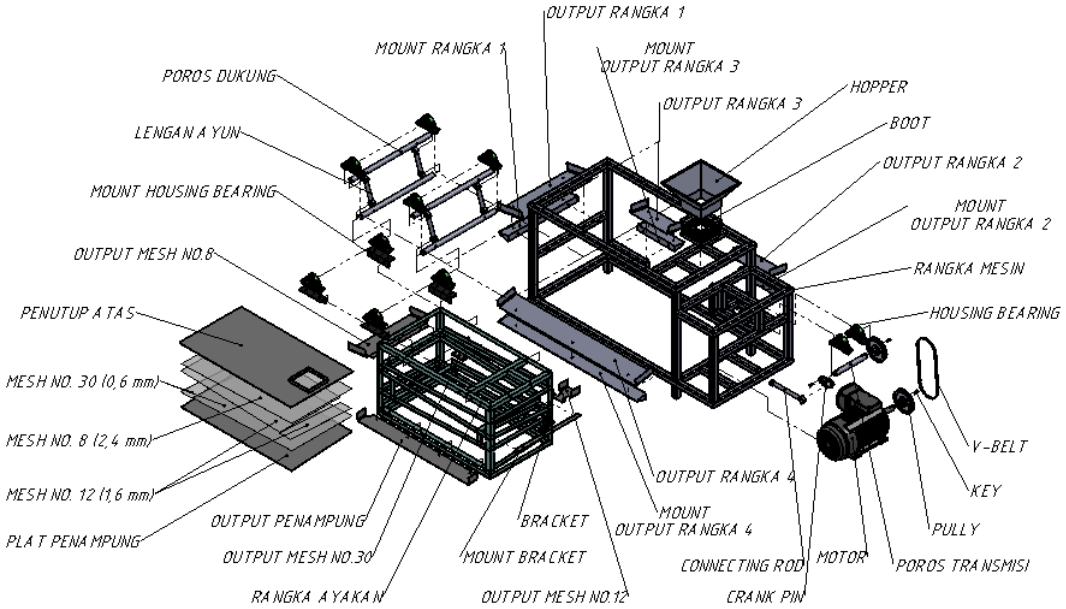
Hasil analisis menunjukan displacement yang terjadi pada bantalan terbesar (Max) sebesar 0.000138953 mm dengan arah displacement negative sumbu-y. Displacement terbesar terjadi pada permukaan atas elemen gerak bantalan dan displacement terkecil (Min) terjadi pada permukaan bawah elemen diam bantalan sebagai tumpuan (Fixed Geometry).

3. Analisis Sistem



Gambar 3.7 Analisis Explode Sistem

Rancang bangun mesin ini terdiri atas 5 sistem.Sistem pertama adalah sistem transmisi yang berfungsi memindahkan dan memberi daya agar mesin dapat beroperasi.Sistem kedua adalah sistem input yang berfungsi sebagai jalur masuk nya pasir sebagai material yang akan diproses, dengan boot berfungsi menjaga pasir agar tidak terpengaruh tekanan udara saat proses pengayakan berlangsung.Sistem ketiga adalah sistem support yang berfungsi mengolah daya yang diberikan sistem transmisi untuk mengerjakan rangka ayakan saat proses pengayakan.Sistem process adalah sistem yang berfungsi mengolah input yaitu pasir menjadi fraksi halus sesuai agregat yang diterapkan (output) dengan menggunakan mekanisme connecting rod yang akan menggerakan ayakan bergerak horizontal.Sistem output adalah sistem otomasi bagi setiap fraksi halus yang tertahan dan lolos mesh saringan setelah proses pengayakan.



Gambar 3.8 Analisis Komponen Mesin

IV. KESIMPULAN

a. Mesin pengayak gradasi pasir mampu memisahkan empat ukuran butir pasir secara bersamaan dengan tiga ukuran butir pasir sesuai mesh saringan yang digunakan.
b. Proses pengayakan pada mesin bertumpu pada elemen mesin yang mendukung perpindahan daya dengan membawa beban statis maupun dinamis.Dengan pasir sebagai beban kapasitas mesin tidak mengandung lumpur lebih dari 5 %.
c. Berat tembus komulatif untuk pasir halus adalah mencapai 85 – 100 % dengan ayakan 2,4 (mm) , 75 – 100 % pada ayakan 1,2 (mm) dan menghasilkan 60 – 79% pada ayakan 0,6 (mm) menurut British Standart (BS).

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] www.bi.go.id/NR/rdonlyres/4FB4FDE5-12A6-4311-9112-C2AAC2E028BC/21294/SHPRtw3.pdf
(Survey Harga Properti Residensial - Bank Indonesia 2010)
[2] Muhtarom Riyadi, Amalia. "**Teknologi Bahan 1**", Bab II Agregat 11-38 Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta. 2005.
[3] Pramono,Agus Edy. "**Elemen Mesin 2**", Bab V Bantalan Luncur 107-141 Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta. 2009.
[4] Dechamphai, P and Phongthanapanich, S. **"Easy Finite Element Method with Software",** *Chulalongkorn University Press*. Bangkok; 2007.
[5] Prakobkarn, K. "**Bearing Housing Stress Analysis using the Solid works and Cosmos works"** . *Department of Rural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Rangsit Campus, Pathumtani*; Thailand; 2010.

Rancang Bangun Mesin Paket Pemarut dan Pemeras Kelapa

Fajri Chairbowo[1]; Aditya Syafroni[1]; Ajie Dipoyono[1]; Fitra Dharmala Putra[1]; Muslimin[2]

1. Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Fajri.chairbowo@yahoo.co.id

Abstrak

Tulisan ini adalah tentang konsep rancang bangun unit mesin pemarut dan pemeras kelapa. Konsep ini diawali dengan penentuan kebutuhan konsumen dan identifikasi masalah/kelemahan dari mesin yang sudah ada, penentuan spesifikasi dan target, pembuatan alternatif konsep rancangan mesin dan analisis desain. Tahap terakhir adalah implementasi desain menjadi produk dan analisis.

Berdasarkan fungsi utamanya, mesin yang dirancang bangun memiliki tiga elemen utama yaitu pemarut, pemeras dan penggerak. Pemilihan alternatif desain pemarut terpilih adalah sistem pemarut pelat setengah lingkaran yang dirakit ke tabung sehingga mudah dibongkar pasang untuk proses pembersihan dan perawatan, pemeras adalah sistem ulir tekan dengan memanfaatkan gaya tekan pitch dan sistem penggerak menggunakan motor listrik.

Alternatif desain terpilih kemudian dianalisis berdasarkan perhitungan mekanika dan elemen mesin, pengujian software SolidWork dan ergonomic,proses manufaktur dan fabrikasi,serta harga produk. Analisis desain ini digunakan untuk memperoleh hasil desain yang optimal berdasarkan kriteria pemenuhan spesifikasi dan target perancangan mesin yang telah ditatapkan.

Hasil mesin yang akan dibangun adalah unit mesin pemarut adan pemeras kelapa yang menggunakan sekat pemisah sehingga dapat menghasilkan dua luaran yaitu santan atau parutan kelapa secara terpisah. Kapasitas mesin adalah 50 kg/jam untuk parut kelapa dan 60 liter/jam untuk santan kelapa, sedangkan daya motor listrik adalah 0,5 HP. Keunggulan lain adalah alat pemarut berbentuk pelat lengkung dipasang pada silinder berongga yang dipasang menyatu dengan poros penggerak menggunakan baut, sehingga mudah dibongkar pasang untuk proses pembersihan dan perawatan mesin.

Kata kunci : pemarut, pemeras, kelapa, dan santan

Abstract

This study is about design concept and making of coconut grater and squeezer machine unit. This concept was started by identificaion of customer needs, identification existing machines problem, determination spesification and target, machine concepts and analytical design. The final stage was design implementation to be product and operating analysis.

Based on the main function, this machine has three main components: grater, squeezer, and driver unit. Grater system unit use the grater system with half-circle which is assembled into a hollow-cylindrical shaft that joint with main shaft, the squeezer unit used a pair of screws, and driver unit use AC motor.

The best alternative design will be analysed by mechanical and machine element method, Solidwork software, ergonomics aspect, production cost,manufacturing process and fabrication,and machine prices. Those analyis will be condusted to get optimum sspesification of machine design.

The result of this concept is coconut grater and squeezer machine unit using partition to sparate milk squeezed coconut and grated coconut. Machine capacity will be 50kg/hour milk of grated coconut or 60 Litre / hour of squeezed coconut. The power is 0.5 HP DC motor. The other fitures were maintainability and service ability

Keywords: grater, squeezer, Coconut, and Coconut Milk

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Komoditas kelapa sangat melimpah di seluruh wilayah Indoneia, seperti Jawa Barat yang memiliki lahan tanaman kelapa sekitar 185.774 hektar dan dapat menghasilkan total produksi 170.109 ton buah kelapa per tahun [1]. Produk kelapa ini dapat diolah menjadi santan sebagai penyedap masakan, kopra, juga bisa diolah menjadi minyak kelapa dan produk lainnya. Salah satu kendala dalam pengolahan kelapa adalah teknologi tepat pengolahan kelapa yang masih belum maksimal terutama proses pemarutan untuk menghasilkan kelapa parut ataupun santan sebagai bahan yang akan diproses lebih lanjut. Pada saat ini teknologi pemarut kelapa masih menggunakan pemarutan manual dan pemarutan mesin sedrhana, sedangkan pemeras santan masih menggunakan tangan atau mesin yang membutuhkan waktu lama, tidak bersih dan tidak praktis. Berdasarkan survey

dilapangan, santan masih merupakan produk utama olahan kelapa terutama untuk masakan yang banyak digunakan oleh rumah-rumah makan atau usaha catering, industri minyak goreng, dan industri kecil makanan ringan. Usaha-usaha tersebut masih menggunakan alat pemarut kelapa dengan plat yang bergerigi yang digerakkan oleh motor listrik kemudian memerasnya dengan mesin press screw yang juga digerakkan oleh motor listrik. Akan tetapi, kedua proses pemarutan dan pemerasan ini masih dilakukan secara terpisah, sehingga efisiensi waktu dan tenaga kerja belum dapat ditingkatkan.

Peningkatan produktivitas santan pada tingkat yang menguntungkan perlu dilakukan dengan aplikasi teknologi tepat guna. Sistem pemarut dan pemeras yang digunakan untuk menghasilkan santan perlu dalam satu rangkaian unit proses agar didapatkan kapasitas dan efisiensi waktu yang tinggi,sehingga biaya operasi lebih kecil [2]. Studi rancang bangun mesin press kopra sistem screw skala kecil dan menengah dalam suatu rangkaian unit telah dilakukan oleh Triyono, Haryanto, dan Sudarya [3]. Hasil studi tersebut menunjukkan efisiensi kerja yang lebih tinggi, biaya operasi yang lebih kecil dibandingkan dengan petani kopra yang menggunakan mesin pencencang dan pengepres kopra yang bekerja secara terpisah, disamping kapasitas yang lebih besar juga dipengaruhi oleh karakteristik dari kerja mesin seperti putaran, pitch screw, sudut konis dan besar kecilnya daya mesin. Berdasarkan hal tersebut, studi rancang bangun mesin pemarut dan pemeras santan dalam satu unit mesin yang bekerja secara bersamaan dan kontinyu sangat penting sebagai alternatif teknologi tepat guna pengolahan kelapa.

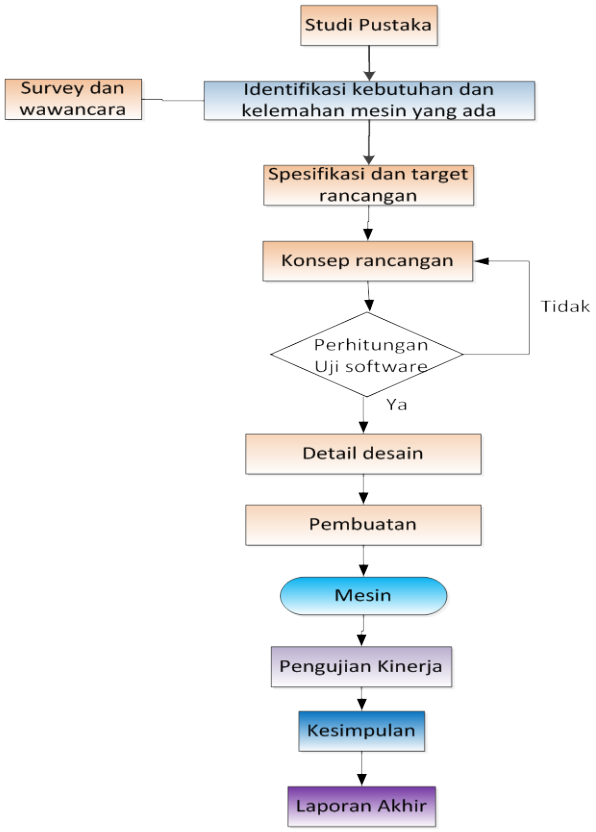
Tujuan dari konsep rancang bangun ini adalah merancang bangun suatu prototype mesin pemarut dan pemeras santan dalam satu unit mesin. Pengujian prototipe dan analisis kelayakan teknis dan ekonomi dilakukan untuk menguji performa dan kelayakan operasi mesin. Hasil dari penelitian ini nantinya akan dapat diterapkan kepada masyarakat dalam proses pemerasan santan, khususnya untuk industry kecil makanan dan minuman.

II. METODOLOGI

Studi ini dilakukan secara faktual dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Studi pustaka dengan mempelajari literatur yang relevan dan survey serta wawancara dengan pengguna mesin.
2. Identifikasi kebutuhan pengguna serta identifikasi kelemahan-kelemahan mesin yang sudah ada di lapangan.
3. Pembuatan tabel identifikasi kebutuhan dan alternatif pemecahan dalam bentuk penyususnan konsep-konsep mesin.
4. Pengujian konsep terpilih baik menngunakan perhitungan dan analisis sofware.
5. Pembuatan dan pengujian produk

Keseluruhan pelaksanaan kegiatan studi dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Flow chart kegiatan studi konsep rancang bangun mesin pemarut dan pemeras santan kelapa

III. DESAIN DAN ANALISIS

1. Perencanaan dan Pengembangan Desain Mesin

Berdasarkan hasil survey dan interview dengan pengguna mesin pemarut dan pemeras kelapa, maka kebutuhan mesin yaitu sebagai berikut:

Tabel.1 identifikasi kebutuhan perancangan mesin

NO	KEBUTUHAN	KEPENTINGAN (Bobot)
1	Lebih Efektif dalam penggunaan waktu	5
2	Membuat parutan kelapa siap pakai	3
3	Terobosan baru dalam bidang pertanian	4
4	Tidak membutuhkan ruang lingkup yang besar	3
5	Meningkatkan hasil produksi	5
6	Meminimalkan pengeluaran	2
7	Menghasilkan santan siap pakai yang praktis	3
8	Memaksimalkan pendapatan	4
9	Memenuhi kebutuhan usaha besar	1
10	Mengurangi beban tenaga para pedagang kecil	3

Sedangkan spesifikasi dan target yaitu sebagai berikut:

Tabel.2 Spesifikasi Rancangan Mesin

Spesifikasi	Unit
Motor	1/2 HP
Dimensi	800mm x 400mm x 600mm
Penghubung	V-belt
Reducer	1:25
Diameter Pemarut	∅100mm x 200mm

Berdasarkan spesifikasi dan target mesin maka disusunlah alternatif-alternatif konsep untuk memecahkan kelemahan-kelemahan mesin dalam suatu rancangan mesin. Mekanisme-mekanisme yang dikembangkan dalam pemilihan konsep mesein seperi ditunjukkan dalam Tabel 1 berikut:

Table 3: Alternatif mekanisme mesin yang akan di rancang

No.	Aspek desain	A	B	C
1	Pemarut			
	a) Bentuk desain	Batang	Tabung/kapsul	1/2 lingkaran
	b) Arah gerakan	Translasi	Berputar searah	Berputar searah
	c) Konstruksi desain	Dapat bongkar pasang	Permanent	
	d) Posisi pemarut	Vertikal	Horizontal	
	e) Bentuk pisau pemarut	Bersudut	Tegak lurus	Menyatu dengan poros
	f) Material	Stainless steel	Alumunium	Steel
2	Pemeras			
	a) Sistem	Sistem ekstruder	Pemerasan langsung	Ulir
	b) Arah gerakan	Berputar CW	Maju mundur	
	c) Posisi pemeras	Vertikal	Horizontal	
	d) Bentuk pemeras	Bersudut	Tegak lurus	Spiral
	e) Material	Stainless Steel	Alumunium	Steel
3	Penggerak			
	a) Jenis motor	Motor listrik	Motor bensin	Manual
	b) Jenis belt	V-belt	Flat belt	

Alternatif
Alternatif 2

Adapun penilaian alternative mekanisme mesin yaitu ditunjukkan dalam Tabel 2 sebagai berikut:

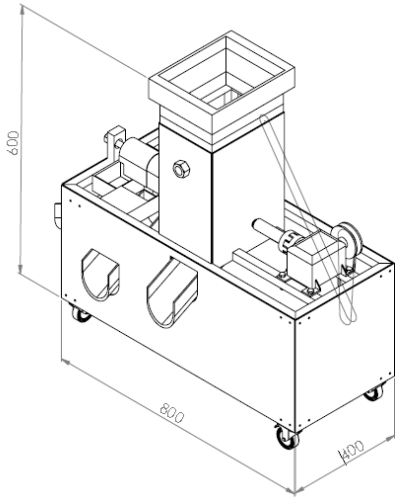
Tabel. 4 Penilaian alternatif konsep mekanisme mesin

No.	Indikator	Bobot (%)	Alternatif	
			1	2
1.	Fungsi	25	4 = 1	4 = 1
2.	Model	20	4 = 0,5	3 = 0,8
3.	Keamanan	20	4 = 0,8	2 = 0,2
4.	Kekuatan	15	3 = 0,75	2 = 0,2
5.	Harga	10	2 = 0,3	2 = 0,8
6.	Berat	10	3 = 0,5	2 = 0,4
	Total	100	3,85	3,4

Nilai :
1. Tidak Penting
2. Biasa
3. Cukup Penting
4. Penting

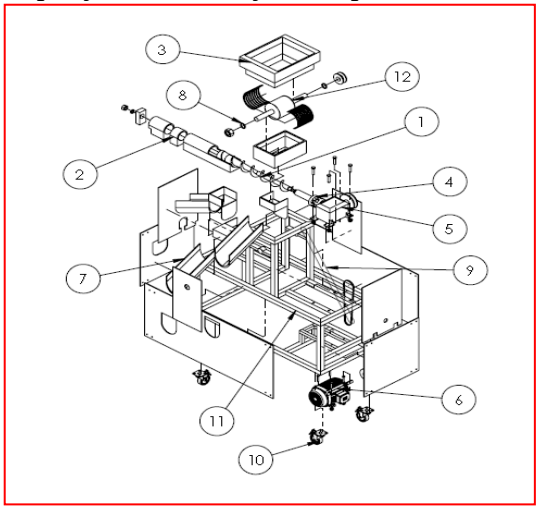
2. Desain Mesin Terpilih

Berdasarkan pemilihan alternatif-alternatif mekanisme mesin, maka rancangan mesin yang terpilih yaitu seperi pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Konsep terpilih unit mesin pemarat dan pemeras santan

Adapun nama-nama komponen penyusun mesin yaitu seperti berikut:



Gambar 3. Dissambly unit mesin pemarat dan pemeras santan beserta nama komponen

Keterangan :

1. Screw
2. Saringan
3. Corong masuk
4. Kopling
5. Speed Reducer
6. Motor Listrik 0,5 HP
7. Corong Santan
8. Bearing
9. V-Belt
10. Roda
11. Rangka
12. Silinder Pemarut

3. Analisis Desain Mesin

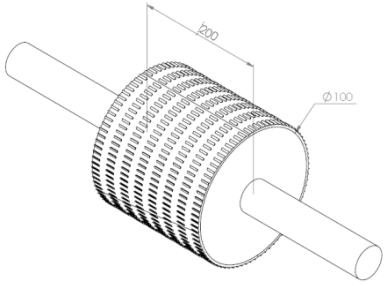
Analisis desain dilakukan untuk memperoleh komponen-komponen yang optimal. Perhitungan dimulai dari perencanaan daya mesin, yaitu gaya pemarut dan gaya pemeras. Gaya pemarut dan pemeras terlebih dahulu dihitung dengan melakukan pengujian yang dilakukan di laboratorium. Pengujian dilakukan dengan menghitung beban maksimal pemarutan dan pemerasan maksimum yang akan dilakukan oleh mesin. Langkah pengujian yaitu dengan menempatkan kelapa pada lat part kemudian dihitung tekanan dan gaya pemarutannya.

Data yang diperoleh diuji kecukupun dan keseragaman data, kemudian dihitung rataan dan deviasi standarnya. Hasil dari pengujian ini diambil nilai maksimum. gaya yang bekerja pada proses pemarutan dan pemerasan maksimum kemudian didistribusikan ke semua elemen-elemen mesin peyusun mesin.

Elemen-elemen utama mesin ini yaitu sebagai berikut:

Elemen Pemarut

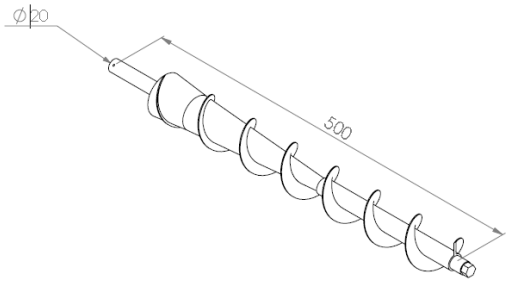
Konsep desain yang terpilih adalah pemarut pelat yang dilengkungkan yang dipasang pada posos silinder yang berputar searah jarum jam yang berfungsi memarut kelapa secara vertikal. Konstruksi ini bisa memudahkan untuk dibongkar pasang yang memudahkan dalam proses perawatan dan pembersihan sisa kelapa parut yang tertinggal (menempel) pada tabung pemarut.



Gambar 3. Komponen Pemarut

Elemen Pemeras

Elemen pemeras yang digunakan adalah sistem ekstruder yang berputar searah jarum jam. Kelapa dari hasil parutan, dapat menjadi santan dengan cara paruta kelapa masuk melalui corong yang dapat buka-tutup. Dan memiliki corong untuk masuk air agar menjadi santan.



Gambar 4. Komponen Pemeras

Elemen Penggerak

Elemen penggerak yang digunakan yaitu motor listrik AC dengan daya 0,5 HP dan putaran 1440 rpm. Motor listrik ini dipilih karena ramah terhadap lingkungan dibandingkan dengan motor bensin ataupun motor diesel.

Elemen Rangka

Rangka di rancang menyesuaikan bentuk 3 komponen utama yaitu komponen pemarut, pemeras dan penggerak,Material rangka yang digunakan yaitu steel.Rangka akan menyangga beban oleh komponen lainnya. Dan juga rangka harus dapat kuat pada saat dipindahkan dari tempat satu ke tempat yang lain.

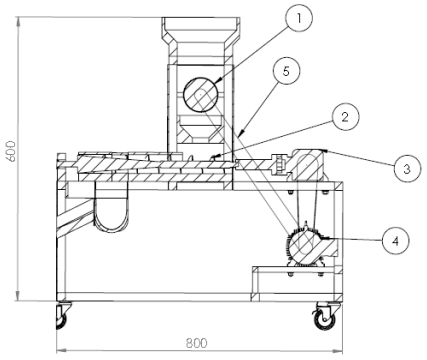
4. Hasil Desain Akhir

Mesin paket pemarut dan pemeras santan ini dimodifikasi dari mesin yang sudah ada sebelumnya agar lebih efisien dan maksimal pada hasilnya,sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen khususnya untuk industry menengah (*home industry*) .

Ukuran ruang pemarutan dibuat menyesuaikan diameter pemarutnya, jarak clearance yang terlalu besar dan telalu kecil dapat mengahambat turunya parutan kelapa ke sekat pemisah. Desain pisau pemarut dibuat agar bisa di lepas dan dipasang sehingga memudahkan para pengguna mengoperasikan.

Posisi screw pemeras di rancang agak lebih rendah untuk memberikan ruang unttuk sekat dan corong keluar parutan kelapa,ukuran ruang pemeras menyesuaikan juga dengan besar screw pemerasnya,untuk mengurangi kecepatan putaran motor listrik ke screw pemeras dan silinder pemarut mesin ini menggunakan speed reducer.Corong input dan output santan maupun parutan kelapa di buat dengan bentuk setengah radius,bertujuan agar mudah di bersihkan.

Mesin ini menggunakan stainless steel untuk bahanya diantarannya ruang pemarut, ruang screw,dan corongnya .stainless steel di pilih karena tahan terhadap korosi.akan tetapi ini dengan menggunakan plat siku untuk pembuatan rangka nya.



NO	NAMA
1	PEMARUT
2	PEMERAS
3	REDUCER
4	MOTOR
5	BELT

Gambar 2. Komponen Utama Mesin Paket Pemarut dan Pemeras Kelapa.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil konsep pengembangan mesin pemarut dan pemeras kelapa, dapat diperoleh simpulan yaitu:

1. Mesin pemarut dan pemeras kelapa yang sebelumnya menggunakan motor listrik dengan daya 2,5 HP, direncanakan mesin generasi selanjutnya ini hanya menggunakan daya motor sebesar 0,5 HP.
2. Penentukan dimensi mesin terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap gaya-gaya yang akan terjadi pada mesin.
3. Untuk menentukan spesifikasi sebuah mesin,di perlukan pengadaan survey akan kebutuhan pelanggan

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Potensi Kelapa di Jawa Barat, http://regionalinvestment.bkpm.go.id/ ewsipid/id/commodityarea.php?ic=53&ia=32, acces: 12 Maret 2013
[2] Palungkun (1992)
[3] Sudarya (2002)
[4] Kraige J.L. Meriam L.G. 1987.Mekanika Teknik Statistika. Jakarta; Erlangga

Konsep Rancang Bangun Mesin Pengiris Pisang

Johan Nakawara [1]; Ahmad Nur [1]; Isa Taufiq [1]; Rian Tiarna [1]; R. Sugeng Mulyono.[2]
1. Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta,
2. Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
nakawarajohan@yahoo.com

Abstrak

Studi ini adalah tentang konsep rancang bangun mesin pengiris pisang untuk mengoptimalkan produktivitas *home industry* kripik pisang. Studi dimulai dengan mempelajari proses pembuatan kripik pisang pada industri rumahan. Proses pengirisan pisang cukup menyita waktu. Hal ini dikarenakan pengirisan pisang masih menggunakan cara manual yaitu dengan bantuan alat pengiris biasa. *Waktu* yang dibutuhkan untuk mengiris *pisang* dengan pengiris *manual* yang ketebalannya ± 2 mm adalah ± 8 kg/jam.

Cara kerja mesin pengiris pisang ini adalah dengan memanfaatkan gerakan rotasi dari cakram yang dihubungkan dengan motor listrik DC dengan spesifikasi ¼ HP, 220 V *single phase*. Permukaan cakram dilengkapi dengan tiga mata pisau pengiris. Ketiga mata pisau dapat mengiris secara bersamaan sehingga menghemat waktu pengirisan.

Dengan menggunakan mesin ini, diharapkan pengirisan pisang dapat ditingkatkan menjadi 60 kg/jam atau 4 tandan/jam, (satu tandan pisang raja berisi ± 100 buah pisang) dan (berat satu tandan pisang ± 10 kg). Selain itu, hasil irisan pisang menjadi lebih higienis karena tidak lagi menggunakan tangan.

Kata kunci: mesin pengiris pisang, kapasitas produksi, pisau pengiris

Abstract

This study is about the design concept of banana slicing machine home industry to optimize productivity of banana chips. The study begins with learning the process of making banana chips at home industry. Process is quite time-consuming slicing bananas. This is because the slicing bananas still use manual is to help ordinary slicer. The time required for manual slicer slicing bananas with a ± 2 mm thickness was ± 8 kg / hour.

The workings of this banana slicing machine is by utilizing the rotational motion of the disc is connected to a DC electric motor with specifications ¼ HP, 220 V single phase. Surface of the disc comes with a three blade slicer. The third blade can slice simultaneously thus saving time slicing.

By using this machine, slicing bananas is expected to be increased to 60 kg / hour or 4 bunches / hour, (one bunch of plantain bananas contain ± 100) and (weight of the bunches of bananas ± 10 kg). In addition, the results become more hygienic banana slices because it no longer uses the hand.

Keywords: banana slicing machine, production capacity, blade slicer

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Penggunaan alat pengiris manual membuat waktu produksi kripik pisang kurang efisien. Selain itu, proses pengirisan manual yang banyak tersentuh tangan membuat hasil irisan pisang kurang higienis. Berdasarkan wawancara dengan salah satu pemilik home industry kripik pisang di Kecamatan Kroya, Kabupaten Cilacap, untuk menghasilkan 15 kg irisan pisang/hari setidaknya membutuhkan dua tenaga kerja. Sehingga untuk meningkatkan kapasitas produksi kripik pisang sangat bergantung pada penambahan tenaga kerja yang tentu saja akan menambah biaya operasional.

Berdasarkan penjelasan di atas, studi ini adalah rancang bangun mesin pengiris pisang untuk mengoptimalkan kapasitas produksi kripik pisang yakni dengan menempatkan pisau iris pada posisi horizontal sehingga dapat dilakukan pengirisan beberapa buah pisang sekaligus. Selain itu, bentuk irisan pisang dapat diatur memanjang maupun membulat dengan yaitu dengan cara mengatur posisi pisang pada tatakannya.

Berdasarkan pengkajian terhadap mesin-mesin pengiris pisang yang sudah ada, belum ada mesin sejenis yang dapat mengiris pisang beberapa buah sekaligus dengan bentuk irisan yang dapat diatur memanjang maupun membulat. Untuk itulah maka dalam studi ini rancang bangun pengiris pisang

yang diharapkan dapat memproses beberapa pisang sekaligus dan bentuk irisan dapat diatur memanjang maupun membulat. (Sutanto, Agus and Sunardi Tjandra, 2008: 32)

Untuk membuat mesin yang memiliki performa yang baik diperlukan tahapan observasi sebagai berikut:

1. Mengukur rata-rata panjang, lebar, dan tebal pisang dari berbagai varietas.
2. Menghitung waktu yang diperlukan saat pengirisan manual sebagai pembanding.
3. Mendesain mesin yang ergonomis dan sesuai dengan kebutuhan.
4. Analisis teknik pada komponen kritis.
5. Menentukan material mesin yang paling sesuai.
6. Membuat *prototype* untuk mengetahui performansi dari rancangan desain.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN KONSEP DESAIN

1. Karakteristik dimensi bahan pisang

Karakteristik berbagai jenis pisang sebagai bahan baku kripik pisang.

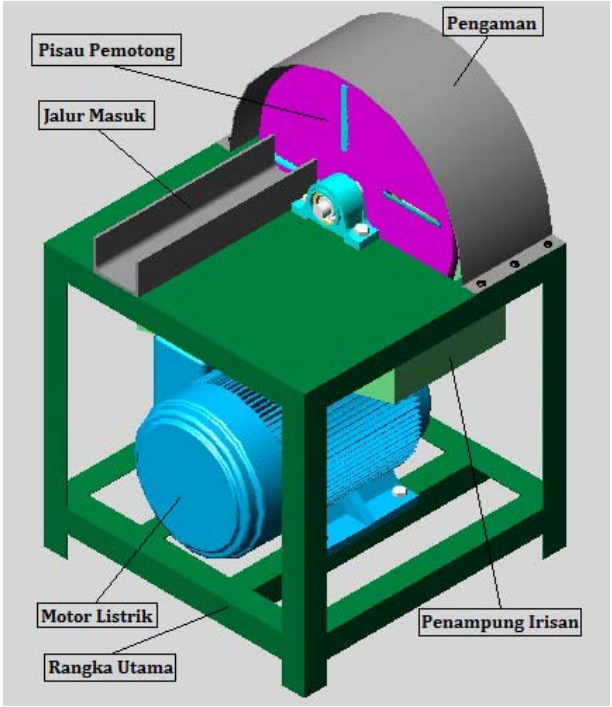
Table 1: Hasil rata-rata pengambilan sampel pisang

No	Jenis Pisang	Massa [gr]	Panjang [mm]	Diameter [mm]
1	Kepok	55	130	40
2	Ambon	50	150	35
3	Nangka	70	200	40
4	Raja	90	200	35

2. Target waktu mesin pengiris pisang dibandingkan dengan pengiris manual

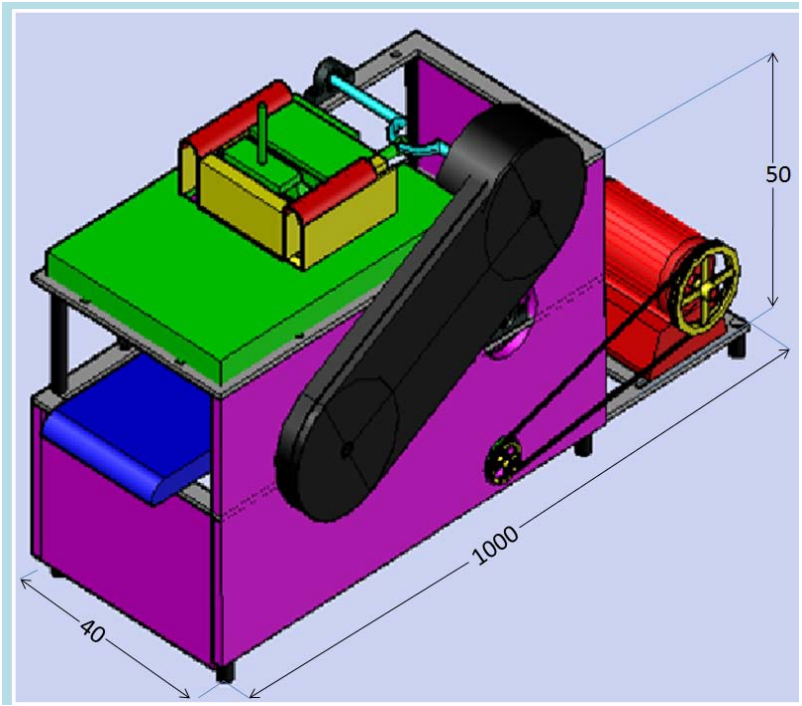
Target waktu yang hendak dicapai adalah 60 kg/jam atau 4 tandan/jam dengan menggunakan mesin pengiris pisang. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk mengiris pisang dengan pisau secara manual yang ketebalannya ± 2 mm adalah ± 8 kg/jam, tergantung dari keterampilan operatornya.

3. Konsep sketsa desain mesin



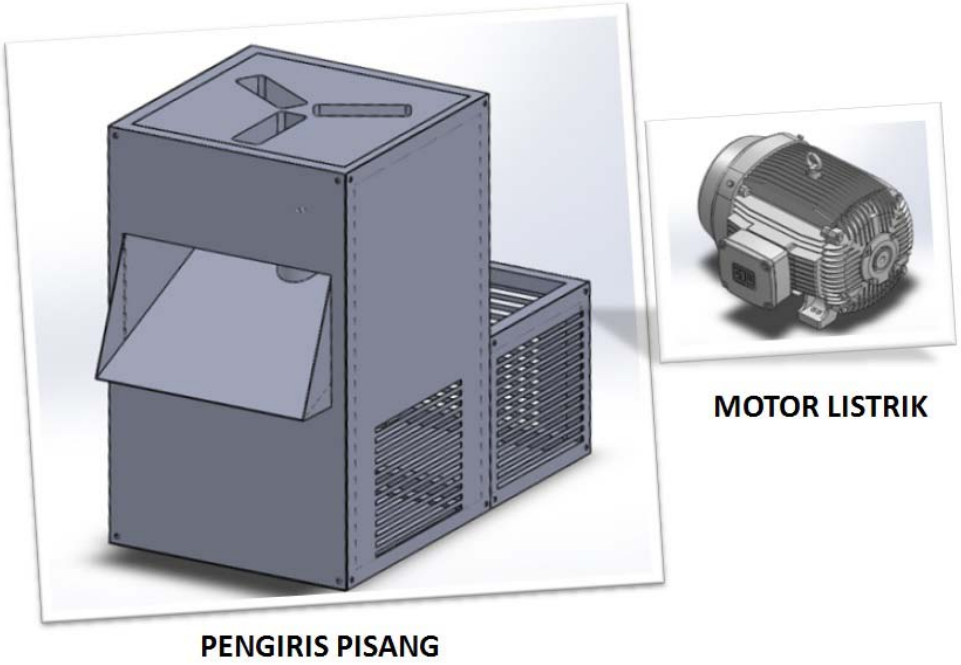
Gambar 1: Alternatif desain I

Keterangan:
1. Dimensi : p x l x t = 50 x 50 x 70 [cm]
2. Diameter piringan pisau pemotong = 40 [cm]
3. Panjang pisau pemotong = 15 [cm]
4. Penampung irisan = 25 x 40 x 20 [cm]
5. Jalur masuk : p x l x t = 30 x 6 x 5 [cm]
6. Daya motor listrik = ¼ HP



Gambar 2: Alternatif desain II

Keterangan:
1. Dimensi : p x l x t = 100 x 40 x 50 [cm]
2. Diameter piringan pisau pemotong = 30 [cm]
3. Panjang pisau pemotong = 15 [cm]
4. Penampung irisan = 40 x 25 x 25 [cm]
5. Jalur masuk : p x l x t = 30 x 6 x 5 [cm]
6. Penggerak : motor bensin
7. Transmisi : Belt-pully



Gambar 3: Alternatif desain III

Keterangan:
1. Dimensi : p x l x t = 80 x 50 x 800 [cm]
2. Diameter piringan pisau pemotong = 40 [cm]
3. Panjang pisau pemotong = 15 [cm]
4. Penampung irisan = 25 x 40 x 20 [cm]
5. Jalur masuk : p x l x t = 30 x 6 x 5 [cm]
6. Daya motor listrik = ¼ HP

Kami memilih desain III sebagai prototipe karena secara bentuk lebih simpel dan kapasitas lebih banyak cocok digunakan dalam home industry.

4. Analisis desain alternatif III

Berdasarkan analisis teknik yang sudah dilakukan sebelumnya, dapat diketahui bahwa daya motor yang dibutuhkan pada Mesin Pengiris Pisang ini sebesar 0,038 kW. Oleh karena itu digunakan motor yang mudah diperoleh di pasaran, dengan spesifikasi: supply tegangan 230 VAC, daya 0,25 HP dan putaran 1400 rpm. Hasil analisis teknik dari Mesin Pengiris Pisang secara lengkap dapat dilihat pada tabel.

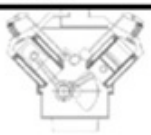
Table 2: Analisis teknik mesin pengiris pisang

Fitur	Spesifikasi
Motor Penggerak	Motor 230VAC / 0,25 HP / 1400 rpm
Mekanisme pisau	Berbentuk piringan dengan tiga mata pisau. Berputar secara horizontal
Sistem Transmisi	Belt-Pulley; V-belt tipe A no. 65 Diameter *pulley* motor = 70 mm Diameter *pulley* poros piring berputar = 260 mm

5. Konsep Pemilihan Material

Pemilihan material tidak hanya berdasarkan hasil analisis teknik, tetapi juga harus memperhatikan beberapa faktor, antara lain: mudah diperoleh di pasaran, murah, ramah lingkungan, dan mudah dimanufaktur.

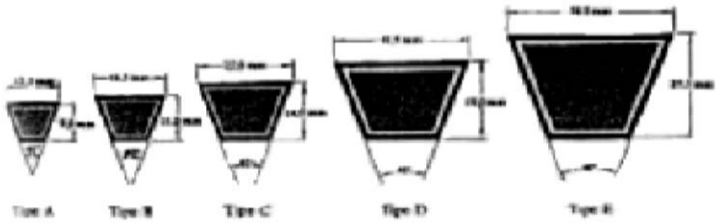
Table 3: Konsep Desain Komponen

No.	Sub Komponen	Varian yang mungkin		
		1	2	3
1.	Profil rangka mesin	 (pipa)	 profil L	 Profil U
2.	Penggerak	 (Motor bensin)	 (Motor listrik)	
3.	Sistem transmisi	 Rantai	 (*Pulley* dan *V-belt*)	
4	Sistem Putaran Pisau	 (Pisau Berputar Vertikal)	 (Pisau Berputar Horizontal)	
5	Penahan poros	 *circlips*	 *Bearing*	
6	Pisau	 Pisau kotak dengan alur ditengah	 Pisau kotak dengan lubang	

Beberapa jenis komponen yang akan digunakan pada mesin ini antara lain:

1. Kerangka Utama : Baja Profil L
2. Penggerak : Motor listrik
3. Sistem transmisi : *Pulley* dan *V-belt*
4. Pisau : Pisau cakram horizontal
5. Penahan poros : *Bearing*
6. Pisau : Pisau *stainless steel* persegi panjang

Adapun bentuk konstruksi macam-macam penampang sabuk-V yang umum dipakai terlihat pada gambar berikut



Gambar 4: Penampang v-belt
(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002: 164)

Pemilihan penampang sabuk-V yang cocok ditentukan atas dasar daya rencana dan putaran poros penggerak. Daya rencananya sendiri dapat diketahui dengan mengalihkan daya yang akan diteruskan dengan faktor koreksi yang ada. Lazimnya sabuk tipe-V dinyatakan panjang kelilingnya dalam ukuran inchi. Jarak antar sumbu poros harus sebesar 1,5 sampai dua kali diameter puli besar (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:166).

Perhitungan yang digunakan dalam perencanaan sabuk-V antara lain:

a. Daya rencana $(P_d) = f_c \times P$ ..... (1)
   (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:7)
   Dengan: fc = Faktor koreksi
   P = Daya (kW)

b. Momen Rencana $T = 9{,}74x10^5 x\ P_d/n_1$ ..... (2)
   (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:7)
   Dimana: T = Momen rencana (kg.mm)
   n_1 = putaran poros yang digerakkan
c. Penampang sabuk V: tipe A
d. Kecepatan sabuk V

$$V = \frac{\pi . d_p . n_p}{60 \times 1000} \quad \text{..... (3)}$$

   (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:166)

Keterangan:
d_p = Diameter puli penggerak (mm)
D_p = Diameter puli yang digerakkan (mm)
n_p = Putaran motor (rpm)
v = Kecepatan sabuk (m/s)

6. Torsi dan Daya

Torsi yang dibutuhkan

$$F_1 = \frac{50}{100} \text{ x } 6 = 3$$

$$F_2 = \frac{70}{600} \text{ x } 3 = 0{,}35$$

$$T = F_2 \,.\, R$$

$$T = 0{,}35 \text{ kg x } 15 \text{ mm}$$

$$T = 5{,}25 \text{ kg.mm}$$

Daya yang dibutuhkan

$$P = \frac{T.n}{72585{,}1}$$

$$P = \frac{5{,}25.1400}{72585{,}1}$$

$$P = \frac{7350}{72585{,}1}$$

$$P = 0{,}1 \text{ Hp}$$

7. Motor

Dengan pertimbangan kinerja mesin agar berfungsi dengan maksimal dan ketersediaan motor listrik di pasaran, maka motor yang digunakan adalah motor dengan daya ¼ Hp.
Spesifikasi motor listrik yang digunakan:

a. P = ¼ Hp
b. N = 1400 rpm
c. Tegangan = 110/220V

8. Diameter poros

$$d_s \geq \left[\left(\frac{5,1}{\tau g}\right)\sqrt{(K_M.M)^2 + (K_t.T)^2}\right]^{1/3}$$

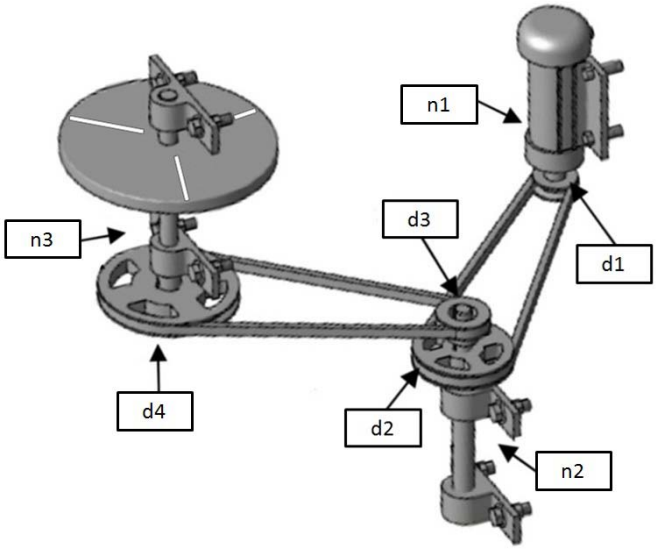
$$d_s \geq \left[\left(\frac{5,1}{2,78}\right)\sqrt{(3.295,5)^2 + (3.1216,526)^2}\right]^{1/3}$$

$$d_s \geq 22,96 \text{ mm}$$

Kebutuhan diameter minimal poros ≥ 22,96 mm aman digunakan.
Poros yang digunakan pada mesin 26,2 mm.

9. Pully dan Sabuk V (V-belt)

Transmisi sabuk-V digunakan untuk mereduksi putaran dari n_1 = 1400 rpm menjadi n_2 = 180 rpm. Mesin perajang singkong mempunyai variasi beban besar dan diperkirakan mesin bekerja selama 3-5 jam setiap hari, sehingga waktu koreksinya yaitu 1,5 **(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:165).**



Gambar 5: Rangkaian sistem transmisi v-belt

Diketahui :
n_1 = 1400 rpm
d_1 = 60 mm d_3 = 60 mm
d_2 = 140 mm d_4 = 200 mm
Rumus:
$n_1 . d_1 . = n_2 . d_2$ ..... (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:166)

$$n_2 = n_1 \cdot \frac{d_1}{d_2} \qquad n_3 = n_2 \cdot \frac{d_3}{d_4}$$

$$= 1400 \text{ rpm} \cdot \frac{60\ mm}{140\ mm} \qquad = 600 \text{ rpm} \cdot \frac{60\ mm}{200\ mm}$$

$$= 600 \text{ rpm} \quad .....(1) \qquad = 180 \text{ rpm}$$

Keterangan :
n_1 = Putaran awal d_2 = Diameter puli 2
n_3 = Putaran akhir d_3 = Diameter puli 3
d_1 = Diameter puli 1 d_4 = Diameter puli 4

10. Pembuatan *prototype* mesin pengiris pisang

Berdasarkan hasil perancangan yang sudah dilakukan, selanjutnya adalah pembuatan *prototype* mesin pengiris pisang. Melalui *prototype* ini, kita dapat mengetahui performansi dan mekanisme dari mesin, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan di awal. Selain itu juga dapat diketahui kelemahan-kelemahan yang masih harus diperbaiki, sehingga dapat diperoleh mesin dengan kualitas yang baik.

Dalam pembuatan prototype, mungkin akan banyak ditemui input-input tambahan sebagai informasi yang dapat dimasukkan ke dalam mekanisme sistemnya. Selain itu tujuan dari pembuatan prototype adalah untuk menekan biaya *trial and error*.

Berikut proses manufaktur yang akan kami gunakan pada masing-masing komponen.

Sambungan Rangka : dilas
Resize Lubang pully : dibubut
Cover : dipotong dan di bor
Pisau potong : Dibaut dengan cakram putar
Cakram putar : Casting aluminium / plat stainless steel

11. Pengujian Mesin Pengiris Pisang

Langkah-langkah yang akan dilakukan saat uji coba pada prototype mesin pengiris pisang ini adalah:

1. Menyediakan bahan berupa pisang mentah yang telah dikupas kulitnya sebanyak 1 kg. Pisang yang digunakan sebagai bahan baku keripik pisang adalah pisang yang masih agak keras.
2. Menyiapkan tempat penampungan untuk hasil potongan pisang.
3. Mengatur posisi pisau pada piring berputar, agar tebal irisan pisang sesuai dengan yang diinginkan.
4. Menyalakan mesin, kemudian memasukkan pisang ke tatakan pada mesin.
5. Lama loading dan proses pengirisan yang terjadi diukur dengan menggunakan stop watch.

III. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

1. Proses pengirisan pisang menggunakan mesin pengiris jauh lebih higienis dibandingkan dengan cara manual.
2. Reduksi daya dibutuhkan untuk menambah lifetime komponen-komponen serta memperhitungkan waktu loading (pengisian pisang).
3. Perhitungan yang matang sangat dibutuhkan agar menghasilkan performansi yang baik.
4. Selain aspek durabilitas, pemilihan material mempertimbangkan aspek harga agar dapat dijangkau oleh industri kecil.

2. SARAN

1. Merancang mesin untuk produksi kuliner perlu memperhatikan aspek kesehatan, yakni dengan memilih material yang tahan karat serta aman ketika bersentuhan dengan bahan makanan.
2. Bagian kaki mesin lebih baik dipasang roda yang dapat dibongkar pasang untuk mempermudah proses pemindahan tempat mesin.
3. *Cover* mesin dibuat agar mudah dibongkar pasang sehingga memudahkan untuk mengganti komponen-komponen yang rusak.

IV. DAFTAR PUSTAKA

[1] Sutanto, Agus and Sunardi Tjandra, , “Perancangan mesin pengiris pisang untuk home industry”, 32-37, Surabaya; 2008.
[2] Beer, Ferdinand P, Johnston, E. Russell Jr., , “Mekanika Teknik Untuk Insinyur” , Erlangga, Jakarta; 2001.
[3] Sularso ; Suga, Kiyokatsu, “Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin”, Pradnya Paramita, Jakarta; 2002.

Optimasi Kualitas Geometrik Unjuk Kerja Mesin Gerinda Silindris Tipe HTG 610

Rudi Edial
Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
rudiedial@yahoo.com

Abstrak

Tulisan ini adalah tentang hasil pengerjaan benda kerja dengan mesin gerinda silindris tipe HTG 610. Mesin jenis ini termasuk mesin yang sangat teliti karena ketelitiannya dapat mencapai 0,001 mm (1μm), tetapi seiring berjalannya waktu ketelitiannya dapat berubah dikarenakan komponen yang bergesekan disebabkan berat batu gerinda dan beban saat mesin bekerja mengakibatkan keausan terutama pada bantalan, sehingga hasilnya pada penggerindaan silinder diameter ujung yang dicekam oleh *workhead* dengan ujung yang dicekam oleh *tailstock* tidak sama yaitu selisihnya 0,005 milimeter, demikian pula dengan tingkat kebulatannya.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, penelitian ini menjawab bagaimana meningkatkan unjuk kerja mesin gerinda silindris dengan variasi parameter yaitu: *depth of cut*, *cutting speed* dan *feeding*.

Pada penelitian ini dilakukan indentifikasi masalah yang dilaksanakan di bengkel mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dokumentasi historis mesin gerinda silinder, selanjutnya mengumpulkan data mesin tersebut sesuai standar, membuat benda uji dengan variasi parameternya, kemudian dilakukan pengolahan data sehingga didapat parameter terbaik dengan hasil yang diperoleh kualitas geometrik mesin gerinda silindris selisihnya menjadi 0,002 mm, yaitu pada *depth of cut* = 0,003 mm, *cutting speed* = 2,25 m/menit dan *feeding* = 200 rpm, sedangkan kebulatan adalah 6,6 μm.

Kata Kunci: gerinda silinder, kualitas geometrik, kebulatan, silindrisitas.

Abstract

One of the widely used machines for the final working of the metal component is cylinder grinding machine. Tthis type of Machines was the most accurate, which could reach 0.001 mm (1μm). However , by the time of occupying, the accuracy would change for grinding a cylindris which is gripped by workhead at the side and tailstock at other side. The accuracy of both side differs about 0.005 mm, so the workpiece can be said as tapered.

By the background, this study answer how to improve the performance of cylindrical grinding machine by geometric quality testing based on ISO standards.

This study was began by identifying the problems of the cylindrical grinding machine at Politeknik Negeri Jakarta workshop and it's historical documentation. Further more, doing literatur study to collect machining data and also geometric quality based on ISO standards, making speciments with various parameters, and then processing the data to obtain the best parameter and geometric quality performance of cylindricl grinding machine; 0.002 mm in difference while 0.003 mm in depth of cut, 2.25 m/min in cutting speed, 200 rpm in feeding and 6.6 μm in roundness.

Keywords: cilindyical grinding, geometric quality, roundness, cilindricity

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Kebulatan dan kesejajaran benda kerja merupakan bentuk kualitas yang paling penting dalam banyak produk mekanik. Dampak dari tiga faktor, yaitu kedalaman potong, (*depth of cut*), asutan (*feeding*) dan kecepatan potong (*cutting speed*) digambarkan dalam hasil kerja mesin tentang kesejajaran silinder, kebulatan dan kekasaran permukaan. Karena ketepatan dimensi diperoleh dengan menggerinda, pembuatan komponen yang mampu tukar telah menjadi hal yang biasa di sebagian besar industri.

Salah satu mesin yang ada dan digunakan untuk membuat komponen adalah mesin gerinda silindris tipe HTG 610 yang sampai saat ini masih digunakan baik pelatihan maupun untuk produksi. Mesin tipe HTG 610 termasuk mesin yang teliti karena ketelitian yang dapat dicapai sebesar 0,001 millimeter atau 1 mikrometer

Pada prakteknya di lapangan penggunaan mesin gerinda masih banyak yang tidak memenuhi harapan dari operatornya dikarenakan oleh kualitas geometriknya tidak memenuhi kriteria, silindrisitas yang tidak memenuhi kriteria dan kebulatan yang tidak memenuhi kriteria. Kedua hal

yang tidak memenuhi kriteria seperti apa pada akhirnya akan menyulitkan fabrikasi dari *part* atau komponen yang akan dirakit (*assembling*).
Pada penggerindaan silinder, masalah yang ditemui adalah diameter ujung yang dicekam pada *workhead* dengan ujung yang dicekam pada *tailstock* tidak sama atau selisih 0,005 milimeter, sehingga produk tersebut dikatakan tidak silindris.

II. EKSPERIMEN

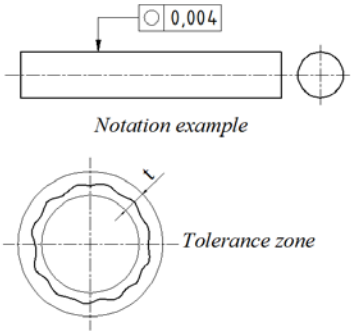
Studi ini dilakukan secara eksperimental dengan langkah-langkah sebagai berikut:
1. Mengukur kondisi mesin gerinda.
2. Mengatur kelurusan meja kerja mesin gerinda.
3. Menggerinda benda uji yang sudah disiapkan dengan dibubut.
4. Mengukur benda uji dengan menggunakan mesin *roundness test*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Derajat tingkat ketelitian pengerjaan mesin, di samping tergantung pada mesin itu sendiri, juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti :
1. Jenis batu gerinda dan kondisi nya.
2. Peralatan/mesin yang dimiliki
3. Kecepatan potong, dan pemakanan.
4. Material benda kerja .
5. Bentuk, kekakuan dan ukuran benda kerja.
6. Pencekaman benda kerja.
7. Keterampilan operator.

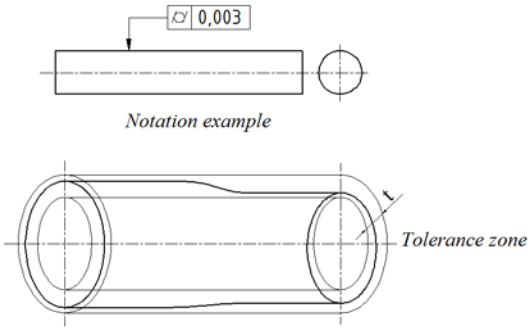
Oleh karena itu, tidak ada jaminan untuk memperoleh tingkat akurasi yang benar dalam pembuatan benda kerja, tetapi yang dijamin hanyalah mesin dalam kondisi yang baik dan memenuhi toleransi yang ditetapkan oleh pabrik. [1]
Batu gerinda yang digunakan adalah oksida aluminium yaitu KINIK dengan kode WA 80 JV karena dapat digunakan pada bahan yang kekuatan tariknya tinggi, adapun arti dari penandaan diatas adalah sebagai berikut:
W = Jenis batu gerinda yaitu bentuk lurus (straight wheel)
A = Jenis bahan batu gerinda yaitu aluminium oxside.
80 = Ukuran butiran batu gerinda yaitu sedang.
J = Tingkat kekerasan batu gerinda yaitu sedang.
V = Jenis bahan pengikat yaitu keramik. [3]

Adapun Toleransi geometrik yang diukur adalah kebulatan dan kesilindrisan:
1. Kebulatan poros boleh menyimpang didalam daerah toleransi yaitu antara dua lingkaran yang sesumbu dan berjarak t = 0,004 mm. [2]



Gambar 1. Toleransi geometrik untuk kebulatan

2. Kesilindrisan poros boleh menyimpang didalam daerah silindris yaitu antara dua lingkaran yang sesumbu dan berjarak t = 0,003 mm.[2]

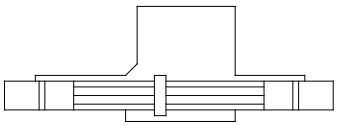
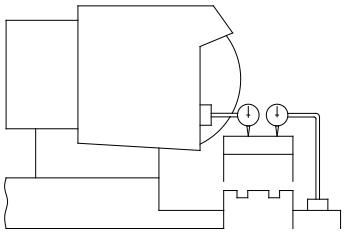
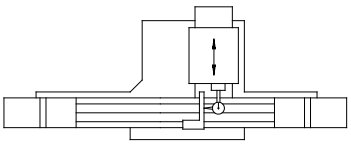


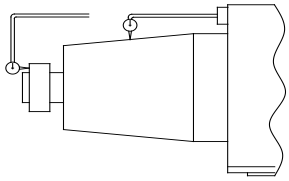
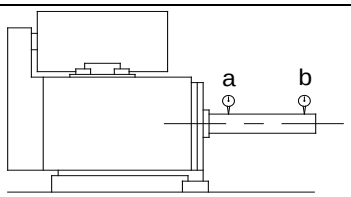
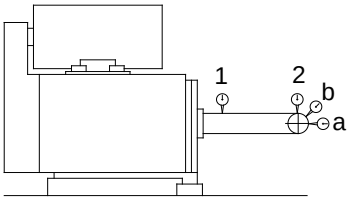
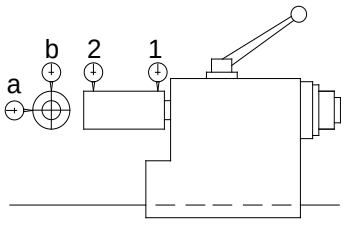
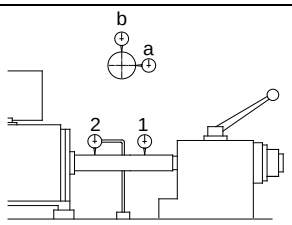
Gambar 2. Toleransi geometrik untuk kesilindrisan

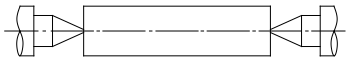
1. Hasil pengukuran kondisi mesin gerinda silindris.

Mengukur kondisi mesin ini bertujuan untuk mengetahui bahwa mesin yang digunakan masih berada pada batas toleransi yang diizinkan, alat yang digunakan adalah: dial indikator dan magnit stand, test bar siku, test bar lurus, spirit level.

Tabel 1: Pemeriksaan toleransi standar pabrik pembuat mesin TSCHUDIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	LEMBAR PEMERIKSAAN MESIN		
	JENIS MESIN: GERINDA SILINDER HTG 610		
GAMBAR	Bagian yang diperiksa	Toleransi	Hasil pengukuran
	1. LEVELING MESIN - Kearah memanjang diukur sepanjang 1000 mm. - Kearah melintang diukur sepanjang 1000 mm. Alat Ukur: Water Pas	0.015 0.015	0.010 0.010
	2. KESEJAJARAN THDP DUDUKAN. - Kearah memanjang meja digeser sepanjang 1000 mm. - Kearah melintang Kepala utama digeser 150 mm.	0.015 0.015	0.012 0.010
	3. KESIKUAN MEJA DENGAN GERAKAN MELINTANG. - Pasang blok siku di atas meja ukur dg dial Indikator kerah melintang sepanjang 150 mm.	0.008	0.008

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	LEMBAR PEMERIKSAAN MESIN		
	JENIS MESIN: GERINDA SILINDER HTG 610		
GAMBAR	Bagian yang diperiksa	Toleransi	Hasil pengukuran
	4. SPINDEL RODA GERINDA. - Kesumbuan putaran poros pemegang roda gerinda. - Kelonggaran poros Kearah aksial.	 0.002 0.012	 0.002 0.012
	5. KESUMBUAN PU-TARAN SPINDEL - Pasang Test Bar pada spindel dan di putar. a. Pada jarak 30 mm. b. Pada jarak 300 mm.	 0.002 0.010	 0.002 0.008
	6. KESEJAJARAN SUMBU SPINDEL BENDA KERJA TER HADAP GERAKAN MEMANJANG. - Pada posisi a, sepanjang 30 mm. - Pada posisi b, sepanjang 300 mm.	 0.008 0.010	 0.005 0.010
	7. KESEJAJARAN POROS *TAILSTOCK* THDP MEJA. - Pasang Test Bar pd Tailstock. - Periksa pd posisi a sepanjang 100 mm. - Periksa pd posisi b Sepanjang 100 mm.	 0.005 0.005	 0.005 0.005
	8. POSISI SPINDEL BENDA KERJA DAN TAILSTOCK. - Sama posisinya pada a dan b. - Sama tingginya pada 1 dan 2.	 0.020 0.008	 0.020 0.005

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	LEMBAR PEMERIKSAAN MESIN		
	JENIS MESIN: GERINDA SILINDER HTG 610		
GAMBAR	Bagian yang diperiksa	Toleransi	Hasil pengukuran
	9. KETEPATAN PEMA-KANAN. - Pasang benda kerja dan digerinda sampai rata. a. Kesilindrisan pada panjang 500 mm. b. Kesilindrisan pada panjang 800 mm.	 0.002 0.003	 0.002

Berdasarkan hasil pemeriksaan mesin dapat dilihat bahwa mesin gerinda silinder tipe HTG 610 masih layak digunakan untuk produksi, karena dari hasil pengukuran masih berada pada batas toleransi yang diizinkan walaupun ada beberapa pengukuran yang berada pada batas maksimum toleransi.

2. Mengatur kelurusan meja kerja mesin Gerinda Silinder.

Karena *Tailstock* selalu dilepas pada saat selesai menggunakan mesin ini, maka sebelum perbuatan benda kerja, terlebih dahulu harus dilakukan penyetelan meja gerinda dengan tujuan agar diameter sisi kiri pada *workhead* sama dengan diameter sisi kanan pada *tailstock* yaitu dengan cara mengukur diameter sisi kiri dan diameter sisi kanan dan apabila terjadi selisih angka maka perhitungan pergeseran meja mesin dapat dilihat pada tabel.

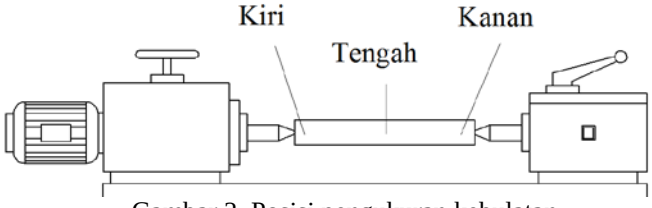
Selisih yang didapat hasil pengukuran benda kerja adalah 0,013 mm, maka dapat diurai menjadi 0,01 + 0,003 = 0,013 mm, dari tabel didapat untuk 0,01 dengan panjang 160 mm = 0,021 mm, sedangkan untuk 0,003 dengan panjang 160 mm dari tabel didapat = 0,065/10 = 0,0065 dibulatkan = 0,007 mm. Maka besarnya pergeseran meja mesin adalah 0,021 mm + 0,007 mm = 0,028 mm. Untuk menggeser meja mesin agar lurus harus disiapkan dial indikator dan kunci L ukuran 12 mm.

Karena diameter poros yang sebelah kanan yang lebih besar maka meja harus digeser kearah dalam sebesar 0,028 mm dan yang sebelah kiri akan tertatik keluar sebesar 0,028 juga.

Langkah pertama adalah menempatkan dial indikator pada rangka mesin kemudian sentuhkan ujung detektor dial indikator kemeja mesin dan set jarum dial indikator keangka nol, setelah itu kendur baut pengikat meja kiri dan kanan dengan menggunakan kunci L, dilanjutkan dengan memutar penyetel meja sehingga jarum mikrometer bergerak berlawanan arah jarum jam dan sampai menunjukan angka 0,028 mm, kemudian kencangkan kembali baut pengikat meja.

3. Hasil pengukuran kebulatan

Pengukuran kebulatan ini menggunakan mesin roundness test dengan jumlah benda uji 5 piece dan setiap benda diukur tiga titik yaitu pada ujung kiri, tengah dan ujung kanan.



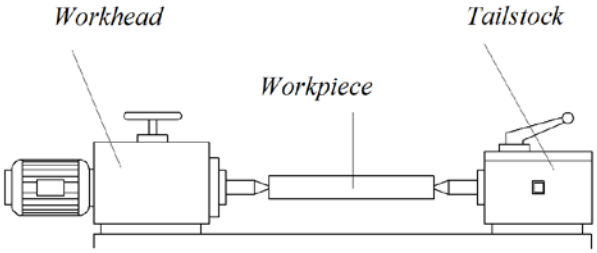
Gambar 2. Posisi pengukuran kebulatan

Tabel 2: Hasil pengukuran kualitas kebulatan

No	Rata2 Roundness (µm)	*Depth Of Cut* (mm)	*Feeding* (m/mnt)	N (rpm)	Panjang Benda (mm)
1	8,78	0,005	3,00 m/mnt	300	160 mm
2	12,6	0,005	2,25 m/mnt	250	160 mm
3	15,2	0,008	2,25 m/mnt	250	160 mm
4	8,1	0,003	2,25 m/mnt	250	160 mm
5	6,6	0,003	2,25 m/mnt	200	160 mm

4. Hasil pengukuran silindrisitas

Pengukuran silindrisitas menggunakan dial indikator dengan jumlah benda uji 5 *piece* dan setiap benda diukur dua titik yaitu pada posisi *workhead* dan *tailstock.*

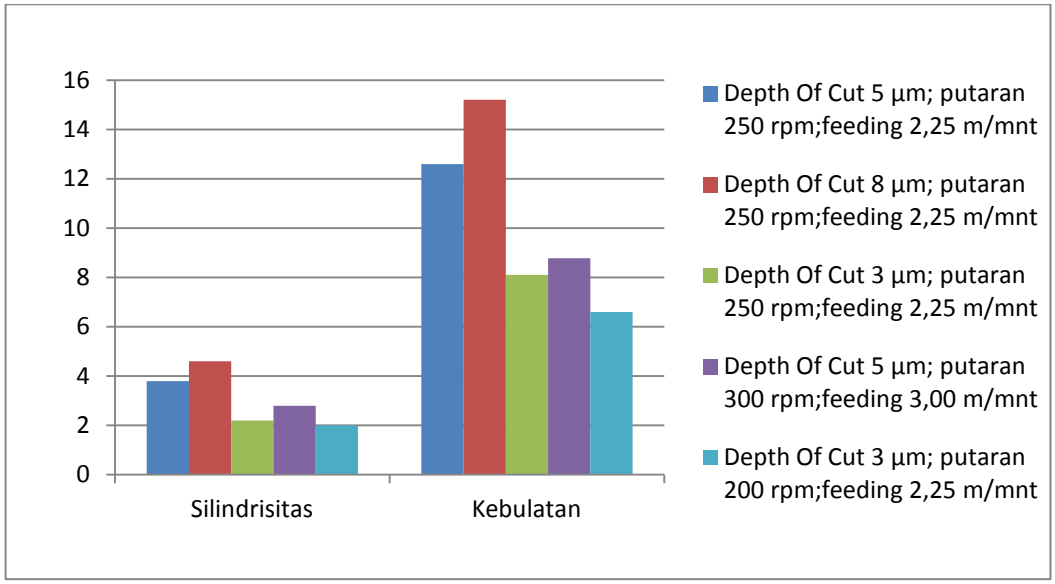


Gambar 2. Posisi pengukuran silindrisitas

Tabel 3: Hasil pengukuran kualitas silindrilitas

NO	Rata2 Selisih (µm)	*Depth of Cut* (mm)	*Feeding* m/menit	N (rpm)	Panjang Benda Kerja
1	2,8	0,005	3m/menit	300	160 mm
2	3,8	0,005	2,25m/mnt	250	160 mm
3	4,6	0,008	2,25m/mnt	250	160 mm
4	2,2	0,003	2,25m/mnt	250	160 mm
5	2,0	0,003	2,25m/mnt	200	160 mm

Akibat dari gerakan spindle batu gerinda yang berada batas toleransi maksimum yang diizinkan maka benda kerjapun terjadi penyimpangan yaitu pada kebulatan yaitu 6,6 µm . Sedangkan untuk kesejajaran poros *tailstock* terhadap gerakan meja juga pada batas maksimum yang diizinkan dan ini akan mempengaruhi silindrisitas benda kerja, sehingga untuk mengembalikan keakuratan kinerja mesin gerinda silinder perlu diadakan penggantian *bearing* baik pada spindel roda gerinda maupun pada poros *tailstock.* Walaupun demikian mesin ini masih layak dipakai untuk produksi ataupun untuk praktek mahasiswa.



Gambar 3: Grafik silindrisitas dan kebulatan dalam satuan µm.

IV. KESIMPULAN

a. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapatlah disimpulkan bahwa mesin gerinda silindris yang sudah dipakai diatas 20 tahun masih dapat dioptimalkan kualitas geometrisnya dengan mencari variabel dan parameter yang tepat sebelum dilakukan penggantian komponen.
b. Mesin ini masih layak untuk praktek kerja gerinda mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta, karena dari pengukuran silindrisitas hasil percobaan adalah 2,0 µm, sedangkan dari pengukuran kebulatan penyimpangan terkecil yang terjadi adalah sebesar 6,6 µm.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] DR. Georg Schlesinger "Testing Machine Tools" England 1978.
[2] G. Takeshi Sato, N. Sugiarto.H, "Menggambar Mesin Menurut Standar ISO"
[3] PT. Pradnya Paramita Jakarta 2005.
[4] Rochim, Taufiq "Teori dan Teknologi Proses Pemesinan"
[5] Laboratorium Teknik Industri dan Metrologi industri Jurusan Teknik Mesin, FTI, ITB, Bandung 1993.

Rancang Bangun Mesin Penekuk Pipa Kompresi Sistem Multiple Die

Maman Firmansyah[1] ; Hafizha Amalia[1] ; M Firza Alfayez[1] ; M Irvan Yusup[1] ; Muslimin[2]
1. Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Dosen Pembimbing Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
firlandsyah@gmail.com

Abstrak

Studi ini adalah rancang bangun mesin tekuk pipa yang diharapkan dapat membantu industri kecil dan menengah untuk bersaing dengan produk yang dihasilkan industri besar. Tidak hanya indusri, institusi pendidikan pun membutuhkan mesin tekuk pipa untuk perlombaan – perlombaan Nasional maupun Internasional seperti *IEMC (indonesian energy marathon challange)* dan *SEM (Shell Eco Marathon)* dalam merancang rangka mobil dengan bahan dasar pipa turbular dengan teknik penekukan.

Mesin penekuk pipa sistem *multiple dies* adalah rancang bangun berdasarkan pemanfaatan alat bantu produksi yang mengacu pada modifikasi penggunaan dies berupa *multiple dies* dengan radius yang presisi dan variatif, metode yang kami gunakan adalah metode *rotaty draw bending*. Perancangan mesin penekuk pipa ini memanfaatkan sistem hidrolik dengan modifikasi dan Penambahan metode menggunakan sistem *multiple dies* dan *relay* yang berfungsi sebagai stopper saat sudut pipa telah terbentuk sesuai yang ditentukan sebelumnya. Dimana proses pembuatan awal hingga akhir diperlukan persiapan yang baik agar menghasilkan rancangan optimal yang dapat direalisasikan.

Pemilihan bahan untuk rangka utama menggunakan bahan steel yang kuat dan ringan. Ada pun bahan tambahan yang digunakan untuk komponen – komponen pendukung seperti *handle, mandrel, dan roll support*. Kemudian melalui ilmu mekanika dapat dianalisis kekuatannnya sehingga pada akhirnya akan menghasilkan rancangan optimal yang dapat direalisasikan.

Kata kunci: mesin penekuk, pipa, *multiple dies*, *stainless steel*.

Abstract

The use of pipe base material is getting increase around the people, either the industry or the institution of education. The competition between small industries and large industries provide a high quality product. Pipe bending is absolutely needed to increase efficiency and quality.

This study was the plan of design and making ¾ inches tube bender machine with hydraulic and multiple dies system can help small industries to compete with other large industries to obtain the best product. Not only the industry but also the education institution such as university need a tube bender machine for some purposes like the national and international event; IEMC (Indonesia energy marathon challenge), SEM (shell eco-marathon), which build the frame, using a pipe base material.

The tube bender machine with multiple dies system is based on advantaging production tools that modifying the dies into precise and varieties radius, using rotary draw bending method. The additional method is using a relay as the automatic stop engine. Expectedly, all optimal and persistent process can provide the best result.

The selection for main frame is using steel that contain the strongest and lightest material. As for, the additional material for main frame is used for supporting components like handle, mandrel and roll support. Then, by mechanics method, the strength can be analyzed so that provides the optimal design

Keywords: pipe bending, pipe, multiple dies, stainless steel

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Industri pipa baja di Indonesia telah berkembang pesat yang pada awalnya hanya membuat pipa bagi kebutuhan rumah tangga (diameter kecil), maka pada saat ini penggunaan pipa telah mencapai tingkat penggunaan yang beraneka ragam. Perkembangan industri pipa yang pesat ini disebabkan oleh semakin banyaknya industri yang menggunakan pipa sebagai bahan baku. Disamping itu, kebutuhan mesin tekuk pipa juga terdapat pada Politeknik maupun perguruan tinggi di Indonesia yang ditunjukkan untuk kegiatan praktikum dan sebagainya. Fokus kami adalah industri kecil yang menggunakan proses penekukan pipa dalam kegiatannya seperti tukang las pagar dan juga didasari kesulitan kami saat mendesain rangka mobil listrik untuk perlombaan, karena di beberapa bagian lebih efisien menekuk pipa dibandingkan dengan memotong dan mengelasnya.

Kami mengamati sebuah bengkel las di daerah bekasi, disana para pekerja menekuk pipa secara manual sehingga hasil tekukan pipa kurang presisi dan tidak seragam, para pekerja menilai harga mesin penekuk pipa otomatis masih telalu mahal, mesin – mesin penekuk pipa otomatis yang ada di pasaran, baik elektrik maupun hidrolik umumnya berharga mahal dan dengan spesifikasi yang tinggi, sehingga menekuk pipa dengan cara manual dinilai lebih ekonomis dibandingkan dengan menggunakan mesin tekuk otomatis. Tetapi, hasil penekukan secara otomatis mempunyai kelebihan, diantaranya tenaga yang dibutuhkan tidak benyak dan hasil yang presisi dan seragam, kelebihan dan kekurangan tersebutlah yang kami pertimbangakan dalam rancang bangun mesin penekuk pipa.

II. METODOLOGI

Studi ini dilakukan secara faktual dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Studi pustaka dengan mempelajari literatur yang relevan dan survey serta wawancara dengan pengguna atau calon pengguna mesin.
2. Identifikasi kebutuhan pengguna serta identifikasi kelemahan-kelemahan mesin yang sudah ada di lapangan.
3. Pembuatan tabel identifikasi kebutuhan dan alternatif pemecahan dalam bentuk penyususnan konsep-konsep mesin.
4. Pengujian konsep terpilih baik menggunakan perhitungan
5. Pembuatan dan pengujian produk

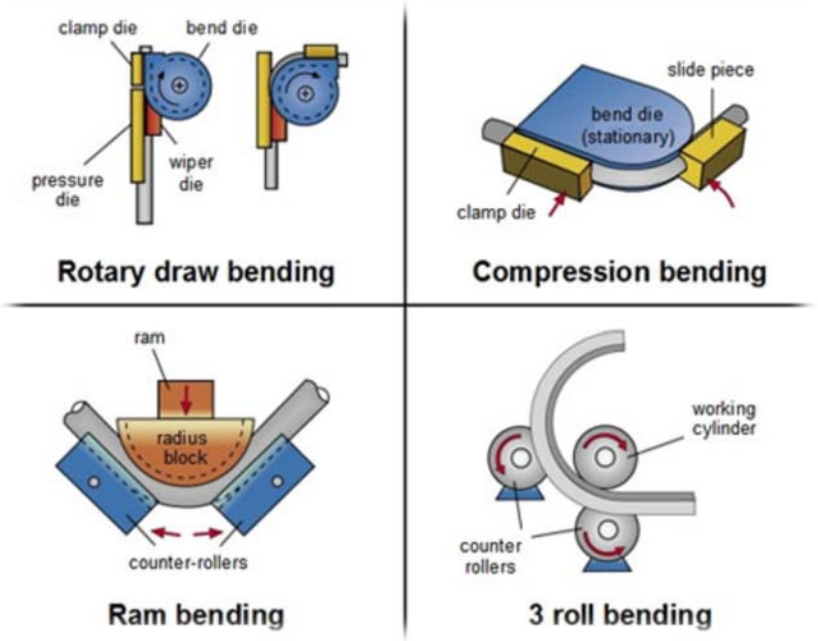
III. DESAIN DAN ANALISIS

1. Rancangan Mesin Penekuk Pipa

Beberapa metode yang biasanya digunakan dalam melakukan penekukan pipa untuk menghasilkan bentuk dan hasil akhir yang berbeda. Metode – metode yang digunakan antara lain [1]:

a. Metode Ram (Ram Style Bending)
b. Metode Rotary (rotary draw bending)
c. Metode rol (roll bending)
d. Metode Compression Bending

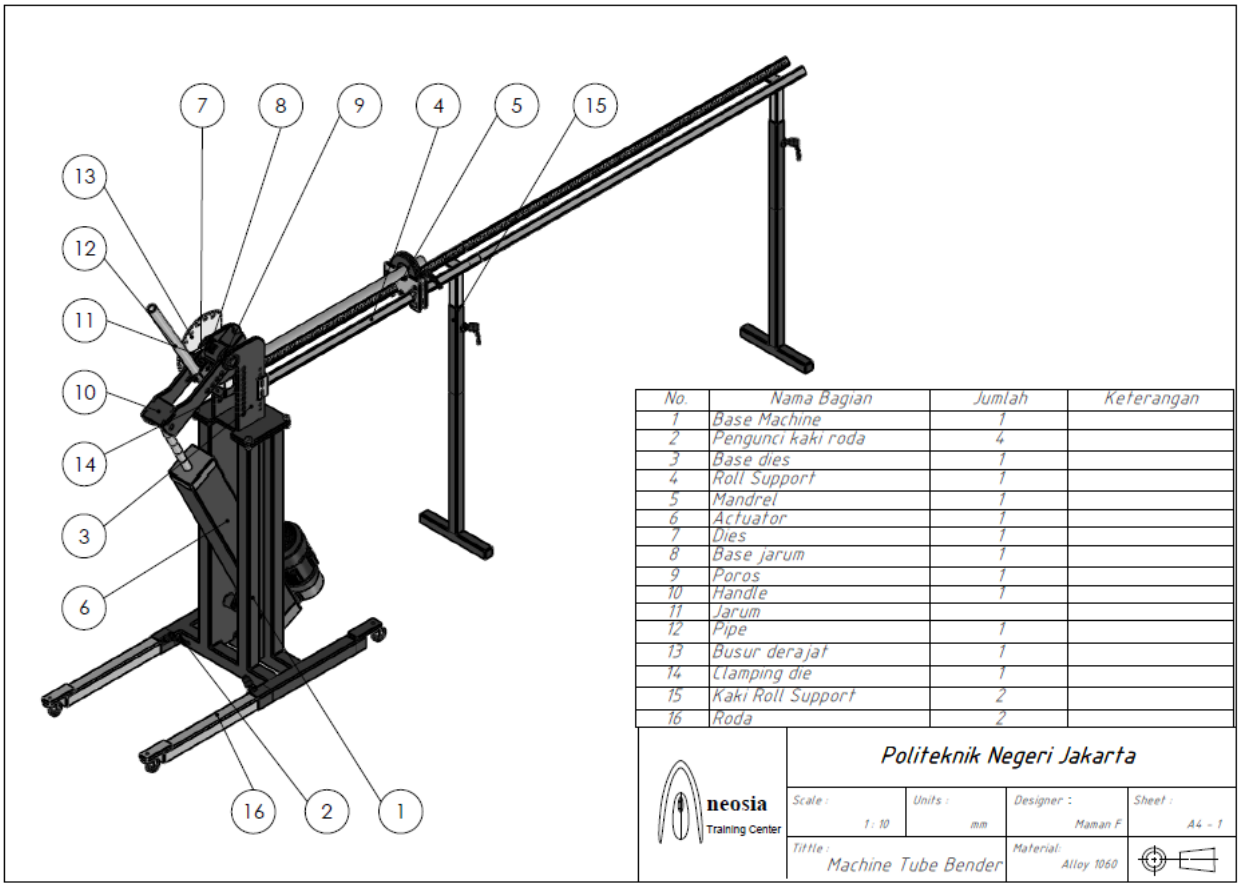
Metode-metode tersebut digambarkan seperti pada Gambar 1 berikut :



Gambar. 1 Metode Bending Pipa [1]

Studi ini adalah rancang bangun mesin penekuk pipa kompresi sistem *multiple die* untuk berbagai macam diameter pipa dengan kapasitas lebih dari 360 penekukan per jam. Diameter pipa yang dibending adalah maksimum 1 inchi dan optimal digunakan untuk ¾ inch (untuk aplikasi rangka mobil dan aplikasi lainnya)

Bentuk rancangan mesin yaitu sebagai berikut:



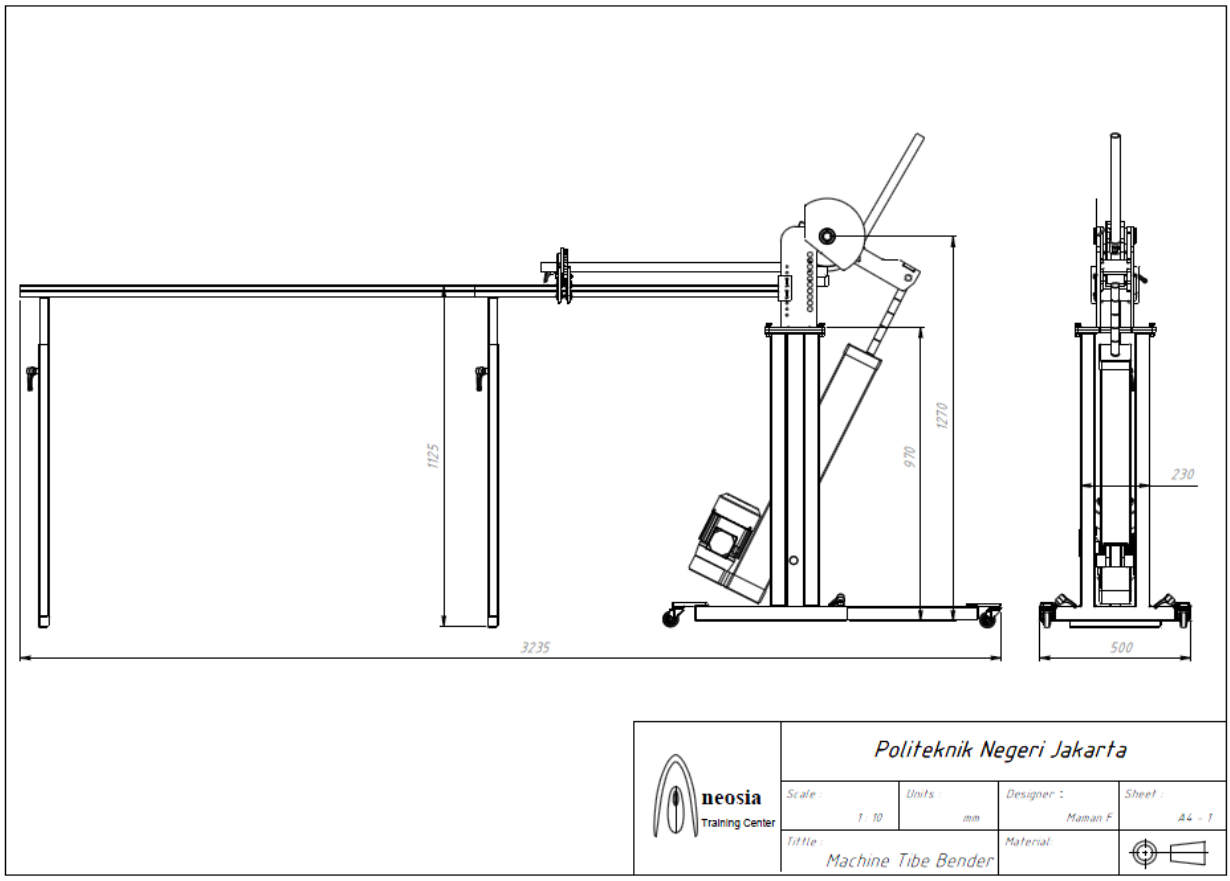
No.	Nama Bagian	Jumlah	Keterangan
1	Base Machine	1	
2	Pengunci kaki roda	4	
3	Base dies	1	
4	Roll Support	1	
5	Mandrel	1	
6	Actuator	1	
7	Dies	1	
8	Base jarum	1	
9	Poros	1	
10	Handle	1	
11	Jarum		
12	Pipe	1	
13	Busur derajat	1	
14	Clamping die	1	
15	Kaki Roll Support	2	
16	Roda	2	

neosia Training Center

Politeknik Negeri Jakarta

Scale : 1 : 10	Units : mm	Designer : Maman F.	Sheet : A4 - 1
Tittle : Machine Tube Bender		Material : Alloy 1060	

Gambar 2 Rancangan Mesin



Gambar 2.1 Rancangan Mesin

Cara kerja mesin tekuk pipa hidrolis

Mesin ini memerlukan persiapan awal dalam proses pengoperasiannya yaitu berupa penyetelan sudut penekukan dan penyesuaian jarak silinder ke garis tengah pipa. Masukan pipa ke mandrel dan bagian ujung yang lain dimasukan ke dalam dies dan clamping dies, pasang pin untuk dies dan clamping dies. Setelah semua persiapan telah selesai nyalakan tombol on untuk menghidupkan motor pump hidrolik.

Langkah selanjutnya adalah melakukan penyetelan jarak pipa yang akan ditekuk dengan mengatur penyetelan jarak. Kemudian tekan tombol *ON* pada *power* untuk memulai proses penekukan. Fluida mengalir dari motor pump hidrolik senhingga mendorong actuator. Handle yang diberi gaya oleh actuator bergerak sehingga pipa yang telah terpasang di dies pun bergerak sampai sudut yang di tentukan.

2. Rancangan Mesin Penekuk Pipa

Perhitungan Radius Bending

Analisis bending perlu mempertimbangkan radius minimum penekukan karena hal ini sangat berpengaruh terhadap pipa yang dihasilkan. Bila radius minimum dilanggar maka akan menyebabkab rusaknya pipa yang ditekuk karena terjadi ketidakefisiensinan loha, pada bagian yang mengalami tarikan. Penafsiran pendekatan radius minimum dimana pipa apat dibending, dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut [2] :

r = 50 − …… (2.1)

catatan : r = radius bending (mm)
d = diameter pipa (mm)
Ɛ = persentase perpanjangan

Clamping Die

Panjang clamp yang diijinkan adalah 2 sampai 3 kali diameter pipa.

Tabel 1 panjang clamping die untuk bending pipa [1]

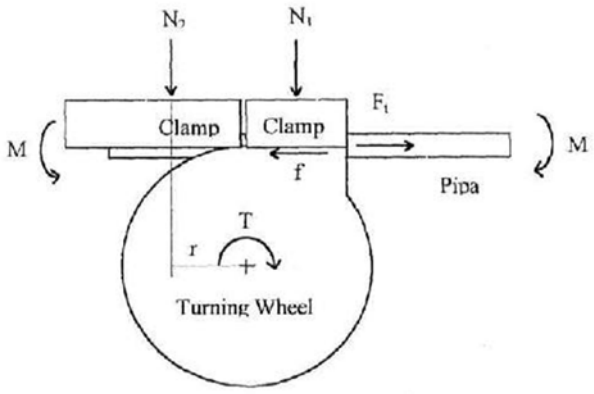
Radius of bend centerline	Wall thickness of tube, in.	Typical length clamped
1 × OD	Under 0.035	4 to 5 × OD
	0.035 to 0.065	3 to 4 × OD
	Over 0.065	2 to 3 × OD
2 × OD	Under 0.035	3 to 4 × OD
	0.035 to 0.065	2 to 3 × OD
	Over 0.065	1½ to 2½ × OD
3 × OD	Under 0.065	2 to 3 × OD
	0.065 and over	1 to 2 × OD

Perhitungan momen bending dan gaya penjepit

Momen bending yang terjadi pada proses bending pipa dengan bentuk penampang lingkaran berlubang ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus [2] [3]:

$M = \sigma \, . - . \, d^3$ —

Momen bending ini sangat berpengaruh untuk perhitungan – perhitungan selanjutnya.



Gambar 3 Free body proses draw bending

Momen bending yang terjadi adalah momen torsi pada proses draw bending dan dicari dengan persamaan [4]:

$M = T = Ft \, . r$

catatan : M = Momen bending (N.mm)
T = Torsi (N.mm)
Ft = Gaya tangensial (N)
r = radius turning wheel (mm)

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya telah diketahui momen bending dalam pipa. Momen bending dalam adalah sama dengan momen luar bending yang digunakan untuk menekuk pipa yang dalam hal ini juga disebut dengan momen torsi, radius yang digunakan adalah radius bending die yang telah dihitung sehinggu menghasilkan gaya yang maksimum.

$M = T = F_t \, . r$

$F_t = -$

Selanjutnya dicari gaya normal (gaya clamping die) yang terjadi dengan menggunakan rumus gesekan. Karena clamping die diharapkan tidak bergerak maka gesekan yang terjadi haruslah maksimal yang berarti bahwa gaya tangensial yang terjadi adalah juga gaya geseknya.

$f = \mu_s . N_1$

$N_1 =$ –

Perhitungan gaya pada preasure dies

Torsi yang terjadi pada perhitungan diatas sama dengan torsi akibat gaya pressure die dikalikan jarak kepusat bending die.

$N_2 =$ –

Perhitungan springback

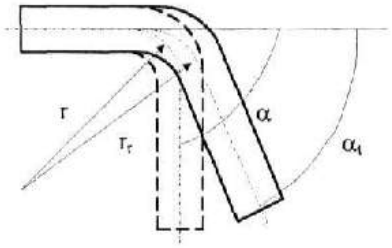
Radius setelah springback dapat dicari dengan rumus :

$r_r =$ ——————— $+ r$

catatan : r_r = radius setelah springback (mm)
t_o = tebal = diameter pipa (mm)
ε = persentase perpanjangan
r = radius bending die (mm)

Springback pada proses bending pipa selalu terjadi, oleh karena itu sudut bending yang ditetapkan hasilnya tidak sama dengan sudut bending pada pipa setelah proses dilakukan. Hal ini dapat ditasi dengan melakukan penyetelan sudut bending yang melebihi, sehinnga pipa yang dibending dapat mempunyai dudut bending yang diharapkan. Permisalan jika yang diinginkan sudut penekukan setelah springback adalah 90^0 , maka dengan menggunakan springback rasio sudut bending dapat ditentukan [5]:

K = ——————— = ———————



Gambar 4 Springback pada pipa

Perencanaan silinder hidrolis untuk bending die

Mekanisme penggerak untuk penekuk pipa ini yaitu poros aktuator menggerakan handle sehingga die berputar dan memaksa pipa berbentuk seperti die hingga sudut yang diinginkan.

Data yang diperlukan dalam perencanaan :

Diameter torak = … mm
Diameter batang torak = … mm
Stroke (L) = … mm
Putaran bending die (N) = … Rpm

Kecepatan torak silinder dihitung berdasarkan rumus [6]:

$\omega =$ ——

$\omega =$ … rad/s

Maka kecepatan maju batang torak untuk silinder bending die adalah

$V = \omega \times r$

V = … mm/s

Kapasitas aliran pompa actual dihitung berdasarkan rumus [6]:

Q = v . A
Q = … mm3/s
Kapasitas pompa

Q pompa = ——————

Q pompa = … mm3/s = … cc/rev = … lt/ min

Motor

Untuk menggerakan pompa sehingga terjadi aliran fluida digunakan motor. Daya motor yang dibutuhkan dapat dicari dengan persamaan [6]:

P = ———

P = … kW

IV. KESIMPULAN

1. Rancang bangun mesin penekuk pipa otomatis sistem multiple die dengan harga yang terjangkau dan fungsi yang maksimal agar bisa digunakan industri kecil atau kegiatan mahasiswa.
2. Pemilihan material yang tepat agar mesin dapat dibuat dengan harga yang tidak terlalu mahal tanpa mengesampingkan fungsi.
3. Analisis perhitungan yang dilakukan meliputi: perhitungan spesifikasi mesin, perhitungan radius bending, perhitungan momen bending dan gaya penjepit, perhitungan gaya pada preasure dies perhitungan springback dan kapasitas motor harus dilakukan dengan benar dan maksimal agar sistem bekerja dengan efisiensi tinggi.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Kalpakjian, 1989 , *Manufacturing Engineering and Technology*, Addison Wesley,
[2] Sularso, Ir, MSME Kiyokatsu Suga., 1991. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan ElemenMesin*., PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
[3] G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto, "*Menggambar Mesin sesuai standar ISO*", PT. PradnyaParamita, Jakarta.
[4] Groover, Michael P., 1996. *Fundamental of modern manufacturing*., Prentice hall, UpperSaddle River, New Jersey.
[5] J. E. Shigley and C. R. Mischke, 1983. *Mechanical Engineering Design*, McGraw HillBook Company, New York.
[6] Popov, E.P. 1996. *Mekanika Teknik*, Erlangga. Jakarta.

ISSN 2085-2762
Seminar Nasional Teknik Mesin
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Rancang Bangun Alat Bantu Pemasangan Ban Mobil

Angga Bagus Asrianto[1]; Arief Prakoso Hardyanto[1]; Budi Santoso[1]; Rohmat Benny Ismanto[1]; Sunarto[2]
1. Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta
2. Dosen Pembimbing
presiden.aba@gmail.com

Abstrak

Studi ini adalah rancang bangun alat pemasangan ban mobil yang mana alat ini akan membantu proses pengangkatan ban yang akan dipasang ke mobil itu sendiri. Sehingga kita tidak perlu repot-repot mengangkat ban dengan menahan beban ban yang begitu berat saat pemasangan. Alat bantu pemasangan ban ini mempunyai ukuran relatif tidak terlalu besar sehingga dapat dengan mudah dipindah ataupun dibawa kemana-mana dan ukurannya dibuat menyesuaikan mobil ketika didongkrak.

Alat bantu pemasangan ban ini hanya diperuntukan untuk ban mobil pribadi atau mobil-mobil yang biasa kita lihat di jalan bukan untuk bus maupun truk ataupun kendaraan berukuran besar melebihi mobil pribadi. Pertimbangan kami karena orang yang menggunakan mobil pribadi lebih banyak dan lebih membutuhkan alat bantu lift ban ini. Alat bantu pemasangan ban ini juga berguna bagi montir-montir yang ada di bengkel, dalam hal pemasangan ban.

Menentukkan ukuran dari alat bantu ban ini didasarkan pada ukuran diameter terbesar dari ban mobil, untuk itu kita harus mengetahui bagaimana cara membaca kode yang tertera pada ban dan bagaimana penghitungannya.

Dasar dari alat bantu pemasangan ban ini, sebagai pengangkatnya menggunakan kumpulan-kumpulan dari roda gigi yang saling berkaitan, dan menggunakan tuas sebagai alat putar agar terjadi gaya angkat terhadap kepala alat bantu ban ini. Kemudian selain adanya gaya angkat pada alat ini dibuat gerak linier untuk memasukkan ban ke dalam pasangannya dengan menggunakan gaya dorong pengguna.

Kata Kunci : alat bantu, pemasang ban, gerak linier

Abstract

This study is the design of a car tire mounting tool where it will assist in the removal of the tires to be fitted to the car itself. So we do not need to bother with the weight lifting tires tires so heavy during setup. Tire mounting tool has a relative size is not too big so it can be easily moved or carried everywhere and size made to adjust the car when jacked up.

Lift ban is only intended to ban private cars or cars that we see on the road is not for buses or trucks or large vehicles than private cars. Our considerations for people using private cars more and more need tools lift this ban. Tire mounting tool is also useful for the mechanic-mechanic in the shop, in terms of tire installation.

In decide the size of the tire tool is based on the size of the largest diameter of your tires, for that we need to know how to read the code stamped on the tire and how the calculation.

The basis of this tire installation tool, as lift using the sets of inter-related gear, and use the lever as a rotary tool to enable the lifting force to the head of the tire tool. Then in addition to the lift force on the tool is made of linear motion to enter into a partner's tires using manual thrust.

Keywords : tools, wheel fitter, linear motion

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Ban adalah peranti yang menutupi velg suatu roda. Ban adalah bagian penting dari kendaraan darat, dan digunakan untuk mengurangi getaran yang disebabkan ketidakteraturan permukaan jalan, melindungi roda dari aus dan kerusakan, serta memberikan kestabilan antara kendaraan dan tanah untuk meningkatkan percepatan dan mempermudah pergerakan.

Sejak pertama kali diciptakan pada tahun 1911 oleh Philip Strauss, ban mobil telah mangalami perubahan sangat drastis. Ban mobil generasi awal memiliki tabung karet di dalam kulit paling luarnya untuk menjaga agar ban tidak kempes. Ban mobil masa kini dibuat dari berbagai macam komponen yang berbeda seperti radial belts, fiberglass, inner liners, treads, dan sidewalls. Sebagian besar ban yang ada sekarang, terutama yang digunakan untuk kendaraan bermotor, diproduksi dari karet sintetik, walaupun dapat juga digunakan dari bahan lain seperti baja. Untuk membuat satu ban mobil dibutuhkan setengah barel minyak mentah.

Untuk permasalahan disini yaitu dalam proses pergantian ban. Kalau dengan manual (tanpa bantuan alat) kita mengangkat sendiri ban-nya menggunakan tangan,terlebih lagi apabila mengangkat ban dalam jumlah yang banyak, tentu ini akan sangat berat. Oleh karena itu, kami di sini mencoba memberikan solusi alat bantu untuk mempermudah proses pengangkatan ban menggunakan alat bantu pemasangan ban sehingga kita tidak perlu repot lagi, tidak membutuhkan tenaga banyak, dan otomatis pergantian akan jauh lebih cepat. Kami melihat adanya kesulitan bagi sebagian orang, contohnya pada montir di bengkel, mereka bisa mengganti ban dalam jumlah yang banyak, tentu alat bantu ini sangat diperlukan dalam menunjang pekerjaan.

2. Teori Tentang Kode Ban

Dalam hal menentukan tinggi alat perlu mempertimbangkan tinggi ban yang berdiameter terkecil. Untuk itu kami perlu mencari referensi mengenai ukuran mana yang memiliki ukuran terkecil. Dalam ban tercantum kode-kode mengenai spesifikasi ban, tentu kita harus tahu perumusan kode tersebut. Berikut ini arti dalam kode pada ban :

Ini yang mendasar untuk diketahui, karena kode ini menjelaskan ukuran spesifikasi ban itu sendiri. contoh ukuran ban : **P 185 65 R 13 89 H**

- **P** adalah kode tipe pemakaian ban berdasarkan tipe mobil, dalam hal ini P artinya diperuntukkan untuk mobil tipe penumpang, P artinya Passenger, jika LT artinya Light Truck dan T artinya Temporary(biasa digunakan untuk ban cadangan yang hanya dipakai dalam waktu singkat).
- **185** adalah ukuran lebar tapak ban dalam milimeter. Ukuran ini disebut sebagai section width.
- **65** adalah ukuran tinggi sisi samping ban, diukur dalam persentase dari lebar tapak ban, dalam hal ini 65 adalah 65% dari 185 adalah 120,25, jadi jika diukur dalam milimeter adalah 120,25 mm. Ukuran ini disebut sebagai Aspect Ratio.
- **R** adalah ukuran yang menandakan konstruksi ban, dalam hal ini R menandakan ban dengan konstruksi radial. Jika B artinya belted bias, dan D artinya diagonal bias.
- **13** adalah ukuran diameter ban dalam inchi, ukuran ini penting untuk diperhatikan jika ingin dipasangkan pada velg-nya, jika ukuran diameter ban-nya 13 Inchi artinya velg yang akan dipasangkan harus berdiameter 13 Inchi juga.
- **89** adalah ukuran indeks beban yang dapat ditahan oleh ban ketika ban diisi angin pada tekanan angin maksimum. Untuk mengetahui nilai setiap indeks beban harus mengacu pada tabel indeks beban, dalam hal ini 89 berarti ban ini mampu menahan beban pada tekanan angin maksimum sebesar 580 kilogram.
- **H** adalah ukuran rating kecepatan maksimum ban, harus mengacu pada tabel rating kecepatan ban untuk mengetahuinya. Dalam hal ini H berarti kecepatan maksimum ban ini adalah 210 KM/Jam



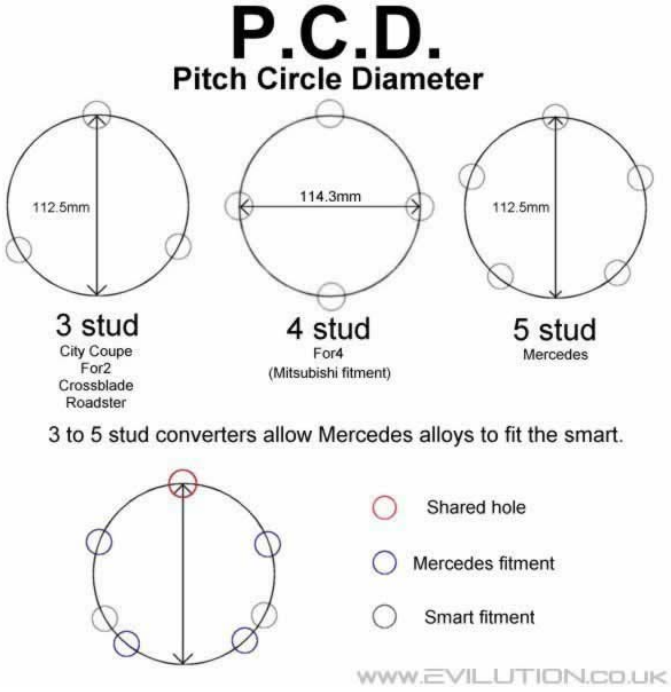
Kode ban		Simbol kecepatan	
175/70 R14 82H		S	: 180 km/jam
175	: lebar penampang ban (mm)	T	: 190 km/jam
70	: aspek rasio (%)	U	: 200 km/jam
R	: konstruksi ban jenis Radial	H	: 210 km/jam
14	: diameter pelek (inci)	V	: 240 km/jam
82	: indeks beban	W	: 270 km/jam
H	: simbol kecepatan maksimum selama 1 jam	Y	: 300 km/jam
		Z	: <240 km/jam

Tabel indeks beban					
kg		*kg*		*kg*	
70	335	80	450	90	600
71	345	81	462	91	615
72	355	82	475	92	630
73	365	83	487	93	650
74	375	84	500	94	670
75	387	85	515	95	690
76	400	86	530	96	710
77	412	87	545	97	730
78	425	88	560	98	750
79	437	89	580	99	775

3. Teori Tentang Velg

Dalam proses penghitungan tinggi ban, kita juga harus mengetahui ukuran dari velg itu sendiri. Di velg pun terdapat kode-kode yang harus dimengerti. Berikut contoh pembacaan kode pada velg :
Velg lebih mudah dimengerti dibandingkan Ban. Sebagai contoh kita gunakan profil Velg sebagai berikut: 8x19 dengan 5/112mm dan Offset +40. Penjabarannya adalah sebagai berikut:

- 8: Lebar velg dalam satuan inci.
- 19: Diameter velg atau lebih dikenal sebagai ukuran ring/nomor ring.
- 5/112: Dibaca “Lima per satu duabelas”. Angka 5 menunjukan jumlah baut dan angka 112 menunjukan jarak antara tiap baut dalam satuan milimeter atau dikenal juga dengan sebutan PCD (Pitch Circle Diameter). Pada velg Asimetris 5 baut, jaraknya diukur dari bagian belakang sebuah lubang baut ke tengah-tengah lubang baut yang berseberangan. Sedangkan untuk pola simetris lainnya jarak diukur dari jarak titik tengah dua buah baut yang saling berseberangan.
- +40: Ukuran Offset dalam satuan milimeter. Offset adalah jarak penampang velg (bidang sentuh) dengan bagian tengah velg (lihat gambar). Kode ini dapat diberikan tanda positif (+), negatif (-) dan juga NOL.



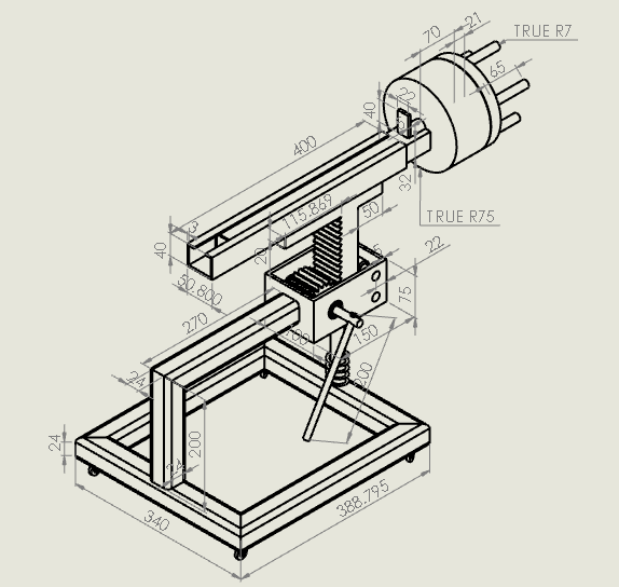
II. DESKRIPSI DAN KEGUNAAN ALAT

Alat bantu pemasangan ban ini diperuntukkan bagi pengguna kendaraan pribadi atau kendaraan yang tidak berukuran besar, seperti bus dan truk. Hal ini tentu bisa dimanfaatkan oleh orang biasa dan para montir yang bekerja di bengkel, dengan kuantitas pemasangan ban lebih banyak dibanding orang biasa. Alat bantu ini tentu didesain sederhana sehingga mudah dalam pemakaian. Alat bantu

ini dibuat sedemikian rupa dengan bentuk tidak teralu besar namun tetap kuat dalam menahan ban. Alat ini memiliki roda untuk mempermudah pergerakkan.

III. KONSEP DESAIN DAN CARA KERJA

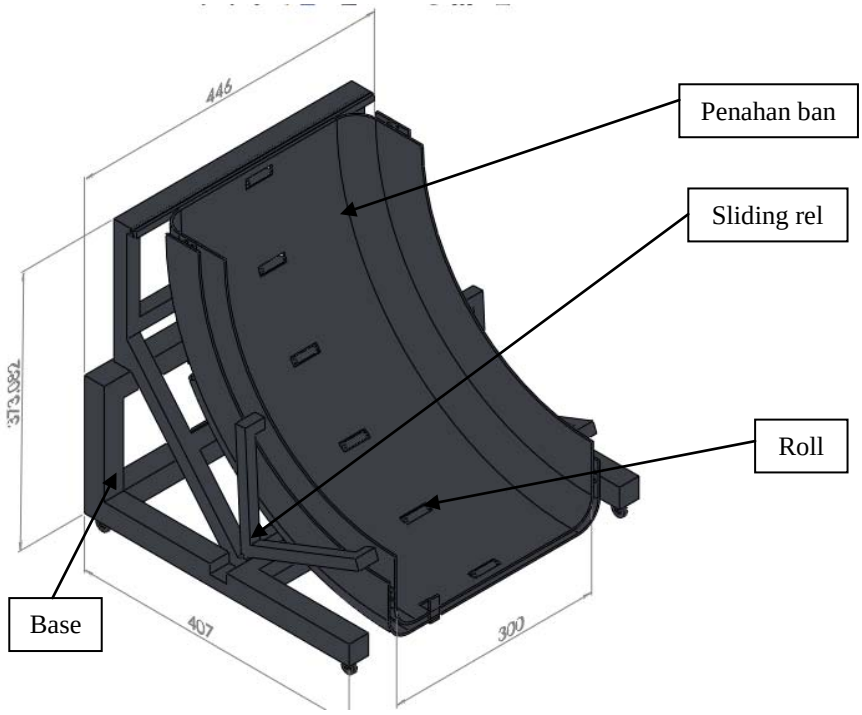
1. Konsep 1



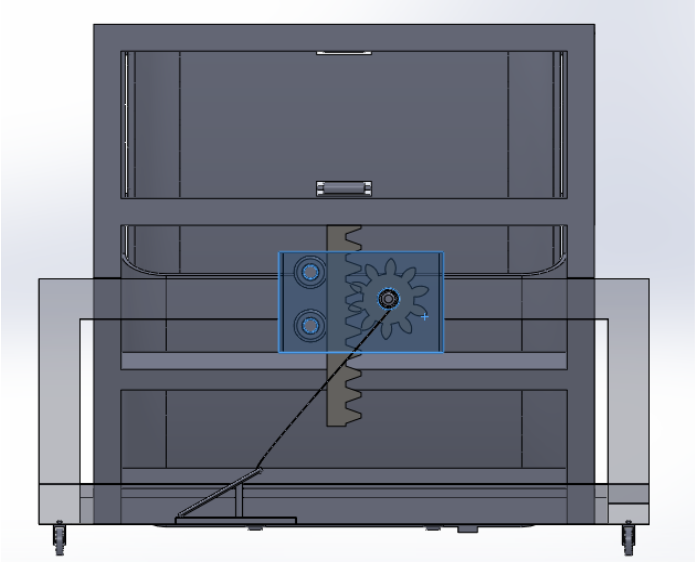
Gambar 1. Alat bantu pemasangan ban

Cara kerja dari konsep yang pertama adalah pertama pasang ban ke kepala lalu putar gagang dan ban akan terangkat lalu dorong. Proses pengangkatan dilakukan melalui kerjasama antara gear dan spur seperti yang bisa kita lihat di gambar. Untuk bagian base belakang diberi beban agar tetap seimbang ketika proses pemasangan. Alat ini memiliki roda sehingga mudah untuk memindah-mindahkan.

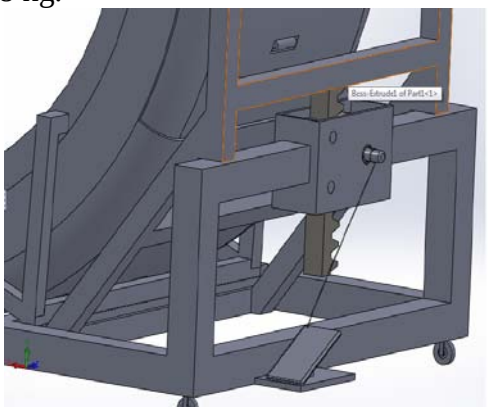
2. Konsep 2



Gambar 2. Alat bantu pemasangan ban



Dalam konsep desain 2 ini mempunyai cara kerja sederhana, yaitu injak pedal,penahan ban akan naik lalu dorong ban. Alat ini dibuat sedemikian mungkin agar mudah digunakan, kita menggunakan alat ini dalam posisi jongkok sehingga sangat ergonomis. Base dari alat ini menggunakan besi hollow yang kuat dan ringan sehingga mudah untuk. Proses pengangkatan menggunakan gear dan batang spur. Konsep ini masih bisa berubah dikarenakan kami masih mempertimbangkan proses pengangkatan menggunakan katrol. Alat ini mempunyai sliding rel, fungsinya ketika diangkat bagian penahan ban bisa digeser agar base dari alat ini tetap diletakkan di luar body sehingga hanya penahan bannya saja yang masuk ke kolong ban. Alat ini diharapkan mampu menahan ban seberat 18 kg.



IV. HASIL AKHIR KONSEP

Dari 2 konsep yang kami punya, pada akhirnya kami memilih konsep 2 sebagai konsep final dari alat bantu pemasangan ban kami, mempertimbangkan dari seberapa efektif dan kuat nya si alat untuk mengangkat ban

V. KESIMPULAN

Dengan memilih konsep 2 sebagai desain final alat bantu pemasangan ban kami, menggunakan besi hollow sebagai base, menggunakan gear dan batang spur sebagai pengangkatan, dan menggunakan sliding rel di bagian penahan ban. Alat ini diperuntukan untuk ban mobil pribadi yang tidak teralu besar dan sangat efektif untuk membantu pekerja bengkel yang intensitas pergantian ban lebih banyak.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] http://id.wikipedia.org/wiki/Ban

[2] http://mjbdpk.blogspot.com/2012/04/mengetahui-informasi-tentang-ukuran-ban.html
[3] http://www.jbautofashion.com/update/tips/274-arti-dari-kode-kode-velg
[4] Wongsotjitro, Suetomo. 1963. *Buku Polyteknik.* Bandung: PT. Sumur Bandung.
[5] Beggs, Stiles, and Joseph, P.E. 1955. *Mechanism*. New York: McGrawHill Book Company.

Rancang Bangun Rangka Mobil Listrik Shell Eco Marathon

Muh. Irvan Y.[1]; Zikri A.[1]; Anzas Y. H.[1]; Arief N. H.[1]; Jeffi S.[1]; Isna W.[1]; Guntur A.[1]; Rahmat S.[2]

1. Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta

2. Dosen Pembimbing

yusuf.irvan@gmail.com

Abstrak

Studi ini adalah studi rancang bangun mobil listrik yang efisien. Indonesia merupakan salah satu Negara dengan kebutuhan transportasi darat yang meningkat setiap tahunnya, hal ini didasarkan pada naiknya angka penjualan mobil ditanah air. Akibat dari hal tersebut polusi udara adalah dampak negatif yang tidak bias dihindarkan, oleh karena itu mobil listrik menjadi alternatif.

Mobil listrik ini digerakkan oleh motor listrik Brushless DC 350 watt. Motor listrik terletak dibelakang kemudi dengan instalasi melintang dan di transmisikan rantai ke roda kiri belakang. Sistem one wheel drive berfungsi untuk mereduksi slip pada saat mobil berbelok. *Speed controller* diletakkan berdekatan dengan motor listrik dan *battery Li-Ion 30 Ah 48V.*

Disektror mekanik, Chassis Al 7075 tipe *square cube* sebagai chassis utama, chassis ini teruji kuat menopang beban dari mobil listrik itu sendiri. Roda depan mampu berbelok hingga 45^{o}, sehingg mobil memiliki radius putar yang kecil dan tergolong baik dalam berbelok, streering dengan sistem *pitman arm* dengan rasion 1:1 memudahkan pengemudi dalam bermanuver. Di sector keamanan dipasang rollbar aluminium untuk melindungi bagian kepala, sabuk pengaman 5 titik juga disematkan untuk menahan pengemudi saat terjadi tabrakan supaya tidak terbentur *steering wheel*. Agar pengereman lebih maksimal dan responsif, mobil ini juga mengadopsi sistem *combi brake*, sehingga fluida mendorong piston dimasing-masing caliper dan menjepit keempat disc brake dengan gaya yang sama besar.

Modifikasi yang dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja motor listrik, yaitu mengurangi bobot dari mobil itu sendiri, Chassis dan bodi yang ringan namun kuat disematkan, namun hal itu saja tidak cukup, selain dari itu kami juga memasang capasitor bang untuk menaikkan cos θ pada motor listrik, Battery Li-Ion dilengkapai dengan BMS *(Battery Management System)* sehingga battery secara systemic mengatur pasokan arus listrik yang dibutuhkan oleh motor, dengan adanya BMS maka motor tidak akan mengalami over supply dari battery.

Kata Kunci : *Li-Ion Battery, Capasitor Bang, Cos θ, Al 7075, combi brake.*

Abstract

This study is the designing the efficient electric cars. Indonesia is a country with land transport needs are increasing every year, it's based on the increased number of car sales in the country. Result of the negative impact of air pollution is an unbiased avoided, therefore electric cars a viable alternative.

The electric car is driven by a Brushless DC electric motor 350 watts. The electric motor is located behind the steering wheel with the installation and transmitted across the chain to the rear left wheel. One wheel drive system works to reduce slip when the car turned. Speed controller is placed adjacent to the electric motor and battery Li-Ion 30 Ah 48V.

Mechanical sector, Chassis al 7075 square type cube as the main chassis, this chassis tested strongly support the load of the electric car itself. The front wheels are able turn up to 45o, sehingg car has a small turning radius and good classified in turn, pitman arm streering system with 1:1 ratio allows the driver to maneuver. In the security sector aluminum rollbar installed to protect the head, 5 point seat belt is also pinned to hold the driver in a crash that did not hit the steering wheel. In order to get more leverage and responsive braking, the car is also adopted combi brake system, thus encouraging fluid respective piston caliper and brake discs with four clamp force equal.

Modifications made to optimize the performance of electric motors, which reduces the weight of the car itself, chassis and a lightweight but strong body pinned, but that alone is not enough, apart from that we also install capacitor to raise cos θ bang on electric motors, Battery Li-Ion dilengkapai with BMS (Battery Management System) so that the battery is systemic organize the supply of electrical current required by the motor, with the BMS then the motor will not run over supply of battery.

Keyword : Li-Ion Battery, Capasitor Bang, Cos θ, Al 7075, combi brake.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Sejarah Shell Eco-marathon(SEM) berawal pada tahun 1939 disebuah laboratorium penelitian Shell di Amerika Serikat ketika para ilmuwan bertaruh untuk merancang kendaraan yang dapat menempuh jarak terjauh dengan bahan bakar seminimum mungkin. Pemenang kontes ternyata dapat mencapai 50 mpg (21km/liter). Dari asal usul yang sederhana, ini, lahirlah sebuah ide untuk menyelenggarakan kompetisi yang lebih terorganisir yakni Shell Eco-marathon, yang akhirnya menjadi ajang yang kita kenal sekarang ini.

SEM pertama dilakukan untuk mahasiswa Eropa tahun 1985 diPerancis. Lalu pada April 2007 diselenggarakan pertama kalinya di Amerika Serikat untuk mahasiswa di kawasan Amerika. SEMAsia sendiri baru diselenggarakan pada tahun 2010 dengan Malaysia sebagai tuan rumah sampai tahun 2013. Pada tahun 2014-2016, Filipina akan menjadi tuan rumah berikutnya.

Pada tahun 2012, untuk kategori mobil urban listrik kompetisi shell eco marathon asia diraih oleh tim NP distanza- UC dari Ngee ann Polytechnic University, Singapura.

Berikut foto dari mobil tersebut.



Mobil dari Ngee ann politeknik Singapura.

Kompetisi shell eco marathon 2012 ini diikuti lebih dari oleh 1500 mahasiswa dari 18 negara di Asia, mengingat betapa bergengsinya kompetisi ini kami bermaksud untuk ikut serta dalam kompetisi shell eco marathon Asia 2013.

Shell eco marathon Asia 2013 adalah kompetisi internasional yang pertama kami, kami berharap langkah ini menjadi tolok ukur kemampuan mahasiswa Politeknik untuk bersaing di dunia internasional. Tak luput dari harapan kami, kami menyadari dalam mengikuti kompetisi shell eco marathon 2013 ini banyak kendala yang kami lalui, salah satunya sebelum kita terpilih sebagai peserta kita berlomba-lomba merancang sebuah mobil yang efisien, untuk mendapatkan satu tiket peserta kami bersaing dengan 3 tim dari perguruan tinggi yang sama, dan lebih 50 tim dari Indonesia, dan ratusan tim dari penjuru asia. Oleh karenanya kami tidak hanya focus pada target juara kami, tapi juga membangun sebuah mobil listrik yang efisien yang layak untuk masayarakat Indonesia. Itulah tantangan kami yang sesungguhnya.

2. Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang maka rumusan masalah sebagai berikut,

- Bagaimana agar motor listrik lebih efisien dalam penggunaan?
- Bagaimana merancang chassis yang kuat namun ringan ?
- Berapa target yang akan dicapai oleh mobil,serta bagaimana hasilnya?
- Bagaimana system penggerak yang tepat agar mobil lebih efisien dalam penggunaannya?

3. Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai adalah

- Merancang system kelistrikan dan memodifikasi motor listrik yang akan kita gunakan.
- Merancang chassis yang ringan namun kuat.
- Menetapkan target 150 KM/KWh pada pencapaian jarak tempuh mobil.
- Merancang system drive train yang tepat sesuai torsi minimum yang dibutuhkan mobil.

II. METODE PELAKSANAAN

1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian awal yang dilakukan yaitu mengidentifikasi factor-faktor yang bisa meng-efisienkan motor listrik.

Hasil utamanya adalah terciptanya mobil listrik yang efisien terhadap konsumsi daya dari battery.

2. Penelitian Utama

Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing factor yang terhadap konsumsi daya yang dibutuhkan mobil:

a. Sumber energy tahan lama namun kompak.
   - memakai battere Li-Ion sebagai sumber energy.
   - pemakain BMS pada battere

b. Pemilihan material chassis yang ringan namun kuat
   - menggunakan Al 7075 sebagai chassis utama dan Al 6061 chassis tamabahan
   - memilih profil yang tepat untuk chassis

c. Rancangan system penggerak yang efisien namun mudah digunakan
   Sistem pengerak otomatis merupakan solusi agar kendaraan mudah untuk dikendarai, namun perlu modifkasi supaya lebih efisien.

d. Body yang ringan dan aerodinamis
   - Fiberglass dengan paduan resin yukalac, erosil, menjadikan bodi yang kuat.
   - Rancangan bentuk bodi yang aerodinamis.

3. Tahap Analisis

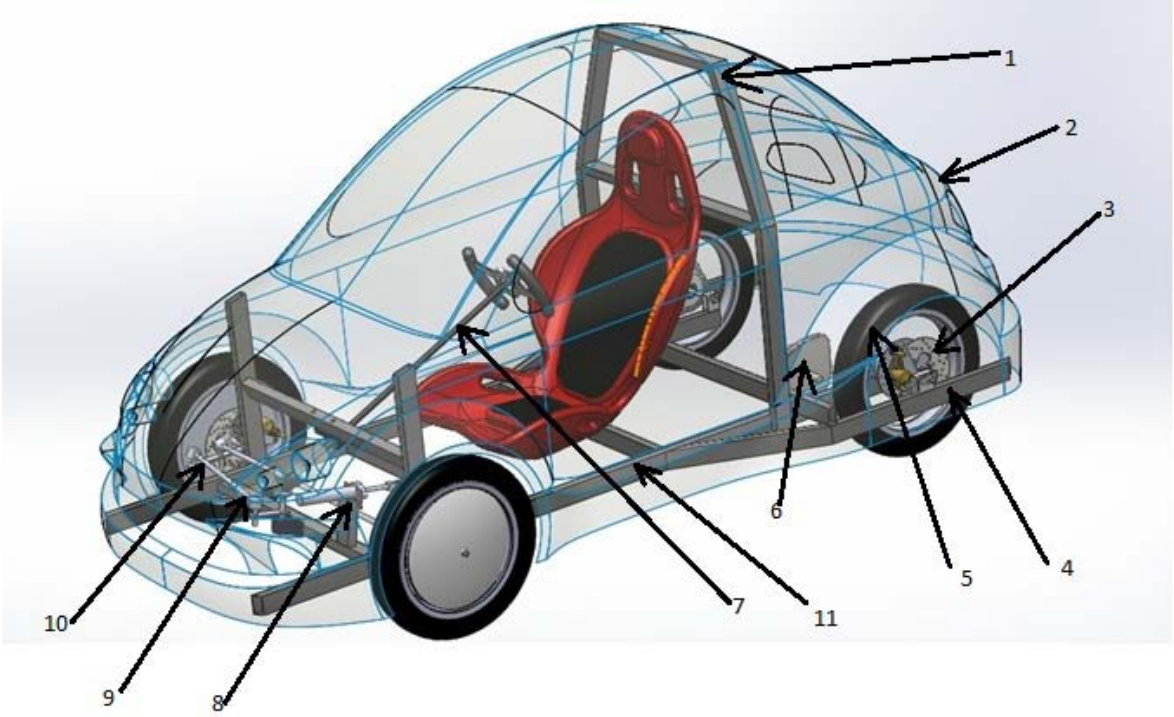
Dari beberapacara agar mobil lebih efisien kami mengkombinasikan factor-faktor tersebut menjadi satu kesatuan.

4. Tahap Pembuatan Mobil

Pada tahap ini,terdiri dari dua tahap yaitu,

- Desain mobil dengan system yang diperlukan
- Pembuatan Mobil

III.DRAFT MOBIL



Rancangan Mobil

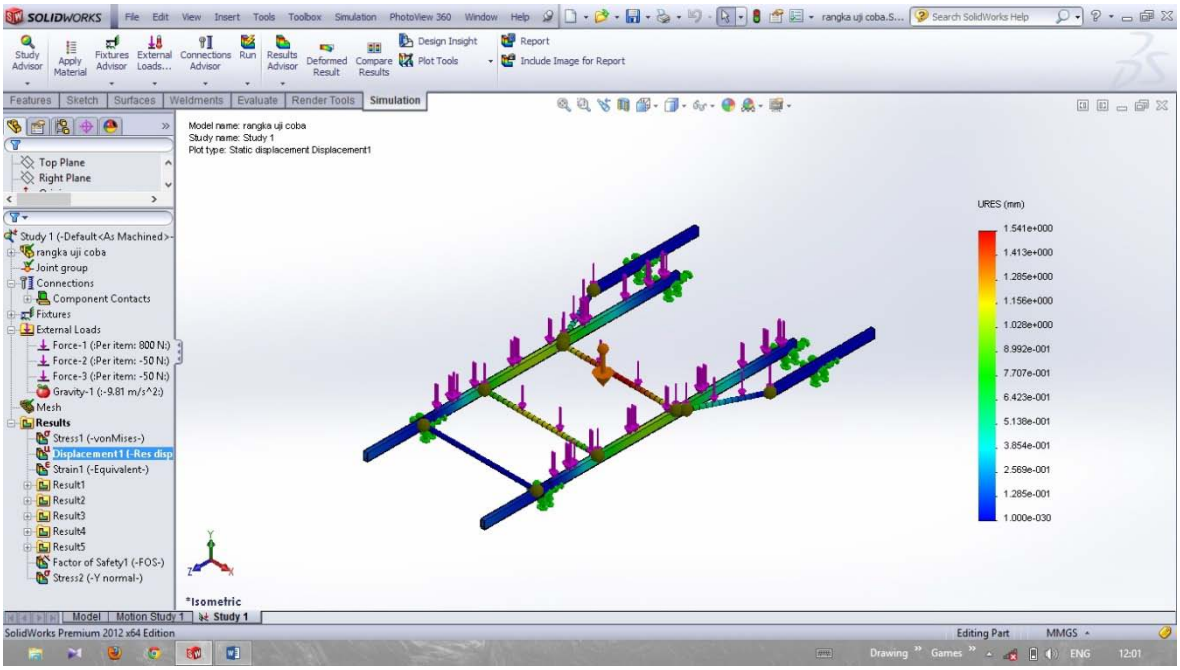
Domain Fisik:

1. Frame Bulk Head
   Material Al 6061 ukuran profil 40 x 20 x 2 mm
2. Body
   Terbuatdaripaduan resin yukalac, catalys, mate anyam, erosil.
3. Hydraulic braking system
   Terdapat dimasing-masing roda
4. Arm frame
   Berfungsi sebagai lengan poros, supaya poros memiliki tumpuan. Material Al 7075
5. Wheelset
   Terdapat 4 wheelset, dengan ukuran rims 14 inch. Dan lebar ban 80mm
6. Motor Listrik
   Daya dari motor listrik yaitu 350 watt, dengan spesifikasi kebutuhan Voltase sebesar 48 V dan 30 Ah, jenis motor yang digunakan BLDC (brushless Directing current)
7. Steering system
   System dari steering sendiri mengadopsi system pitman arm, dengan rasio 1:1
8. Input Braking system
   Terdiri dari pedal rem, master rem dan pipa penyalur minyak rem.
9. Steering Stabilizer
   Berfungsi untuk mengembalikan posisi steer sesaat setelah berbelok.
10. Steering knuckle
    Terbuatdaristeelyang dimodifikasi sedemikian rupa agar steering nyaman saat digunakan.
11. Main Frame
    TerbuatdariAl 7075 dengan ukuran profil 40 x 20 x 2 mm.

System Start mobil

Proses pertama adalah menghidupkan sambungan listrik berupa trigger, kemudia tekan tombol motor start/stop. Kemudian relay akan menyambungkan saluran antara control module dengan motor listrik, dan sinyal dari pedal gas diterima oleh control module, setelah pedal gas diinjak control modul mengirimkan sinyal supaya motor berputar. Semakin injakannya semakin kuat maka sinyal yang dikirimnya pun semakin kuat. Sebaliknya jika kekuatan injakan dikurangi sinyal akan berkurang, dan putaran motor berkurang. Untuk mematikan motor listrik tekan tombol start/stop, kemudian matikan trigger.

Analisa Frame Mobil



Analisis Rangka

Pada analisis yang kami lakukan, kami memberikan beban 300 Kg yang diletakan ditengah frame, hasilnya menunjukan bahwa frame masih aman, hal ini dapat dilihat pada gambar diatas, tidak ada tanda merah pada hasil analisa frame.

IV. KESIMPULAN

Pembuatan mobil listrik ini bukanlah hal yang baru diindonesia, namun konsep yang disuguhkan berupa mobil listrik yang sangat efisien adalah ide segar untuk dilaksanakan. Hambatan-hambatan sampai saat ini diteliti dan dipecahkan guna mengejar target mobil yang efisien.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] http://www.shell.com/global/environment-society/ecomarathon/results/2012/asia/on-track-awards.html#textwithimage_16 (diakses tanggal 24 Maret 2013, pukul 17.31 WIB)
[2] http://www.shell.com/global/environment-society/ecomarathon.html (diakses tanggal 24 maret 2013, pukul 17.34WIB)
[3] http://www.np.edu.sg/home/news/archives/2012/jul_sep/Pages/20120712_4_shell.aspx (diakses tanggal 24 maret 2013, pukul 17.02 WIB)
[4] Pramono,AgusE.(2008).BukukuliahElemenMesinI.Jakarta.PoliteknikNegeriJakarta

Rancang Bangun Mesin Pencacah Tandan Kosong Kelapa Sawit Kapasitas 900 [Kg/Jam]

Agus Tri Gunawan[1]; Muslimin[2]
1. Mahasiswa Ektsensi Fakultas Teknik UI
2. Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
agustrig@gmail.com

Abstrak

Mesin yang dirancang bangun adalah mesin pencacah tandan kosong kelapa sawit (*empty bunch crusher machine*). Mesin ini berfungsi untuk mencacah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan kapasitas 900 [kg/jam]. Rancang bangun mesin ini diutamakan untuk pembuatan pupuk kompos. Kegunaan mesin ini dapat memberikan alternatif kemudahan kepada pengguna atau operator dalam proses pencacahan tandan kosong dengan target hasil pencacahan berupa serbuk dan serat dengan ukuran 10-50 [mm] untuk bahan kompos yang akan digunakan sebagai pupuk kelapa sawit sendiri. Mesin ini dirancang karena proses pencacahan tandan kosong kelapa sawit. Pada umumnya pencacahan TKKS masih dilakukan secara tradisional dan manual serta mesin, tetapi mesin yang ada untuk skala besar (skala industri) dan tidak cocok untuk petani menengah ke bawah. Dalam studi ini, mesin untuk skala kecil telah dirancang bangun dengan sistem pemotongan pisau pemotong-memanjang dan disuplai energi dari motor berbahan bakar, sehingga penggunaan waktu, biaya, dan energi jadi lebih maksimal serta efektif.

Kata kunci: Mesin Pencacah, TKKS, Petani Plasma, Pupuk Kompos

Abstract

The empty bunch crusher machine is one of machine which we design to crush an empty bunch that has capacity 900 [Kg/jam]. Design and making this machine prototype was especially for palm farmer who would make the compost to their plants in order to grow up their their plants fertily. The function of this machine is to give another alternative crushing machine for the farmers or the operator in order to get the output such as powder perfectly. The machine output is powder with 10-50 [mm] length. One of reasons why this machine was created was because commonly crushing an empty bunch still uses traditional way or manual. Generally, crusher machine had been designed only for big industry which had high capacity. This machine that was designed in the other situation designing of our machine is for farmers. So we design for law capacity only, but this study is for small plantation. The designed machine specification was cutting system with a mount of cutter which transmitted by one press of V-belt, pulley, shaft and supplied by motor which as source of energy. The expectation result was can reduced processing time, cost and energy, so it could be maximize the process effectively

Keywords: Crusher Machine, Empty Bunch, Palm Farmers, Compost

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pulau Sumatera dan Kalimantan adalah daerah penghasil utama kelapa sawit di Indonesia. Provinsi Riau merupakan daerah penghasil terbesar kelapa sawit di Pulau Sumatera. Mata pencaharian utama penduduk di Provinsi Riau adalah sebagai pemilik lahan skala menengah dan kecil, pekerja dan petani plasma kelapa sawit. ditinjau dari 4 tahun terakhir, jumlah produksi perkebunan sawit pada tahun 2009 yang dihasilkan oleh petani plasma Provinsi Riau adalah 5.932.310 Ton, dan kini jumlah produksi perkebunan sawit pada tahun 2012 Sebesar 8.243.843 Ton [1].

Tabel 1 Jumlah Produksi Kelapa Sawit Per-Tahun [2]

Tahun Produksi	Jumlah Produksi (Ton)
2012	8.243.843
2011	7.104.391
2010	6.064.391
2009	5.932.310
2008	2.368.076
2007	2.054.854
2006	4.685.660

Berdasarkan RSPO (*Roundtable Sustainable Palm Oil*) (2012) perkebunan kelapa sawit berdasarkan luas lahan dikelompokkan menjadi dua yaitu: perkebunan sawit kecil dengan luas 1 kebun 4 [ha] - 48 [ha], dan perusahaan besar dengan luas kebun 50 [ha] – 500 [ha]. Kelapa sawit menghasilkan produk berupa minyak mentah disebut CPO (*crude palm oil*), dari minyak mentah tersebut diolah lagi menjadi minyak goreng, sabun, dan peralatan kosmetik. Serta produk sampingan dari kelapa sawit itu berupa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) [3].
Selain itu yang dihasilkan kelapa sawit adalah tandan kosong yang merupakan limbah. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) adalah salah satu limbah yang jumlahnya melimpah. Jumlahnya di Indonesia diperkirakan saat ini mencapai 20 juta ton/hari. TKKS ini memiliki potensi untuk diolah menjadi pupuk, pulp, Bioetanol, dan serat. Kondisi di lapangan saat ini, limbah TKKS sangat menumpuk dan pada umumnya masih diolah secara tradisional. Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini akan dikembangkan mesin pencacah TKKS sebelum dibuat kompos. Mesin pencacah TKKS yang ada pada industri umumnya yaitu dalam skala besar dan tentunya untuk pengolahan TKKS dalam jumlah yang besar. Hal tersebut sangat tidak memungkinkan bagi para Petani Plasma yang berada jauh dari kawasan industri pengolahan limbah Kelapa Sawit. Para petani Plasma biasanya melakukan pencacahan Tandan Kosong Kelapa Sawit secara tradisional.
Mesin pencacah TKKS (*Empty Bunch Crusher Machine*) dalam skala kecil yang menggunakan sistem pemotongan dengan beberapa pisau yang dihubungkan oleh v-belt dan disuplai energi dari motor bahan bakar. Keunggulan mesin ini yaitu dapat memangkas waktu normal dalam proses pencacahan menjadi lebih cepat.

II. EKSPERIMEN

Studi ini dilakukan secara faktual dengan langkah-langkah sebagai berikut:
1. Studi pustaka dengan mempelajari literatur yang relevan dan survey serta wawancara dengan pengguna mesin.
2. Identifikasi kebutuhan pengguna serta identifikasi kelemahan-kelemahan mesin yang sudah ada di lapangan.
3. Pembuatan tabel identifikasi kebutuhan dan alternatif pemecahan dalam bentuk penyusunan konsep-konsep mesin.
4. Pengujian konsep terpilih baik menggunakan perhitungan
5. Pembuatan dan pengujian produk

Sebagai penguat hasil penelitian ini dilakukan pengujian menggunakan limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan langkah-langkah sebagai berikut:
1. Persiapkan TKKS: bersihkan dan keringkan TKKS, pisahkan ukuran TKKS menjadi 0,25[kg], 1,5[kg], dan 3,5[kg].
2. Persiapkan Mesin: periksa bahan bakan dan sistem transmisi, kunci seluruh cup silinder dan pasang penampung output dan nyalakan mesin.
3. Pengujian(Trial): masukkan TKKS dengan posisi ertikal, masukkan secara kontinyu.
4. Dokumentasi

III. DESAIN DAN ANALISIS

1. Desain

Analisis Kebutuhan Pelanggan

Mesin pencacah TKKS yang ada selama ini di pasaran masih memiliki kekurangan di antaranya:
- Beberapa mesin pencacah TKKS masih dibuat untuk perusahaan kelapa sawit yang berskala besar, itu dikarenakan dimensi mesin yang masih terlalu besar dan daya yang cukup besar.
- Harga mesin yang masih terlalu mahal.
- Penggunaan mesin yang masih terlalu sulit di operasikan.

Beberapa mesin hanya dapat disimpan di suatu tempat tidak bisa dipindahkan ke mana-mana karena dimensi yang terlalu besarAnalisis kebutuhan pelanggan menjelaskan tentang kebutuhan yang pelanggan inginkan terhadap pengembangan mesin pencacah tandan kosong yang ada pada saat ini di pasaran, selama bulan April 2012 di lakukan survey terhadap masyarakat dan perusahaan pembuat mesin pencacah tandan kosong. Hasil survey tersebut ditunjukan pada tabel 1 tentang survey mesin pencacah TKKS (30 orang).

Tabel 2. Survey kebutuhan Produk Mesin Pencacah TKKS

No	pertanyaan	Pernyataan masyarakat	Interpretasi kebutuhan
1	Kebutuhan mesin	Ya	73%
		Tidak	27%
2	Harapan pada mesin	Tahan lama	56,50%
		Hasil yang maksimal	15.50%
		Hasil yang cepat	10%
		Mudah di oprasikan	18%
3	Harapan pada mesin terhadap lingkungan	Tidak bising	50%
		Ramah lingkungan	10%
		Tidak mudah karat	20%
		Tidak makan tempat	20%
4	Desain mesin	Bongkar pasang	30%
		Bisa berpindah tempat	25.78%
		Mudah di gunakan	35.55%
		Tidak besar	8,67%
5	Ukuran mesin	Tidak besar	51,57%
		Tidak memakan tempat	13,33%
		Mudah di pindahkan	35.1%
6	Dioprasikan dengan mudah	Ya	90%
		Tidak	10%
7	Model bongkar pasang	Ya	86.67%
		Tidak	13.33%
8	Tampilan menarik	Ya	80%
		Tidak	20%
9	Komponen mesin	Mudah di pasang	30,33%
		Bongkar pasang	35,55%
		Mudah perawatan	34,12%
10	Hasil produk	2-3 mm	40,11%
		5-10 mm	44,55%
		Cepat	15,34%
11	Sifat meterial	Kuat	40%
		Tidak cepat rusak	11.33%
		Tahan karat	48.67%
12	Tingkat keamanan	Aman dari kecelakaan	46,30%
		Tidak ada serpihan yang terpental	12,34%
		Keamanan khusus	41,34%
13	Pengoprasian saat di lapangan	Mesin yang tetap	0,6%

No	pertanyaan	Pernyataan masyarakat	Interpretasi kebutuhan
		Dapat di pindah – pindah kan	90%
		Lain-lain	0,4%
14	Harga	< Rp 5jt	20.45%
		Rp 5jt-10jt	50.21%
		Rp10tj	29.34%
15	Jika sudah tidak di pakai mau diapakan mesin ini	Di jual	30%
		Di sewakan	20,33%
		Di simpan	35.56%
		Di hibahkan	14,11%

Berdasarkan hal di atas diperlukan sebuah alat pencacah TKKS yang mampu mengatasi permasalahan yang terdapat pada alat yang saat ini terdapat di pasaran.

Identifikasi Kebutuhan Konsumen (*Customer Need*)

Hubungan antara *Customer Need* dan Kemampuan produk ini bila diterjemahkan atau disatukan ke dalam suatu tabel maka akan tercipta spesifikasi mesin dan berbagai hubungan antara kemampuan produk yang satu dengan kemampuan produk yang lain. Tabel ini sering disebut HoQ (*House of Quality)*. HoQ ditunjukkan pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. HOQ (*House Of Quality*) dari Mesin yang dirancang

		Material	Cost	Weight	Putaran	Daya Mesin	Ukuran	Kapasitas cacah	Kapasitas tampung	Bench Marks: Conventional	Bench Marks: Mesin Penghancur Sampah	Bench Marks: Mesin pencacah Dapur-ramma
Permintaan Konsumen	Tahan Lama	x	x								o	o
	Tidak Bising	x			x	x		x		o		
	Tidak mahal		x	x						o		
	Pengoperasian Mudah	x	x		x	x		x	x	o	o	o
	Hasil Produksi Maksimal	x	x	x							o	
	Mudah Dalam Perawatan	x	x							o	o	o
	Tampilan Menarik	x	x								o	
	Keamanan Pengoperasian				x	x						
	Tidak Mudah Berkarat	x	x								o	
	Kecepatan Memproduksi		x		x	x		x	x		o	o
	Spare Part mudah dicari	x	x									
	Tidak Memakan Banyak Tempat						x					
	Mudah Dipindahkan			x			x				o	o
	Ergonomik		x				x				o	o
	Units		Rp	Kg	rpm	Hp	m	Kg/Jam	kg			
	Engineering Targets	Mild Steel	2,5 jt-3jt	30-35	3600	5.5	1000 x 492 x 884	900	30-40			

Tabel 3 di atas merupakan spesifikasi yang diinginkan dari konsumen dan penentuan *Engineering Targets* dengan mempertimbangkan bench marks yang sudah ada dengan tujuan menghasilkan

produk yang lebih efektif dan efisien sekaligus meningkatkan kekurangan dari bench marks yang telah ada.

Berdasarkan HOQ tersebut dapat diketahui bahwa spesifikasi mesin adalah:

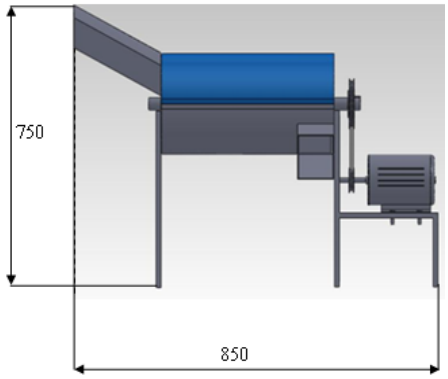
- Daya mesin yang digunakan adalah 5,5 [Hp]
- Putaran mesin 3600 [rpm]
- Kapasitas 900 [Kg/Jam]
- Dimensi mesin 1000 x 492 x 884 [mm]

Penyusunan Konsep Produk

Penyusunan produk ini berisi tentang prinsip kerja, bentuk dari produk, masalah saat merancang, penerapan energi dan skema atau alur dari masing-masing konsep yang dibuat. Konsep-konsep yang dibuat akan dipertimbangkan antara *advantages* dan *disadvantages*-nya lalu akan dikombinasikan menjadi konsep kombinasi.

Konsep 1

Mekanisme dari mesin konsep pertama ini yaitu, pemanfaatan sebuah energi listrik yang disalurkan ke motor listrik lalu energi tersebut dialirkan ke bagian-bagian transmisi mesin seperti *pulley* dan *V-belt*, lalu bagian-bagian transimisi mesin tersebut merubah energi listrik menjadi energi rotasi yang akan menggerakkan pisau dan melakukan proses pencacahan TKKS**:**



Gambar 3. Konsep 1 : Kombinasi Motor Listrik-Vbelt-pisau

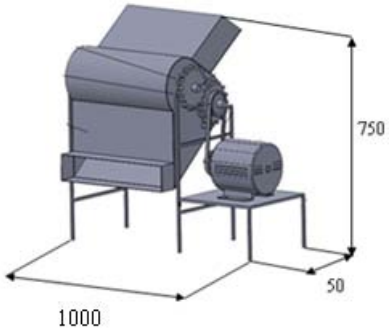
Spesifikasi Mesin:
Material : Plat Steel, Baja Anti Karat
Berat : 30 [Kg]
Putaran : 1200 [rpm]
Daya Mesin : 1,5[Hp]
Dimensi: 0,85[m] x 0,5[m] x 0,75[m]
Kapasitas Pencacahan : 360 [kg/jam]

Tabel 4 Kelebihan dan Kekurangan

Kelebihan	*Kekurangan*
Penghematan pemakaian listrik	Kapasitas pencacahan kurang maksimal
Mudah dipindahkan	Mesin terlalu berat
Vibrasi mesin tidak terlalu besar	Daya yang dikeluarkan terbilang kecil

Konsep 2

Mekanisme dari mesin konsep kedua ini yaitu, kombinasi *gear* dengan *V-belt* yang disuplai energi dari sebuah motor listrik. Energi yang disalurkan tersebut berubah menjadi energy rotasi yang menggerakkan 2 buah pisau pencacah. Pisau pencacah tersebut berotasi dengan arah berlawanan



Gambar 4 Konsep 2: Kombinasi Motor Listrik-gear-2 pisau

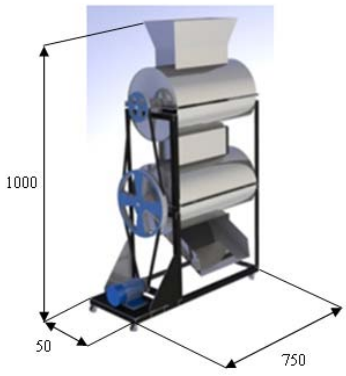
Spesifikasi Mesin:
Material : Plat Steel, Baja Anti Karat
Berat : 35-40 [Kg]
Putaran : 1400 [rpm]
Daya Mesin : 2 [Hp]
Dimensi: 1[m] x 0,5[m] x 0,75[m]
Kapasitas Pencacahan : 576 [kg/jam]

Tabel 5 Kelebihan dan Kekurangan

Advantages	*Disadvantages*
Kapasitas pencacahan cukup besar	Berat mesin tidak sesuai
Hasil pencacahan maksimal	Mesin terlalu mahal dan banyak komponen
Waktu pencacahan terbilang cepat	Sistem perawatan rumit

Konsep 3

Mekanisme dari mesin konsep ketiga ini yaitu, kombinasi dari 2 buah *pulley* dengan *V-belt* yang disuplai energi dari sebuah motor listrik. Energi yang disalurkan tersebut berubah menjadi energi rotasi yang menggerakkan 2 buah pisau pencacah. Pisau pencacah tersebut berotasi dengan arah berlawanan dengan tujuan proses pencacahan lebih maksimal



Gambar 5. Konsep 3: Kombinasi Motor Listrik-v-belt-2 pisau

Spesifikasi Mesin:
Material: Plat Steel, Baja Anti Karat Steel
Berat:35-40 [kg]
Putaran: 2800 [rpm]
Daya Mesin: 3-5 [Hp]
Dimensi: 0,75 [m] x 0,5 [m] x 0,1[m]

Kapasitas Pencacahan: 900 [kg/jam]

Konsep Kombinasi

adalah konsep kombinasi dengan memadukan konsep 1, 2, dan 3 yang menggunakan komponen transmisi *V-belt* dan *pulley* didukung pisau pencacah tunggal sitem *knockdown* dengan disuplai energi dari motor berbahan bakar yang berfungsi menghasilkan energi mekanik berupa enegi rotasi yang berguna dalam proses pencacahan TKKS secara maksimal.



Gambar 6 Konsep Terpilih Kombinasi konep 1, 2 dan 3

Spesifikasi Konsep Kombinasi:

- Motor bahan bakar 5,5 [HP], dengan putaran 3600 [rpm].
- *Pulley* type B Ø 6 [inch] Ø dalam — [inch], Sabuk V type B 48.
- *Bearing* tipe *single row deep groove ball bearing, Ø* luar *bearing* — [inch].
- Kerangka profil siku ukuran 40 x 40 x 4. dimensi : 1000 x 492 x 884

Analisis Hasil Pengujian Mesin TKKS

Analisis diawali oleh perhitungan kapasitas mesin, karena akan menjadi landasan dasar untuk menghitung dan menganalisis komponen-komponen mesin yang lain, perhitungan gaya pemotongan, poros, bearing, pulley, motor dan lasan dan kekuatan pisau, [4][5]. Hasil perhitungan tidak ditampilkan dalam artikel ini. Pengujian di mulai dari TKKS berat 0.25[kg], 0.5[kg] dan 3.5[kg].

Tabel 7 Pencacahan Dengan Alat

Pencacahan Dengan Alat			
No	Kapasitas [kg]	Waktu [s]	Kapasitas akhir [kg/jam]
1	0.25	7	128
2	1.5	10.5	514
3	3.5	14	900



Gambar 7 Hasil pengujian mesin Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKSS)

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat ditarik kesimpulan yang didasarkan pada tujuan rancang bangun Mesin Pencacah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Kapasitas 900 [kg/jam] yaitu sebagai berikut:

a. Mesin yang dirancang bangun memiliki kapasitas 900 [kg/jam] sesuai dengan rancangan awal.
b. Analisis perhitungan kekuatan elemen mesin menunjukan semua elemen mesin kuat terhadap beban yang bekerja
c. Motor yang digunakan adalah motor bensin

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Data Perkebunan Sawit Pada Perusahaan di Indonesia. http://www.rspo.org . Labuhan Batu Selatan. Akses: 12-10-2009.
[2] Produksi Kelapa Sawit Per-Tahun. http://commodityarea.php.htm. Riau. 06-01-2012
[3] M.Chaefudin-Arupa, Antara Keseimbangan Ekonomi dan Keseimbangan Ekologi. http://kebun93.blogspot.com . Lampung. Akses: 05-03-2009.
[4] Khurmi, R. S. and Gupta, J. K. 1982, “A Text Book of Machine Design”, New Delhi: Eurasia Publishing House (Ovt) LTD.
[5] Sularso, & Suga Kiyokatsu,”Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin”,Jakarta: Pradnya Paramita: 1987.
[6] Meriam, J.L. and Kraige L.G. 1988, “Engineering Mechanics, Dynamics”. JohnWilley & Sons, Inc.
[7] Popov, E. P. 1978, “Mechanics Of Materials”.Pretince-Hall, Inc,.
[8] Mott, Robert L. 1985, “Machine Elements In Mechanical Design”.Bell & Howell Company.
[9] Tim PEDC. “Gambar Teknik”.Bandung: PEDC Bandung.1982.

Rancang Bangun Robot Manual KRI

Faiz[1]; Hilal[1]; Ari[1],Febrian[1]; Seto Tjahyo[2]
1. MahasiswaTeknikMesin PNJ
2. DosenTeknikMesin PNJ
nurhilal.ahmad@yahoo.com

Abstrak

Manual bertugas untuk memindahkan benda dengan berdiameter 50 cm dengan tinggi 25 cm dan berat sebesar 200 gram sejauh 15 meter sebanyak 5 kali. Robot manual bertugas juga melontar benda 1 kali sejauh 5 meter ke menara dengan tinggi 1,5 meter dimana jarak antara menara dengan robot adalah 5 meter dengan batas waktu maksimal 3 menit.

Rancang robot manual ini batasan dimensi yang telah di tentukan sebesar 70 x 70 x 120 cm dalam keadaan stastis dan maksismum daya yang diberikan sebesar 24 volt DC. Robot ini memiliki 4 bagian penting yaitu base, lengan, penjepit dan pelontar.

Pada base diberikan sumber daya dari motor listrik untuk mejalankan robot dengan sistem sprocket rantai yang terhubung dengan gear sprocket pada roda belakang robot. Rancangan lengan robot yang di konsepkan supaya dapat naik dan turun sesuai ketinggian yang ditentukan dengan menggunakan sistem transmisi sprocket dan untuk merubah panjang lengan robot pada saat mengambil dan menaruh leafs di tempat yang ditentukan menggunakan sistem slider dengan sumber daya motor listrik.

Mekanisme pada penjepit robot ini menggunakan sistem pneumatic dengan daya sebesar 0,7 Hp untuk menjepit leafs di sistem lengan robot. Selanjutnya untuk proses melontar leafs-nya memakai konsep prinsip pegas. Awalan dari proses sistem pelontar untuk menarik pegas ke belakang mengunakan motor listrik sebagai sumber daya yang ditranmisikan dengan mekanisme rantai .Setelah pegas ditarik ke belakang sebagai persiapan untuk melontar,kemudian pegas dilepas yang mengakibatkan penambahan panjang pada pegas dan gaya yang diberikan kepada leafs dan secara bersamaan melepasnya leafs pada gripers untuk melontarkan leafs sejauh jarak yang ingin di capai.

Kata Kunci : robot manual, sistem pelontar, leafs

Abstract

This study is about the Design of Manual Robot KRI is integrated with the electronic control system technology and run Labview to control the movement. Design of Robot was created with the goal in the competition in Indonesian Robot ContestOn race Robot Robot Contest Manual Manual tasked to move objects with a diameter of 50 cm with a height of 25 cm and a weight of 200 grams as far as 15 meters by 5 times. Robot duty manual also throwing objects 1 time so far with 5 meters to 1.5 meters high tower where the distance between the robot tower is 5 meters with a maximum time limit 3 minutes

This manual designed robot limit has been specified dimensions of 70 x 70 x 120 cm in a state of static and maksismum power supplied by 24 volts DC .. The robot has four important parts of base, arm, grippers and thrower.

On given resource base of electric motors for robots to carry out a system that is connected to the sprocket chain gear sprocket on the rear wheel robot. The design of a robot arm is designed in order to go up and down according to the height specified using the sprocket transmission system and to change the robot arm's length at the time of pick up and put in place the leafs determined using a slider system with electric motor power source.

Clamp mechanism on the robot using a pneumatic system with a power of 0.7 hp to clamp the leafs in the robotic arm system. Furthermore, to process that uses the concept of throwing leafs spring principle. Prefix of the ejection system to pull back the spring to use the electric motor as a power source ditranmisikan with chain mechanism. Having spring pulled back in preparation to throw, then spring is released resulting in increasing the length the spring and the force applied to the leafs and simultaneously removing leafs leafs on gripers to throw as far as the distance that you want to accomplish.

Keywords : manual robot, launcher system, leafs

I. PENDAHULUAN

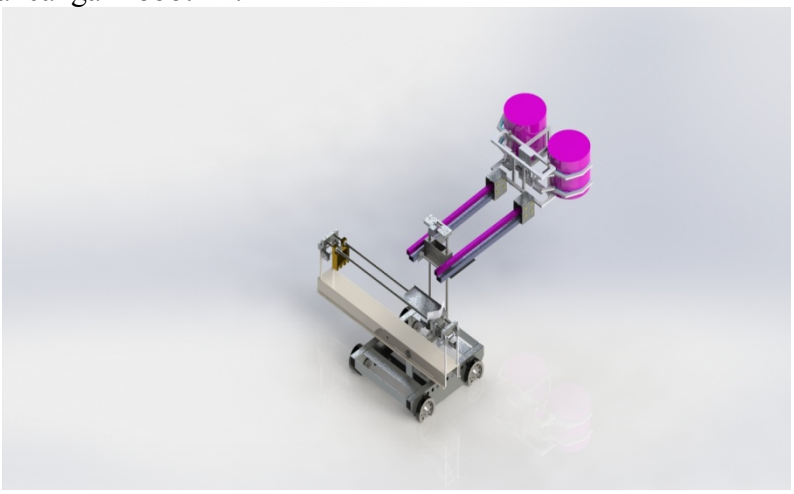
1. Latar Belakang

Rancang Bangun Robot Manual ini dibuat untuk mengikuti perlombaan KRI regional 2 yang diselengarakan oleh DIKTI dengan tema INDONESIA HIJAU dengan bertempat di PNJ. Lomba KRI ini bertujuan untuk mencari perwakilan untuk Indonesia di pentas lomba ABU ROBOCON 2013 dengan tema The Green Planet yang akan diselenggarakan di Da nang – Vietnam yang akan di

ikuti oleh 20 tim negara asia lainya. Lomba ABU ROBOCON yang di ikuti oleh negara – negara yang menjadi anggota Asia Pasifik Broadcasting (ABU) yang beranggotakan 50 negara di asia pasifik. Dan tujuan untuk meningkatkan minat para mahasiswa untuk mulai mengembangkan mesin atau alat yang bersifat mekatronik dan meningkatkan kepekaan mahasiswa terhadap pengembangan bidang teknologi robotika di dalam maupun di luar negeri.

II. KONSEP DESIGN

Pada rancangan bangun robot ini memiliki beberapa bagian yang sangat penting yang menjadi pembahasan pada rancangan robot ini.



Gambar Design Robot Manual KRI

Untuk medesign robot ini secara keselurahan perlu di rancang,di konsepkan dan di analisa terdahulu bagian – bagian dari robot ini secara terpisah lalu sinergikan atau di sambungkan antara satu bagian ke bagian lainya benar supaya komponen – komponen dapat berfungsi sebagaiman mestinya.

Komponen – komponen dari robot manual KRI ini terbagi atas

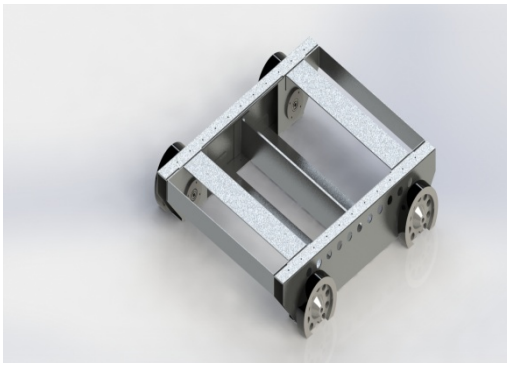
- Base
- Lengan
- Grippers
- Pelontar

Bench Marking Design Base Robot

Konsep design pada base harus bisa mempunyai manuver untuk bergerak secara mudah dan cepat. Penentuan luas base yang di buat perlu di pertimbangkan untuk komponen mekanik dan elektronika terpasang di atas base dengan tidak melebih dimensi 700 x 700 mm. Terakhir pemilihan material pada base perlu di analisa supaya berat robot tidak melebihi 20 kg.

Design Base Robot

Konsep rancangan dari base yang di buat ialah base mengunakan 2 motor listrik untuk berjalan dan berbelok yang keduanya di hubungkan dengan poros yang di tranmiskan dayanya oleh sprocket gear. Dua motor itu mempunyai fungsi yang berbeda ada yang berfungsi untuk mejalankan robot secara lurus atau sejajar dengan jalan dan ada yang berfungsi untuk mejalankan robot secara ke samping atau tegak lurus pada jalan. Di dukukng pula dengan roda omni (omni Wheel) yang bisa bergerak sejajar atau tegak lurus terhadap roda. Hal ini di maksudkan supaya robot bisa bergerak ke arah depan atau samping dengan kecepatan yang sama tanpa perlu membuat manuver robot berbelok atau berputar



Design Base Robot Manual KRI

Komponen – Kompenen Base Robot

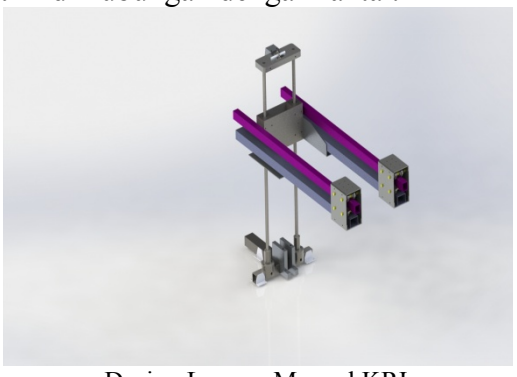
- Motor 2,4 volt
- Sprocket
- Omni wheel
- Rangka base
- Bearing roller

Bench Marking Design Lengan Robot

Batasan dan konsep design pada lengan yang harus di buat saat di assembly mempunyai ukuran yang tidak melewati batas dimnesi robot baik itu secara horizontal maupun secara vertikal yaitu 700 x 700 x 1200 saat keadaaan robot statis tetapi mempuyai pertambahan panjang yang di capai sejarak 1400 mm saat keadaan dinamis di ukur dari permukaan base yang terdekat. Design lengan saat mengambil dan memegang leafs harus bisa melewati tinggi ring sebesar 75 mm dari lantai untuk menaruh leafs di dalam ring. Sehingga design lengan harus mempunyai mekanisme ekstensi lengan saat dinamis dan mekanisme lengan untuk dapat naik dan turun saat memegang leafs

Design Lengan Robot

Konsep rancangan lengan robot yang di buat ekstensi lengan memakai konsep perpanjang telescopic dengan mekanisme roller bearing yang menghubungakan plat dengan plat yang lainya yang digerakan oleh motor listrik yang terhubung dengan rantai yang di pasang di salah satu plat, dimana saat statis kedua plat menjadi satu tetapi saat dinamis salah satu plat keluar dan memanjang seseuai ukuran yang ingin di capai. Untuk naik turunya lengan design yang di buat memakai konsep lift dengan memakai motor listrik di hubungan dengan rantai.



Design Lengan Manual KRI

Komponen – Komponen Lengan Robot

- Motor listrik 12 volt
- Motor listrik 6 volt
- Shaft untuk bearing

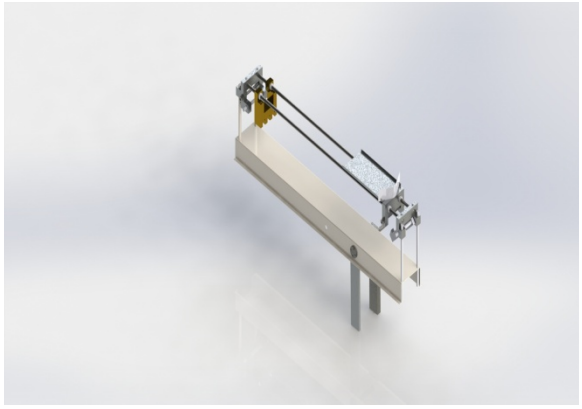
- Bearing roller
- Sprocket
- 2 Rantai 25 mm
- Shaft lifter
- Linear bearing
- Poros lifter

Bench Marking Pelontar Robot

Batasan dan konsep pelontar robot yang di buat saat assembly di robot tidak membuat dimensi robot melebihi ukuran dalam keadaan stastis. Pemilihan konsep untuk melontar sangat penting untuk melontatkan benda seberat 200 gram dengan jarak 5 meter untuk dapat di tempatkan di atas menara setinggi 1,5 meter. Pemilihan material pelontar harus di pertimbangkan, karena berat pelontar yang terlalu berat dapat mengurangi implus yang di berikan boots yang akan di lemparkan.

Design Pelontar Robot

Konsep pelontar robot yang di buat memakai prinsip pegas tekan, pegas yang di tekan oleh part alumunium pejal yang di sebut pelatuk. Pelatuk bergerak menekan pegas karena terpasang rantai yang di beri motor listrik. Setelah pelatuk menekan pegas, pelatuk di tahan oleh part pejal (penahan) dengan pneumatic. Setelah motor listrik mati, penahan pelatuk siap membuka pelatuk supaya pegas memberikan gaya pada boots



Gambar Design Pelontar Robot Manual KRI

Komponen – Komponen Pelontar

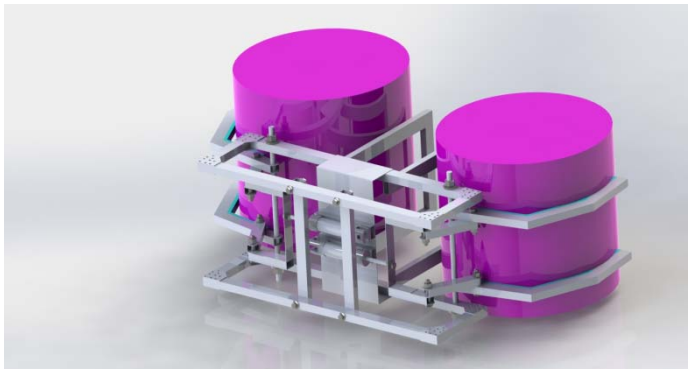
- Pelatuk
- Pneumatic
- Poros pelontar
- Motor listrik
- Sprocket
- Roller bearing

Bench Marking Grippers

Batasan dan design untuk penjepit (grippers) yang di buat saat assembly di robot tidak membuat dimensi robot melebihi ukuran yang telah di tentukan. Design penjepit ringan sehingga tidak terlalu membebani lengan robot. Design penjepit mempunyai kapasitas untuk membawa leafs banyak. Design mekanisme menjepit cepat dan kuat untuk menjepit leafs

Design Grippers Robot

Konsep design grippers yang di buat untuk menejepit benda menggunakan tranmisi pneumatic. Design grippers yang di buat bisa membawa 4 leafs dengan di design terdapat 2 penjepi dan di di tumpuk pada penjepit sebanyak 2 leafs



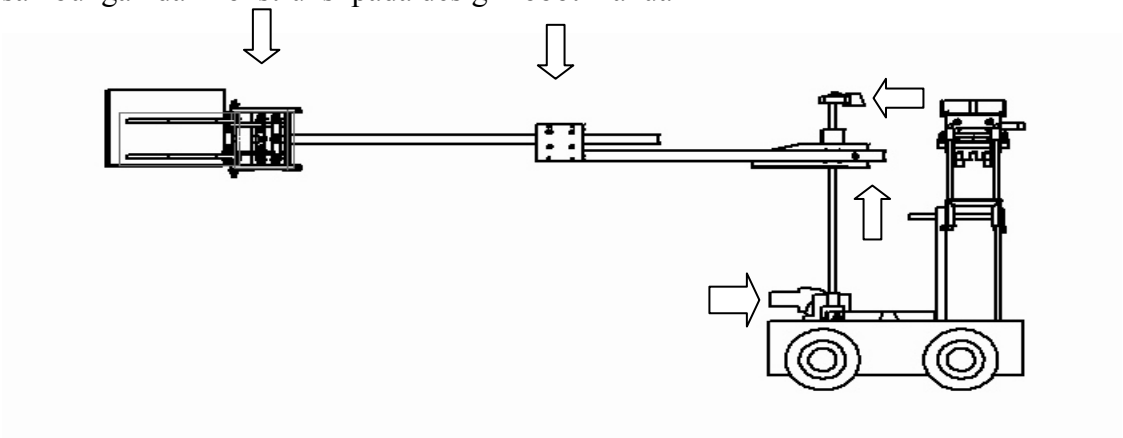
Design Grippers Robot Manual KRI

Komponen – Komponen Grippers

- Rangka Grippers
- Pneumatic
- Poros engsel
- Plat dudukan gripers
- Bearing roller

III. ANALISA DESIGN

Dari hasil design ada beberapa analisa yang bisa untuk di pertimbangkan untuk menentukan sambungan dan konstruksi pada design robot manual KRI



Dari hasil analisa terdapat gaya harus di analisis dan di perhitungkan supaya kontruksi design sesuai yang di ingkan yaitu robot manual konstruksinya haruslah ringan dan haruslah rigid

Untuk menghitung gaya – gaya bekerja pada konstruksi tersebut dapat menggunakan

$\sum F\,y = 0$, $\sum Fx = 0$ *dan* $\sum M = 0$

Dan untuk menganalisa berapa gaya bekerja pada saat pelontar di lemparkan ialahDengan menghitung gaya implus yang terjadi dengan rumus $\boldsymbol{I = \frac{f}{t}}$ yang gaya di dapat dari pegas yang ditekan dengan rumus $\boldsymbol{F = kx}$

Setelah mengihitung gaya dan daya yang bekerja maka haruslah menghitung part – part standar yang akan digunakan seperti bearing, poros yang di gunakan

Analisa untuk bearing yang di gunakan dengan persamaan rumus

$$We = [W_R \; x \; V \; x \; X_R + W_T \; x \; Y_T] \; x \; K_t$$

Umur bantalan diformulasikan sebagai berikut:

$$L = \left[\frac{C}{We}\right]^k x\, 10^6$$

Keterangan :
We : Beban equivalent
WR : Beban Radial
XR : Faktor radial
WT : Faktor thrust
YT : Faktor thrust
Ks : Service factor
V : Faktor putaran
C : Kapasitas beban dinamis dari bantalan

Analisa poros yang digunakan mengunakan persamaan rumus

Untuk poros yang bulat : $J = \pi/32 \times d4$

Dengan demikian diperoleh : $T = \pi/16\ \sigma s\ d3$

$\sigma s = 16\ T/(\pi\ d3)$

d = $\sqrt[3]{\mathbf{16T/(\ \pi\ x\ \sigma\ )}}$

Ket:

J = Momen inersia polar pada penampang dari sumbu yang berputar, (cm^4)
σs = Tegangan geser torsi, (kg/cm^2)
r = jarak dari sumbu netral ke bagian terluar, (cm)
d/2; dengan
d = diameter poros (cm)

IV. KESIMPULAN

1. Design robot manual KRI haruslah seringan mungkin tetapi harus mempunyai sifat rigid
2. Design robot manual harus bisa mengambil dan melontarkan benda seberat 200 gram
3. Mekanisme robot manual harus dibuat sesederhana dan se smudah mungkin untuk di control dengan system elektronika

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Khurmi, R.S,J.K.Gupta,"A text book of Machine design",MKS and SI units,Eurasia publishing House (Pvt) Ltd, Ram Nagar,India 1980
[2] Bueche, Frederick J. "seri buku schaum teori dan soal – soal "Erlangga , Jakarta, 2002

Perhitungan Indek Kompleksitas Fitur Produk Melalui Identifikasi dan Rekognisi Informasi Geometri

Mochammad Sholeh
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta KampusBaru UI Depok 16424, Indonesia
masshool@yahoo.com

Abstrak

Untuk menghasilkan produk yang memiliki tingkat kompetisi tinggi dipasar bebas, industri manufaktur ditantang untuk menghasilkan produk dengan biaya rendah, waktu singkat, dan kualitas tinggi. Peluang untuk memecahkan masalah dapat tercapai bila proses otomatisasi disain dengan memanfaatkan perhitungan kompleksitas produk, melalui identifikasi dan informasi fitur geometri bentuk standar pada awal proses perancangan.

Penelitian bertujuan mengidentifikasi fitur standar yang diklasifikasikan berdasar proses permesinan oleh Jong-Yun Jung dalam penelitian sebelumnya, selanjutnya dilakukan rekognisi informasi fitur geometri untuk menghitung nilai indek kompleksitas produk suatu rancangan. Hasil yang didapatkan dijadikan model pengembangan dalam menentukan kompleksitas relatif suatu produk sesuai dengan metode yang dikembangkan oleh ElMaraghy dalam menghitung kompleksitas produk.

Proses perhitungan diawali dengan penggambaran fitur produk dengan piranti bantu model solid yang disimpan dalam bentuk stp atau *step file* kemudian dilakukan proses ekstraksi menggunakan notepad sehingga diperoleh *Entity, Advance Face* dan *Edge Curve* yang diolah menjadi koefisien relatif produk. Perhitungan indek kompleksitas fitur produk standar menghasilkan nilai kompleksitas tertinggi untuk fitur *rotasional* adalah bentuk *Neck* yaitu 6,30 untuk fitur prismatik bentuk *Slot* yaitu 6,05, untuk fitur *slab* yaitu bentuk *Pocket* yaitu 5,66 dan untuk fitur *Revolving* sebesar 4,94. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai indek kompleksitas fitur produk, maka didapatkan semakin sulit desain bentuk fitur

Keywords : fitur, identifikasi, rekognisi,*Advance Face*, *Edge Curve*, indek kompleksitas

Abstract

To produce a product has high level of competition in free market, the manufacturing industries are challenged to produce product with low cost, short time, and high quality. Opportunity to solve problem could be achieved when automation design process by utilizing calculation complexity products, through identification and information features geometry form standard early in design process.

The research aims to identify standard features classified based on the machining process by Jong-Yun Jung in previous studies, further recognition feature geometry information to compute the index value the complexity of the product design. The results obtained in development model used to determine the relative complexity a product according to method developed by ElMaraghy in calculating the complexity of the product.

The process begins with description the calculation of product features assistive device models that are stored in the form of solid stp or step file and then do extraction process using notepad so acquired entity Advance Face and Edge Curve is processed into a coefficient relative products. The index complexity of the standard product features produced the highest values for rotational feature is the shape Neck is 6.30 ,for prismatic features is shape Slot is 6.05, feature Slab is the a pocket 5.66 and for the revolving feature is 4.94. It can be concluded that the higher the index value the complexity of the product features, it got increasingly difficult to design form features.

Keywords : feature, identification, recognition,Advance Face, Edge Curve, index complexity

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Suatu hal menarik jika seorang mechanical / design engineer yang telah bekerja bertahun-tahun mendesain berbagai macam mechanical parts, masih terus belajar mengenai desain proses, sepantasnyalah bila seseorang telah lama menekuni suatu pekerjaan, maka dia menjadi pakar dalam bidang tersebut. Di bidang desain proses hal tersebut tidak sepenuhnya berlaku, karena desain adalah proses yang berkelanjutan.

Industri otomotif diharapkan menjadi salah satu faktor pendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia. Hal tersebut ditunjukan oleh perusahaan riset Frost & Sullivan yang memperkirakan tahun ini penjualan mobil di Indonesia akan naik moderat sebesar 6,5 persen dari tahun sebelumnya menjadi 948.500 unit dan kenyataan angka penjualan mobil di Indonesia mengalami kenaikan hingga 43% pada bulan April 2012. Perkembangan tentu akan lebih meningkat karena pemerintah memberikan fasilitas kepada industri yang melakukan penelitian,pengembangan dan inovasi. Oleh karenanya

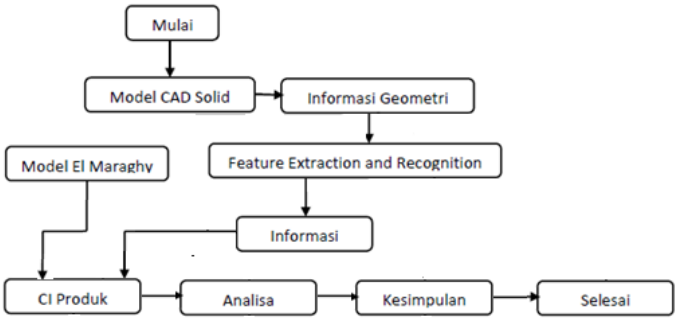
proses desain sampai produksi diharapkan bisa cepat dan produk segera bisa dinikmati masyarakat. Untuk mempercepat proses produksi, maka proses desain harus lebih cepat, dan sudah memperhitungkan bagaimana proses produksinya.

Penelitian ini menggunakan bentuk fitur yang biasa dikerjakan dengan empat buah proses permesinan yang banyak dipergunakan didunia industri komponen mekanik. Proses turning sekitar 24,9 %, milling 20,2 % dan drilling 28,2 % yang secara keseluruhan berarti 73,3 % dari porsi proses permesinan (survey yang dilakukan oleh PERA).[1].

Agar produksi menjadi singkat maka kesulitan- kesulitan dalam proses itu sendiri haruslah dikurangi sehinga selain waktu proses berkurang, biaya juga akan berkurang. Faktor kesulitan yang ada dapat diwujudkan kedalam bentuk angka ,yang dikenal dengan sebutan Indeks Kompleksitas.

II. METODA PENELITIAN

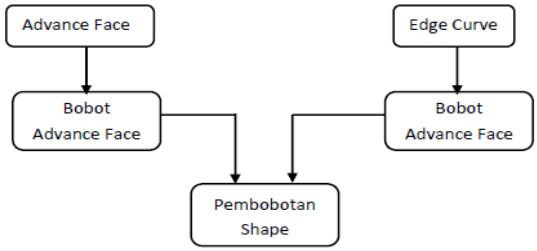
Penelitian diawali dengan penggambaran fitur produk dengan software model solid yang disimpan dalam bentuk stp atau step file.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

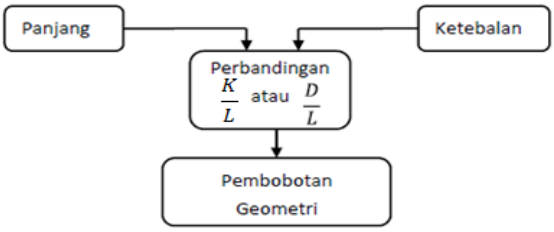
Untuk mendapatkan informasi geometri dilakukan proses ekstraksi dan rekognisi menggunakan software notepad sehingga diperoleh Entity, Advance Face dan Edge Curve yang diolah dengan menjadi koefisien relatif produk selajutnya dihitung indek kompleksitas produk dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh ElMaraghy (lihat diagram alir 1).

Dalam menghitung koefisien relatif produk, diperlukan unsur pembentuk yaitu shape, geometri dan toleransi yang nilai pembobotannya ditentukan berdasarkan hasil ekstraksi dan rekognisi fitur untur shape (diagram alir 2).



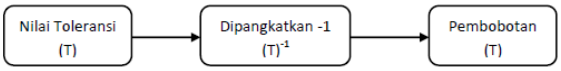
Gambar 2. Algoritma Pengolahan Informasi Shape

Ukuran sebenarnya dari fitur menentukan besaran geometri yaitu perbandingan $\frac{K}{L}$ untuk fitur bentuk empat persegi panjang atau $\frac{D}{L}$ untuk fitur berbentuk silinder (diagram alir 3).



Gambar 3. Algoritma Pengolahan Informasi Shape

Toleransi ditentukan berdasar ukuran panjang dan tingkat kepresisian pengerjaannya , pembobotan ditentukan dengan nilai maksimum 1 untuk nilai tersulit (diagram alir 4).



Gambar 4. Algoritma Pengolahan Informasi Toleransi

III. TINJAUAN PUSTAKA

1. Geometri

Sebagai dasar dipergunakan teori yang berkaitan dengan masalah geometri. Geometri adalah bagian matematika dan selalu berkaitan dengan matematika yang menerangkan sifat-sifat garis, sudut, bidang, dan ruang. Berbicara tentang geometri pasti menyinggung masalah bangun geometri itu sendiri, garis, segi tiga, segi empat, balok, lingkaran, bola dan lain sebagainya, Kunwoo Leedalam *Principle of CAD/CAE system* mengklasifikasikan sistem geometri sebagai *wireframe modeling system , surface modeling system, solid modeling s*ystem dan nonmanifold modeling system. Dalam penelitian ini diteliti berkaitan dengan sistem *wireframe modeling*.

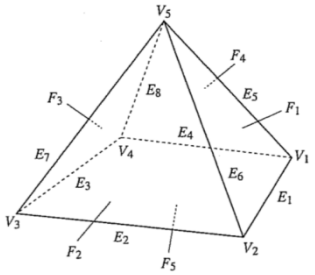
2. Model Boundari

Model sistem Boundari digunakan untuk menambah, mengurangi atau memodifikasi bentuk padat, sebagaimana *vertex*, *edge* dan *face* dengan tujuan untuk memanipulasi secara langsung. Vertex dibentuk, kemudian *edge* dibentuk dengan menghubungkan vertex, selanjutnya permukaan (face) didefinisikan dengan batas edge.

Elemen dasar komposisi batas dari bentuk solid adalah vertex, edges dan faces. Dengan demikian struktur data B-Rep adalah kesatuan dengan informasi tentang bagaimana keterhubungannya. Salah satu bentuk paling sederhana seperti pada tabel 1, yang merupakan struktur data solid yang ditunjukkan pada gambar 1.

Tabel 1. Tiga Tabel Peletakan B-Rep

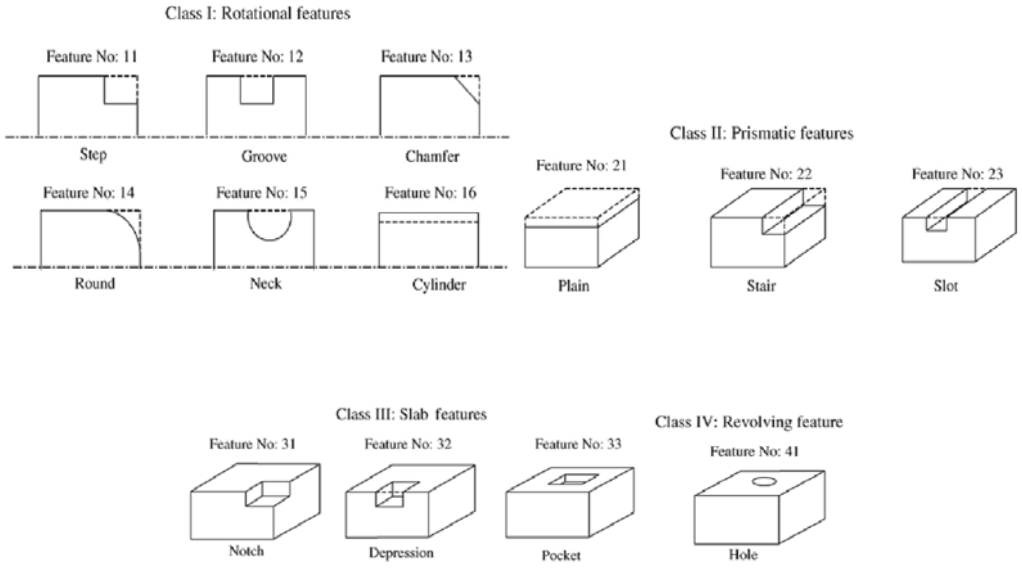
Face Table		Edge Table		Vertex Table	
Face	*Edge*	*Edge*	*Vertices*	*Vertex*	*Coordinates*
F_1	E_1, E_5, E_6	E_1	V_1, V_2	V_1	x_1, y_1, z_1
F_2	E_2, E_6, E_7	E_2	V_2, V_3	V_2	x_2, y_2, z_2
F_3	E_3, E_7, E_8	E_3	V_3, V_4	V_3	x_3, y_3, z_3
F_4	E_4, E_8, E_5	E_4	V_4, V_1	V_4	x_4, y_4, z_4
F_5	E_1, E_2, E_3, E_4	E_5	V_1, V_5	V_5	x_5, y_5, z_5
		E_6	V_2, V_5	V_6	x_6, y_6, z_6
		E_7	V_3, V_5		
		E_8	V_4, V_5		



Gambar 5. Peletakan Data pada geometri Solid

3. Fitur.

Jong-Yun Jung, mengklasifikasikan kelas fitur berdasar proses pembentukan, sebagai berikut. *Step, neck, chamfer, round, cylinder* dan *groove* semua masuk kelas 1. Kesemuanya ini dibentuk menggunakan operasi *turning*, Step memiliki dua ukuran diameter berbeda pada bagian ujung batang. *Groove* mirip dengan *step* tetapi lokasi perbedaan ukuran dibagian tengah batang, *Neck* juga terletak dibagian tengah batang*Chamfer* dan*round* terletak dibagian ujung dari masing-masing batang.



Gambar 6. Klasifikasi fitur

Plain, stair dan *slot*masuk kelas 2 bentuk *fitur prismatic.* Selanjutn*ya Noch, depression* dan *pocke*t masuk kekelas 3 yang memiliki bentuk geometri lebih komplek dari kelas 2. Pengerjaan mesin utamanya dengan menggunakan *end mill* dengan diameter umumnya lebih kecil dari *face mill* atau *slab mill*. Dengan demikian pengoperasian *end mill* memiliki kecepatan pembuangan material (MRR) lebih rendah sehingga meningkat waktu permesinan dan biaya permesinannya. Lobang (Hole) diklasifikasikan kelas ke 4 yang pengoperasiannya menggunakan pengeboran dan *reaming*.

4. STEP file dan stp file

STEP *(**ST**andart for **E**xchange of **P**roduct model data*) adalah standarInternasional yang baru (ISO 10303) untuk mempresentasikan dan mengubah informasi *product model*, sedangkan stp adalah berbasis pada STEP. Hal ini mencakup data objek yang diungkapkan secara khusus menggunakan bahasa tersirat, untuk memprepresentasi data, STEP juga mendefinisikan metode pelaksanaan, misalnya, perpindahan fisik file, dan menawarkan sumber yang berbeda, seperti geometris dan menyatakan penguraian sistem logika dalam penafsiran (*topological*).

STEP adalah spesifikasi bahasa data resmi yang digunakan untuk mempresentasikan informasi produk. Sebagai *fasilitator* dalam pengembangan implementasinya. Hal ini juga memungkinkan

konsistensi pernyataan. STEP menentukan metode pelaksanaan untuk pertukaran data yang mendukung penyajian informasi produk.
Sebuah deskripsi singkat dari beberapa elemen STEP data penting diberikan di bawah ini:
Face_Surface adalah suatu jenis *face* dimana geometri didefinisikan oleh *surface* dan *vertex.*
Edge_Curve adalah jenis tepi yang memiliki geometri sepenuhnya didefinisikan.

5. **5. Kompleksitas Produk**

El Maraghy menyatakan bahwa kompleksitas produk diwakili oleh indeks kompleksitas produk ($CI_{product}$) dan merupakan fungsi informasi / entropy produk, ($H_{product}$), rasio keragaman produk ($DR_{product}$) dan koefisien relatif kompleksitas produk (cj, $_{produk}$). Nilai dari koefisien kompleksitas produk yang relatif berdasarkan pada prinsip-prinsip umum manufaktur dan bergantung pada jenis proses atau volume. Nilainya semakin meningkat dengan upaya yang diperlukan untuk menghasilkan komponen akhir dari produk. Indeks kompleksitas produk $CI_{product}$ untuk merupakan kombinasi rasio keragaman dan kompleksitas relatif, dan dinyatakan dengan informasinya entropi sebagai:

$$C_{I_{product}} = \left(D_{R_{product}} + c_{j,product}\right) * H_{product} \quad \text{atau}$$

$$C_{I_{product}} = \left(\frac{n}{N} + c_{j,product}\right) * H_{product}$$

$$D_R = \frac{n}{N}$$

$D_R$adalah ukuran keunikan atau rasio keragaman yang didefinisikan sebagai rasio informasi yang berbeda untuk informasi total.
$c_{j,produk}$didefinisikan sebagai koefisien pembuatan produk

$$c_{j,product} = \sum_{f}^{F} x_f * c_{f,feature}$$

c_f = Koefisien kompleksitas feature relatif
x_f= Persentase bentuk kesekian x_{th} yang tidak sama
Koefisien kompleksitas relatif adalah rata-rata yang terkait dengan kompleksitas relatif dari berbagai aspek spesifikasi dan fitur yang diberikan, dan diwakili oleh:

$$c_{f,feature} = \frac{F_N * F_{CF} + S_N * S_{CF}}{F_N + S_N}$$

dimana :
F_N = Jumlah feature
F_{CF} = Faktor kompleksitas feature
S_N=Jumlahaspekyang mempengaruhispesifikasi
S_{CF} = Faktor kompleksitas spesifikasi
H_{produk} merupakan entropy produk yang nilainya dinyatakan dengan

$$H = \log_2 N + 1$$

IV. DATA DAN ANALISA

Dalam contoh perhitungan, diambilkan kasus untuk kelas 1, Fitur Rotasional bentuk Step

Tabel 2. Data Shape Fitur Rotasional

SHAPE	Step	Groove	Chamfer	Round	Neck	Cylinder
Advance Face	3	4	2	2	4	4
Edge Curva	6	8	4	4	8	6

Tabel 3. Data dan analisa Geomateri

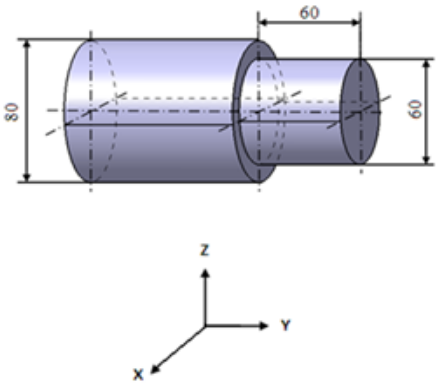
GEOMETRI	Step	Groove	Chamfer	Round	Neck	Cylinder
Panjang (L)	60	40	20	20	40	80
Kedalaman	10	10	20	20	20	5
Perband K/L	0,17	0,25	1,00	1,00	0,50	0,06
Pembobotan	0,17	0,25	1,00	1,00	0,50	0,06

Tabel 4. Analisa Toleransi

Ukuran nominal (mm)		0,5 - 3	3 – 6	6 – 30	30 – 120	120-315	315-1000	1000-2000
Variasi yang diizinkan	Teliti	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Sedang	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40	0,38	0,42
	Kasar		0,25	0,20	0,19	0,17	0,15	0,17

Tabel 5. Perhitungan indek kompleksitas Fitur Rotasional bentuk Step.

Description	Number	Diverstiy
Panjang	1	1
Toleransi	2	2
Diameter	2	2
Toleransi	4	2
Step	1	1
Toleransi	2	2
Kedalaman	1	1
Posisi	1	1
Nilai X	1	1
Nilai Y	1	1
Nilai Z	2	2
SUM	*18*	*16*
H	*4,25*	
$D_{Rproduct}$	*0,89*	



Description	Feature				J = 3	
	Number	Aspect				
		Shape	Geometry	Tolerances	SUM D	D/J
Step	1	0,75	0,17	0,19	1,11	0,37

Sum	1		
Feature	% Features	D/J	Complexity
Step	1,00	0,37	0,37
Cj produk			0,37

CI produk *5,34*

Tabel 6. Hasil Perhitungan Indek kompleksitas Fitur.

Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3		Kelas 4	
Nama	Kompleksitas	Nama	Kompleksitas	Nama	Kompleksitas	Nama	Kompleksitas
Step	5,34	Plain	4,58	Notch	5,24	Revolving	4,94
Groove	5,94	Stair	5,35	Depression	5,37		
Chamfer	5,92	Slot	6,06	Pocket	5,66		
Round	5,89						
Neck	6,3						
Cylinder	3,31						

V. KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan indek kompleksitas fitur produk melalui identifikasi dan rekognisi diperoleh bahwa, indek kompleksitas tertinggi untuk fitur rotasional adalah bentuk Neck yaitu 6,30, indek kompleksitas tertinggi untuk fitur prismatic adalah bentuk slot yaitu sebesar 6,05 , indek kompleksitas tertinggi untuk fitur slab adalah bentuk pocket yaitu sebesar 5,66 , sedang fitur revolving sebesar 4,94.
2. Hasil identifikasi dan rekognisi bentuk fitur diperoleh bahwa *Advance_Face* dan *Edge_Curve* untuk setiap fitur akan bertambah berbanding lurus dengan jumlah fiturnya

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Jong –Yun Jung ," Manufacturing cost estimation for machined parts based on manufacturing features", Journal intelligent Manufacturing: 2002
[2] Lee Kunwoo, "Principle of CAD/CAE system", Addison Wesley Longman,Inc, 1999
[3] Alfais Admiral Syafnil, GA , "Based Feature Recognation of STEP File for CAD/CAM Integration", Universiti Utara, Malaysia, 2009
[4] ElMaraghy, W. H. & Urbanic, R. Jill, "*Modelling of Manufacturing Systems Complexity*", Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Centre, Faculty of Engineering University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada , 2003.

Rancang Bangun Mesin Injeksi Molding Impeller untuk PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro) Berbahan Nylon

Ahlan Nurzengky[1] ; Antonius Danny Nugroho[1]; Rahmad Indra Purnama[1] ; Ridwan [1]; Grenny[1] ; Budi[1]
1. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
rahhmadd@gmail.com

Abstrak

Energi potensial air merupakan energi yang dapat terbaharui. Energi tersebut dapat diubah menjadi energi listrik secara maksimal. Sehingga kita tidak perlu lagi bergantung pada energi dari bahan bakar fosil yang mengalami krisis ketersediaan akhir-akhir ini. Salah satu energi yang belum dimanfaatkan secar besar di Indonesia adalah air salah satunya yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (PLTMH). Penentuan type impeller untuk PLTMH yang akan digunakan yaitu sesudah penentuan kapasitas, total head dan jenis cairan yang akan kita pompakan [1]. Keputusan harus kita ambil pada jenis impeller terbatas pada kenyataan kecepatan putar dari impeller dan ukuran dari diameter impeller untuk mencapai efesiensi pompa yang tertinggi. Dan material yang biasa digunakan impeller adalah aluminium alloy dan untuk pembuatannya melalui pengecoran logam yang rumit dan mahal [3]. Dan menggantinya dengan menggunakan plastik Poliamida (Nylon) dengan menggunakan injeksi molding plastik karena tahan UV, tahan lama, ketangguhan ,tahan korosi, rendah biaya pemeliharaan [4]. Pemilihan Nylon ini juga karena teknik pengolahan nylon yang utama adalah cetak injeksi dan ekstrusi. Siklus proses untuk injeksi molding plastik sangat pendek antara 2 detik dan 2 menit. Tekanan injeksinya 40 – 100 [Mpa] (400-1000 [bar]). Dan diperlukan uji untuk produk hasil injeksinya diantaranya uji porositas, uji *impact* dan uji *flowability*. Dan aplikasi penggunaan nylon ini dalam mesin yaitu pelampung tangki bahan baker, blok bantalan, komponen motor, *speedometer*, *gear*, kerangka kaca, penutup tangki bahan baker, *reflector* lampu depan dan penutup stir. Struktur nylon ditunjukkan oleh gugus amida yang berkaitan dengan unit hidrokarbon ulangan yang panjangnya berbeda-beda dalam suatu polimer.

Kata kunci: Impeller, Plastik Polimer, Poliamida Nylon, Injection Molding

Abstract

Potential energy of water is a renewable energy. The energy can be converted into electrical energy to the fullest. So we no longer need to rely on energy from fossil fuels availability crisis lately. One of the untapped energy in abundance in Indonesia is water one of them is Micro Hydro Power Plant (MHPP). Determination of type impeller for the MHPP to be used after the determination of capacity, total head and the type of fluid to be pumped us [1]. We have to make a decision on the type of impeller rotational speed is limited to the fact of the impeller and the size of the diameter of the pump impeller to achieve the highest efficiency. And material used is aluminum alloy impeller and for making metal casting through a complex and costly [3]. And replace it by using plastic Polyamide (Nylon) plastic using injection molding because UV resistant, durable, toughness, corrosion resistance, low maintenance costs [4]. Nylon is also due to the selection of processing techniques is the main nylon injection molding and extrusion. Cycle for plastic injection molding process is very short between 2 seconds and 2 minutes. Injection pressure of 40-100 [MPa] (400-1000 [bar]). And required test results for injection products including porosity test, impact test and flowability test. This nylon and application usage in the engine fuel tank float, bearing blocks, motor components, speedometer, gear, glass frame, fuel tank cover, reflector headlights and steering wheel cover. Nylon structure indicated by the amide groups associated with hydrocarbon repeat units that vary in length in a polymer.

Keywords: Impeller, Plastic Polymers, Polyamide Nylon, Injection Molding

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Saat ini energi listrik merupakan salah satu sumber energi vital bagi kehidupan manusia, baik sektor rumah tangga, komersial, publik maupun industri. Penyediaan energi listrik sudah merupakan salah satu infrastruktur yang wajib dipenuhi agar perekonomian suatu daerah dapat ditingkatkan. Di sisi lain, ketidaktersediaan akan energi listrik merupakan salah satu indikator daerah tertinggal atau kemiskinan.

Sumber energi yang digunakan untuk pembangkit energi listrik saat ini sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak, gas dan batu bara. Maka dengan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil tersebut mengakibatkan menipisnya cadangan sumber energi tersebut, kenaikan atau ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar, polusi gas buang, serta efek rumah

kaca yang disebabkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Oleh karena itu pengembangan dan implementasi sumber tenaga terbarukan yang ramah lingkungan seperti tenaga air, perlu mendapatkan perhatian serius dari berbagai pihak.

Berbagai kebijakan atau peraturan yang dikeluarkan oleh pemerintah untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Misalnya Kebijakan Umum Bidang Energi (KUBE) tahun 1980 dan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 996.K/43/MPE/1999 tentang prioritas penggunaan bahan bakar terbarukan untuk produksi listrik yang hendak dibeli PLN, Peraturan Presiden RI No. 4 Tahun 2010 tentang penugasan kepada PT. PLN untuk melakukan percepatan pembangunan pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi terbarukan. Akan tetapi kebijakan tersebut belum dilaksanakan secara maksimal sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan yang diharapkan. Hal ini terbukti dari data proporsi penggunaan energi sebagai pembangkit tenaga listrik pada tahun 2010 yang menunjukkan proporsi penggunaan energi batu bara sebesar 71%, gas 12%, panas bumi 7%, tenaga air sebanyak 8%, dan BBM sebesar 2% sebagai sumber tenaga [1].

Sumber energi tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan menggunakan turbin air untuk memenuhi kebutuhan energi penduduk di sekitarnya. Energi ini selanjutnya diubah menjadi bentuk energi lain seperti energi listrik. Pada perancangan impeller, jenis dan dimensi sangat tergantung dari kondisi head dan kapasitas yang tersedia [2]. Sehingga agar diperoleh efisiensi optimum, maka turbin air yang beroperasi pada suatu lokasi tertentu akan mempunyai design yang spesifik (tipe maupun dimensi) untuk kapasitas PLTMH 1000 watt [7]. Maka dalam tugas akhir ini dilakukan suatu perancangan impeller plastik sebagai salah satu komponen pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang sesuai.

II. METODOLOGI

Untuk mendapatkan parameter untuk mengembangkan mesin tersebut, terlebih dahulu perhitungan yang dilakukan terhadap ukuran dan gaya-gaya yang akan terjadi pada mesin injeksi dan mesin sentrifugal vertikal molding. Untuk mendapatkan hasil produk berupa impeller yang memenuhi syarat dan kriteria untuk PLTMH maka harus dibuat waktu penginjeksiannya yang sesingkat mungkin, siklus proses untuk injeksi molding sangat pendek, biasanya antara 2 detik dan 2 menit [5] dengan tekanan injeksinya 40 – 100 [Mpa] (400-1000 bar) [6]. Juga pendinginannya menggunakan udara terbuka. Dan juga akan dilakukan beberapa pengujian, diantaranya :

Uji *Melt Flow Rate* , sebelum material diinjeksikan.

Alatnya *Melt Flow Indexer*

Uji *flowability* , sebelum di injeksikan

Pengujian hasil produk terhadap porositas

Pengujian *impact*, *bending* dan *tensile*

Bahan :

“Biji plastik polyamide (PI) atau nylon 66”

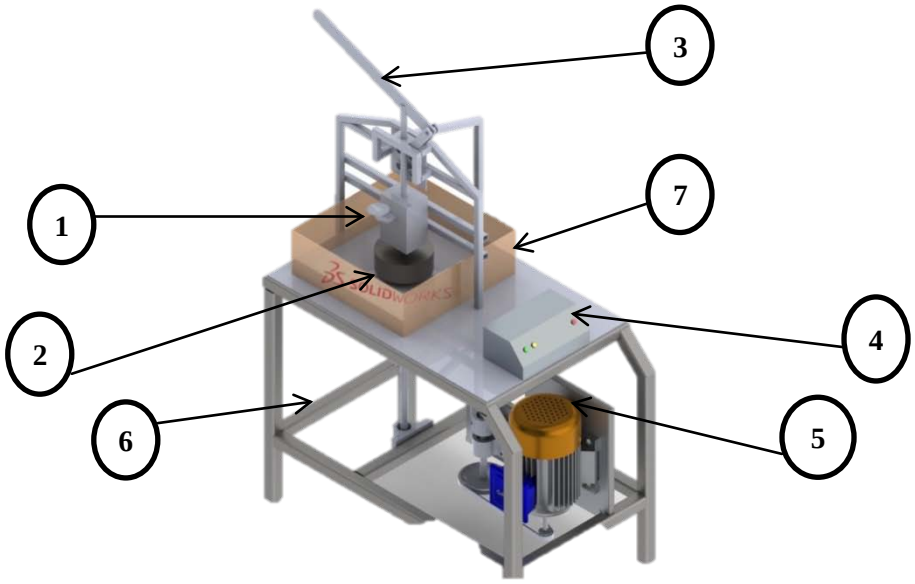
Dari pengujian di atas kami dapat melakukan pengujian selanjutnya yaitu:

1. Uji standar deviasi
2. Uji keseragaman data
3. Uji kecukupun data.

Bahan-bahan beserta mesin yang digunakan untukrancang bangun mesin injeksi molding dan mesin sentrifugal vertikal molding sebagai berikut :

1. Motor
2. Heater
3. Pulley
4. Belt
5. Bearing
6. Poros Ø 1 inch

7. Besi plat t=3 mm (sebagai alas meja yang diatasnya ada controller, sebagai cover penutup)
8. Dies/Mold
9. Baut
10. Mur
11. Elektroda Las
12. Square tube 20 x 20 mm
13. Square tube 40 x 40 mm
14. Mesin bubut
15. Mesin milling
16. Mesin gerinda
17. Mesin potong,CNC
18. Mesin las



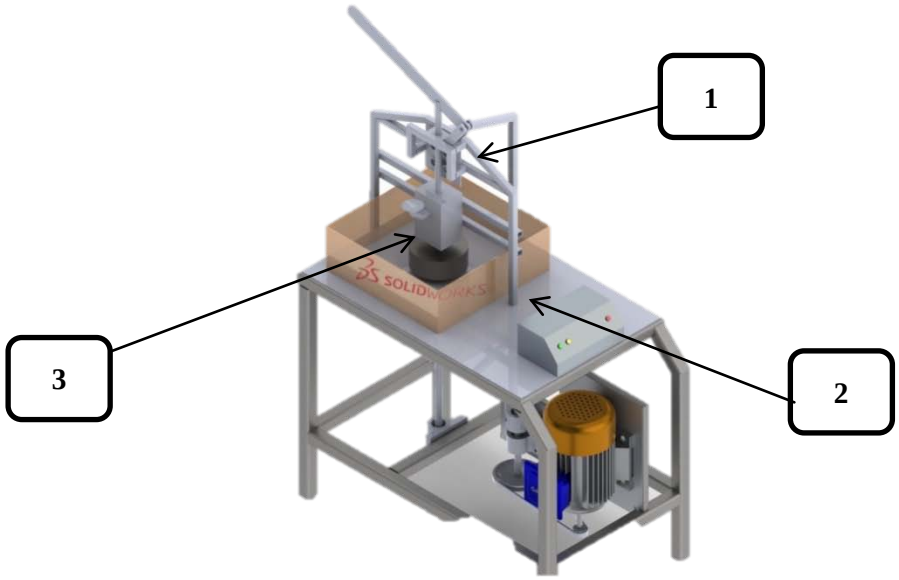
Gambar 1 . Visualisasi komponen utama desain Mesin injeksi dan mesin sentrifugal vertikal molding

Komponen - komponennya :

1. *Heater*
2. Molding
3. Handle jungkit
4. Panel navigasi
5. Motor ¼ Hp , Dengan massa unit cetak 300 gr dan massa cetakan 2.7 kg maka massa total setara 29,43 N. untuk η motor =0.85 dan n (umumnya) = 1400 rpm diperlukan daya 49,67 Watt atau setara 0.067 Hp
6. Rangka
7. Cover penutup

Mesin sentrifugal vertikal molding ini dimodifikasi pada bagian moldingnya yang semula mesin ini untuk mencetak puli allumunium dan diganti dengan molding untuk impeller plastik untuk komponennya bisa dilihat pada Gambar 1 & 3. Juga karena material yang akan diinjeksikan adalah plastik maka dibutuhkan mesin penginjek dengan tekanan penginjeksian plastik, bisa dilihat pada Gambar 2. Maksud dari modifikasi mesin yang sudah ada sebelumnya agar lebih efisien dan maksimal hasilnya, sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen khususnya untuk industry menengah (*Home industry*).

Pada mesin sebelumnya yaitu mesin sentrifugal vertikal mold yang ada itu hanya dirancang untuk pengecoran logam sehingga tidak dipakai mesin injeksi, maka kami menyesuaikan dengan produk yang kita buat yaitu impeller berbahan plastik PI (polyamide).
Posisi mesin injeksi itu tepat berada di atas moldingnya dengan waktu yang akan diatur sesuai dengan analisis selanjutnya agar hasil produknya itu akan sesuai dengan spesifikasi dan waktu pendinginan material juga harus diperhitungkan, seperti diketahui siklus proses untuk injection molding sangat pendek, biasanya antara 2 detik dan 2 menit.

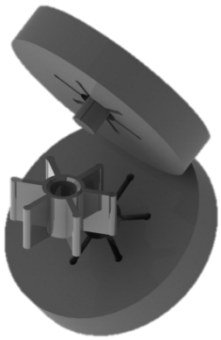


Gambar 2 . Spesifikasi konsep mesin Spesifikasi konsep desain Mesin injeksi dan mesin sentrifugal vertikal molding

Mesin terdiri dari 3 komponen utama yaitu:

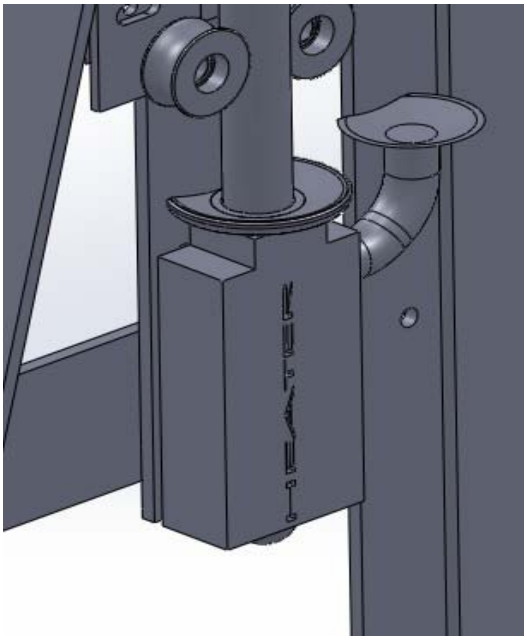
1. Elemen mesin penginjeksi dengan jungkit manual
2. Mesin sentrifugal vertikal mold
3. Mold impeller

Untuk menghasilkan produk impeller plastik dalam satu rangkaian unit kerja,di rencanakan mesin ini hanya menggunakan 1 buah motor listrik dengan daya sebesar ¼ HP dengan putaran 1400 RPM agar lebih banyak variasi putaran sehingga bisa meneliti berapa putaran optimal dalam membuat impeller itu.
Untuk komponen mold nya dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini.



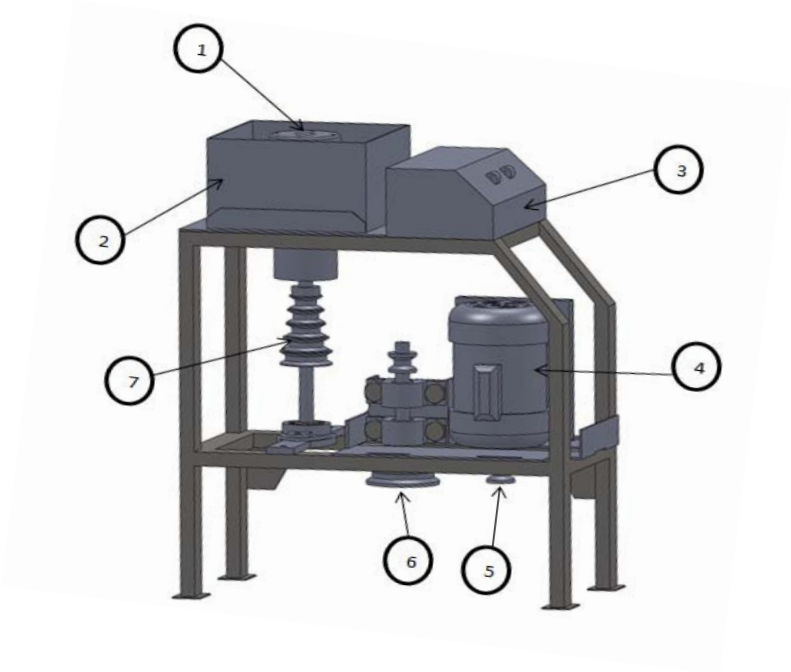
Gambar 3. Desain molding plastik beserta impellernya untuk komponen impeller PLTMH

Untuk komponen heaternya seperti gambar berikut ini :



Gambar 4. Komponen heater untuk mencairkan biji plastik nylon

Untuk mesin sentrifugal vertikal moldingnya seperti gambar dibawah ini:



Gambar 5.Visualisasi mesin sentrifugal vertikal molding tanpa mesin injeksi molding , beserta komponennya

Komponen dari mesin sentrifugal vertikal molding :

1. Dies
2. Cover
3. Navigation Panel
4. Electrical Motor
5. Driver Pulley
6. Reducer Pulley
7. Driven Pulley

III. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil konsep pengembangan mesin injeksi dan mesin sentrifugal vertikal molding, dapat diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Mesin ini menggunakan sistem mold yang berputar vertikal agar mendapatkan kualitas impeller yang lebih baik dari segi kekuatan dan struktur setelah pengujian
2. Dengan adanya mesin ini, biaya untuk perawatan PLTMH akan jauh lebih hemat, khususnya untuk komponen impeller yang semula menggunakan material alluminium alloy akan menjadi lebih murah dengan penggunaan material plastik ini
3. Pemilihan menggunakan sistem injeksi ini dalam proses molding plastik memerlukan tekanan yang ditentukan sehingga tidak hanya bisa mengandalkan gravitasi, maka diperlukan mesin penginjeksi
4. Menggunakan mesin sistem mold yang berputar vertikal juga membantu cairan plastik untuk masuk ke dalam ruang yang sempit dan sudah dipastikan semua rongga terisi
5. Pada mesin sentrifugal vertikal molding terdapat berbagai variasi *driven pulley* sehingga akan terdapat berbagai variasi putaran [RPM] agar lebih banyak variasi putaran sehingga bisa meneliti berapa putaran optimal dalam membuat impeller itu.

IV. DAFTAR PUSTAKA

[1] http://id.wikipedia.org/wiki/Mikrohidro
[2] http://en.wikipedia.org/wiki/Impeller
[3] http://id.wikipedia.org/wiki/Injection_molding
[4] http://mesinunimus.files.wordpress.com/2008/02/sifat-karakteristik-material-plastik.pdf
[5] http://lathif-cyber.blogspot.com/2011/12/molding-plastic-injection.html
[6] http://fportfolio.petra.ac.id/user_files/98-008/Asugondo_PETRA.pdf
[7] http://packo-international.com/products/mixers/agigators/agigator_accessories/impeller/impeller.php

BIDANG MATERIAL, ELEKTRICAL, DAN OTOMASI

Studi Efisiensi Pemakaian Daya Penggerak Model Buka-Tutup Palang Pintu Berbasis RFID

Sugeng Mulyono S[1]; B.S.R. Purwanti[2]; J. Wiji[3]
1. Dosen pada Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Mesin
2. Dosen pada Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Elektronika Industri
3. Mahasiswa pada Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Elektronika Industri
Politeknik Negeri Jakarta
Jalan Prof. Dr. GA. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
sugeng_mulyono30@yahoo.com.

Abstrak

Penelitian ini untuk mengetahui efisiensi pemakaian daya motor DC untuk buka-tutup model palang parkir. Buka-tutup palang parkir masih dilayani petugas parkir secara manual. Peningkatan pelayanan perparkiran dengan buka-tutup otomatis perlu dilakukan.

Model palang parkir terdiri atas mode otomatis dan semi otomatis dengan dua sub-sistem, perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri atas mikrokontroler (µC) ATMega8535, rangkaian driver motor L298N, motor DC, palang parkir, ID dan Tag-box RFID (Radio Frequency Identification). Palang parkir dikontrol oleh µC ATMega 8535. Perangkat lunak adalah Visual Basic (VB). RFID sebagai verifikasi data dengan memonitor keluar masuk kendaraan di area parkir. RFID Tag berjenis EM4001 berupa ID card.

Penelitian dimulai dengan mengetahui efisiensi daya motor setelah RFID Tag merespon dan mentransmisikan gelombang radio 125kHz - 134 kHz. Tag ini berisi data yang unik,. ID pada tag akan dibaca oleh RFID Reader jenis ID-12 yang bekerja pada level tegangan 5V DC dengan frekuensi 125 kHz. Koneksi RFID Reader secara wireless. Jarak pembacaan RFID Reader maksimum 6cm. Format output data ASCII berbentuk serial UART RS232 dengan baud rate 9600 bps, 8bit data, none parity. PC akan mengirimkan output RFID menggunakan program Visual Basic ke mikrokontroler 8535 dengan komunikasi serial RS232 ke USB converter.

Sistem otomatis diaktifkan µC, palang parkir membuka/menutup setelah sensor PIR mendeteksi gerakan. Driver (IC L298N) motor memerlukan catu daya yang sesuai untuk buka-tutup palang parkir. Hasil penelitian arus keluaran L298N (1300 mA), tegangan keluaran (12,8V). Tegangan rangkaian catu daya sebesar 15V (motor DC) dan 12V (minsyst), efisiensi pemakaian daya kedua mode sebesar 74,28%.

Kata Kunci : efisiensi, daya, palang, perparkiran, RFID

Abstract

This research is for obeserving the power efficiency of DC motor to open-close parking portal model. The portal was still operated manually. It's necessesary an automatic system for improoving the services.

Parking portal model consisted of automatic and semiautomatic mode with two sub-system, hardware and software. Hardware consisted of microcontroller (µC) ATMega8535, motor driver circuit L298N, DC motor, portal, ID and RFID (Radio Frequency Identification) Tag-box. Portal is controlled by µC. Software is Visual Basic (VB). RFID function as data verification by monitoring incoming-outgoing vehicle in the parking area. Tag RFID EM4001 type having ID-Card form.

The research was started by observing the power efficiency of motor after RFID-Tag responding and transmitting radio wave 125 – 134 kHz. The Tag has a unique data. ID on the Tag was read by RFID Reader ID-12 type working on voltage level 5 V DC with frequency 125 kHz. RFID Reader connection was wireless. Maximum reading distance of RFID Reader was 6 cm. ASCII output Data format was serial UART RS232 with baud rate 9600 bps, 8bit data, none parity. PC will send RFID output using Visual Basic to microcontroller with communication serial RS232 to USB converter.

Automatic system was activated by µC, portal opens-closes after PIR sensor detecting a movement. Motor driver needs adequate power supply to open-close the portal. The results of this research were: output current (1300mA), the output voltage (12,8V). Circuit voltage of power supply was 15V (DC motor) and 12V (minsyst), power efficiency the both modes was 74,28 %.

Keywords : efficiency, power, portal, parking, RFID

I. PENDAHULUAN

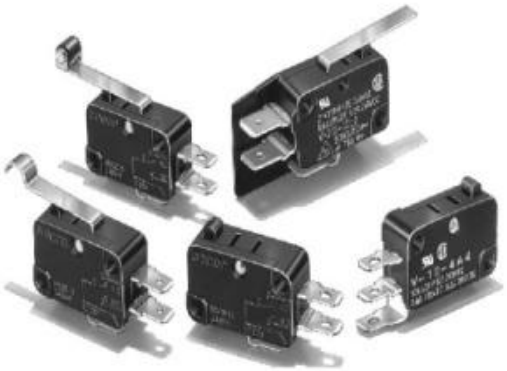
1. Latar Belakang

Teknologi penjaminan keamanan saat parkir menjadi tuntutan utama pemilik kendaraan. Palang pintu merupakan alat pengaman, pengatur keluar-masuk kendaraan dari areal parkir. Pengatur buka-

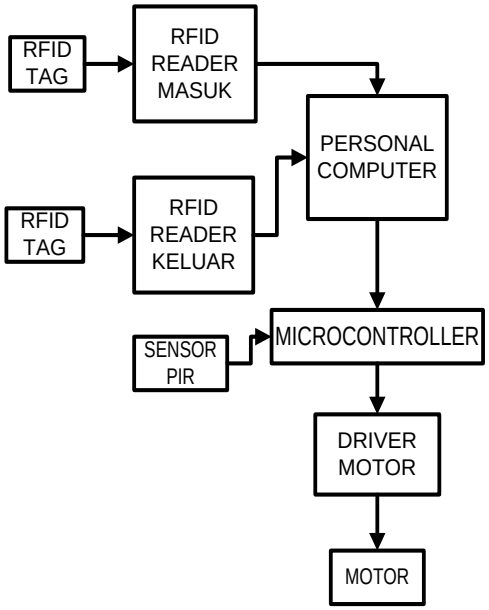
tutup pintu parkir, selanjutnya disebut palang dan umumnya masih manual. Penjaga keamanan biasanya satpam di areal parkir motor menarik/mengangkat palang. Bahkan tanpa palang pintu parkir, peluang terjadi pencurian sangat besar. Peparkiran perlu teknologi/sistem untuk efisiensi waktu/tenaga [1] & meningkatkan pengamanan. Data pengguna perparkiran dapat melalui nomor unik pada Tag RFID yang terdeteksi oleh Box RFID. Tag RFID terbaca nomor uniknya oleh *box reader* [2], selanjutnya mikrokontroler mengatur motor untuk buka-tutup pintu palang. Palang dapat naik/turun setelah driver menginstruksikan [3] catu daya yang sesuai. Penelitian ini membahas tentang pemakaian daya yang digunakan oleh driver sebagai penguat motor DC. Mikrokontroler diprogram dengan bahasa C, *dicompiler CodeVision* AVR mengendalikan driver motor. Otomasi gerakan buka-tutup diatur mikrokontroler ATMega 8535 dan pemrograman *Visual Basic (VB)***.** Tujuan umum penelitian adalah merancangbangun perparkiran terkomputerisasi berbasis *RFID dan Visual Basic.* **Tujuan khusus penelitian mandiri adalah** mengetahui pemakaian daya, efisiensinya sebagai penggerak motor untuk buka/tutup palang parkir.

II. METODOLOGI

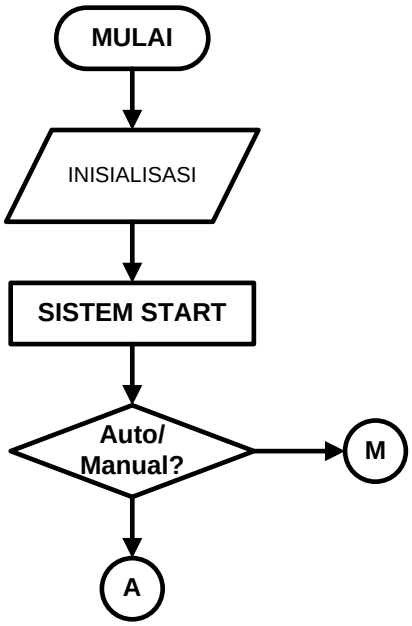
Mikrokontroller ATMega 8535 sebagai pusat instruksi [1] buka tutup palang parkir ke modul *driver* motor DC H-Bridge. ATMega8535 kelas AVR [RISC 8 bit]. Instruksi buka tutup palang dikemas dalam 16-bits *word*, sebagian besar di eksekusi dalam satu siklus *clock*. *Driver* mengatur pergerakan motor DC untuk apilkasi masuk/keluar robot (model) kendaraan [2] agar palang pintu naik/turun atau buka-tutup. Rangkaian *driver* motor DC berupa transistor, *relay*, atau IC (*Integrated Circuit*). Rangkaian *driver* motor DC menggunakan sistem *H-Bridge*, dikemas dalam IC L298N.



Gambar 1 Limit Switch



Gambar 2 Blok Diagram Sistem



Gambar 3 Flowchart Subsistem

Driver tipe H mengontrol putaran motor yang dapat diatur arah putarannya CW (*Clock Wise*), maupun CCW (*Counter Clock Wise*). IC L298N (4 *channel driver)* mengalirkan arus sebesar 600 mA per *channel*. Rangkaian *driver* motor L298N memiliki empat buah port *input* dan empat buah port *output* [2]. Port-port hanya dimanfaatkan 50 % saja, sesuai kebutuhan dan penyederhanaan sistem. Driver motor menggerakkan palang pintu naik-turun atau buka-tutup (dua *port output*) setelah mendapatkan informasi sensor sebagai pendeteksi benda (*satu port input*). PIR Amn12111 merupakan sensor pendeteksi gerak berdimensi kecil, sensitifitasnya tinggi terhadap perubahan gerakan [3]. Perubahan gerakan terdeteksi secara elektrik (1-5 volt) pada jarak tertentu, dilengkapi lensa *fresneal.* Lensa *fresneal* dapat langsung dihubungkan dengan sistem mekanik [4] sebagai kontroler. Salah satu sensor mekanik adalah *Limit Switch* merupakan sensor pembatas, mengirim sinyal setelah menyentuh benda. Sistem mekanis dan pendeteksi benda akibat tekanan atau tersentuh. *Limit Switch* (Gambar 1) berfungsi untuk membatasi gerak kerja mekanik.

Motor DC (*Direct Current*) berfungsi untuk mengubah tenaga listrik (sinyal sensor) menjadi tenaga gerak/mekanik. Tegangan motor DC bervariasi, 3V, 6V, 12V dan 24V berpengaruh pada putarannya. Motor DC akan berbalik arah jika polaritas tegangan yang diberikan juga berubah. Motor DC bekerja berdasarkan *output* yang dikontrol dengan sistem cerdas [5] berbasis Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan dapat diprogram pada PC (Personal Computer). Program JST bekerja setelah mendapat sinyal input dari sensor dan mendapat instruksi dari mikrokontroler (pengendali). Rangkaian catu daya memberikan *supply* tegangan pada alat pengendali. Perangkat elektronika dicatu oleh sumber arus searah DC yang stabil agar dapat bekerja seara konsisten.

Rangkaian catu daya mendapatkan sumber tegangan sebesar 220 volt AC, diturunkan melalui trafo. Selanjutnya tegangan AC diturunkan dan disearah kan oleh *diode bridge* menjadi tegangan DC. Rangkaian untuk menyearahkan tegangan digunakan *diode bridge* karena mempunyai tegangan *ripple* yang lebih baik dibandingkan *diode* jenis lain.

1. Kendaraan Masuk-Keluar

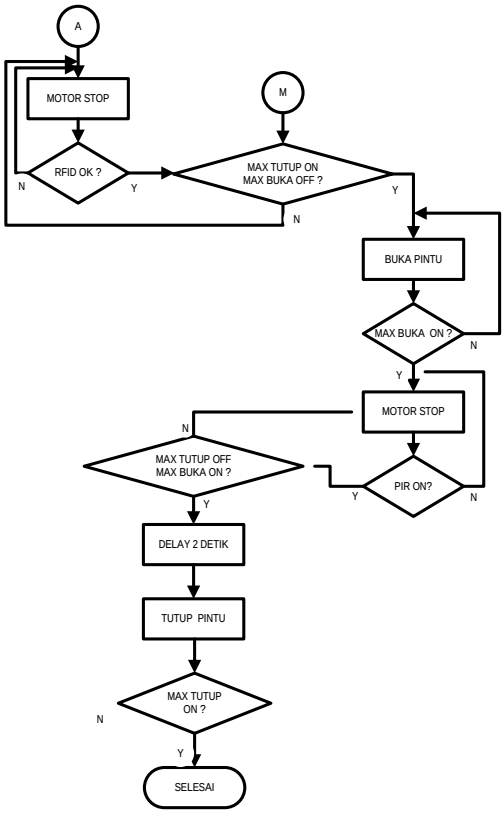
RFID Tag Card didekatkan ke box RFID Reader (Gambar 2). Kode dalam tag RFID dikirim ke laptop menggunakan komunikasi serial dengan interface USB. *Visual Basic* mencari dalam database ID yang bersangkutan sudah terdaftar jika ada maka akan mengirim perintah buka palang ke mikrokontroler.

Mikrokontroler mendapat perintah dari server/PC untuk menggerakan motor dan motor akan menggerakan palang. VB akan menampilkan data kendaraan yang terakhir masuk dan keluar. Palang akan otomatis tertutup setelah kendaraan melintas dan mengenai sensor PIR.

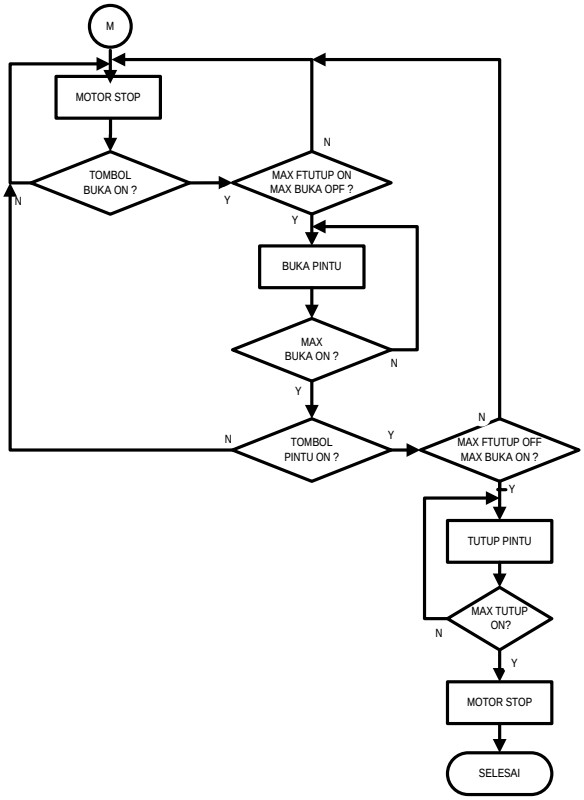
Cara kerja kendaraan keluar sama seperti saat kendaraan masuk, hanya informasi jumlah kendaraan akan berkurang satu dan di database juga sudah ter-*update*. Perancangan Perangkat Lunak Sistem bekerja pertama kali akan memilih mode auto dengan menggunakan PC dan PIR sebagai *trigger* buka dan tutup palang. Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 merupakan alur algoritma sub-sistem.

2. Perancangan Mode Auto

Secara *default* sistem bekerja secara auto yaitu buka palang menggunakan *trigger* dari PC, tutup palangnya menggunakan PIR sebagai *trigger*. Saat sistem bekerja secara auto, mikrokontroler menginstruksikann motor untuk berhenti. Mikrokontroler mendapat input data dari PC berupa *char* B menginstruksikan motor untuk bergerak buka palang dengan syarat palang harus dalam keadaan tertutup. Jika dalam keadaan terbuka harus ditutup terlebih dahulu menggunakan mode manual. Mikrokontroler memerintahkan motor untuk bergerak buka sampai menyentuh *limit switch* batas maksimal buka, sehingga motor berhenti. Setelah palang terbuka pengendara motor akan melewati sensor PIR. Sehingga PIR akan memberikan *input*-an ke mikrokontroler untuk bergerak tutup palang setelah *timer* selesai menghitung selama 2 detik. Mikrokontroler memerintahkan motor untuk bergerak tutup sampai menyentuh *limit switch* batas maksimal tutup, sehingga motor berhenti.



Gambar 4 Flowchart Mode Auto



Gambar 5 Flowchart Mode Manual

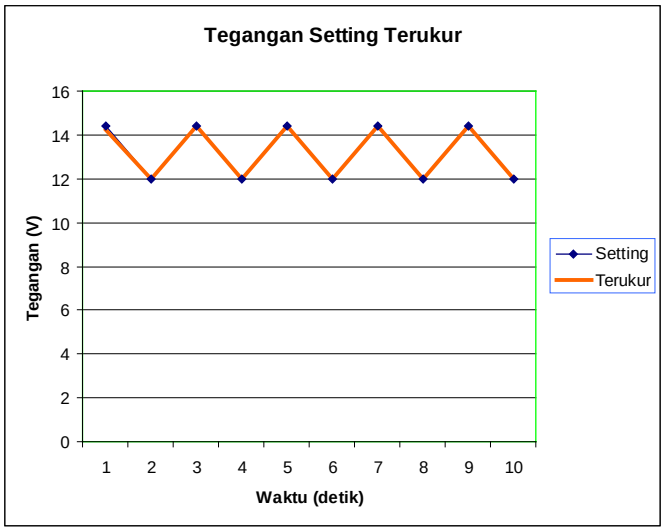
3. Perancangan Mode Manual

Mode manual digunakan saat sistem auto bekerja tidak normal. Prinsip kerja mode manual hanya menggunakan *input* dari tombol *push button*. Tombol buka ditekan dan kondisi pintu dalam keadaan tutup maka motor akan bergerak buka dan motor akan berhenti jika batas maksimal buka *on* atau tombol dilepas, begitu pula jika tombol tutup ditekan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Catu Daya

Pengukuran Tegangan Motor (Gambar 6):

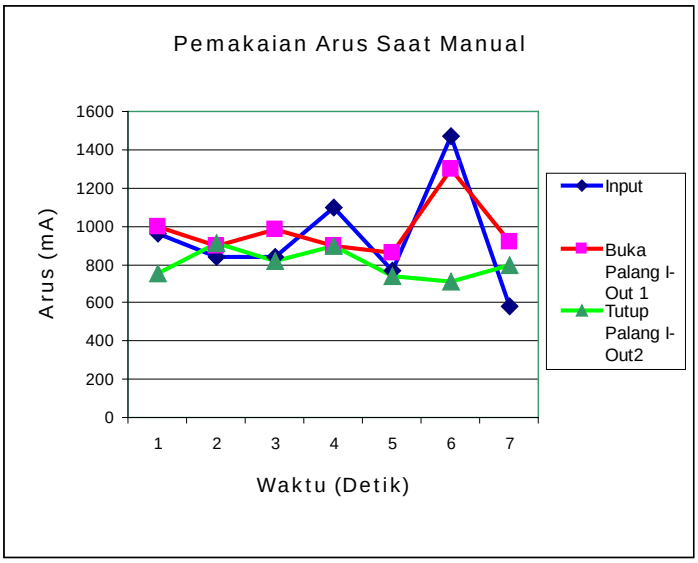


Gambar 6 Pengujian Catu Daya

2. Pengujian Pemakaian Arus

Pengukuran arus (Mode Auto dan Mode Manual) pada kaki *input* dan *output* dari *driver* motor L298. Pin-pin *output* dan *input* yang di ukur yaitu pin *input* tegangan untuk motor (Vs), pin *input* tegangan untuk TTL L298 dan pin *output* untuk motor DC (OUT 1 dan OUT 2).

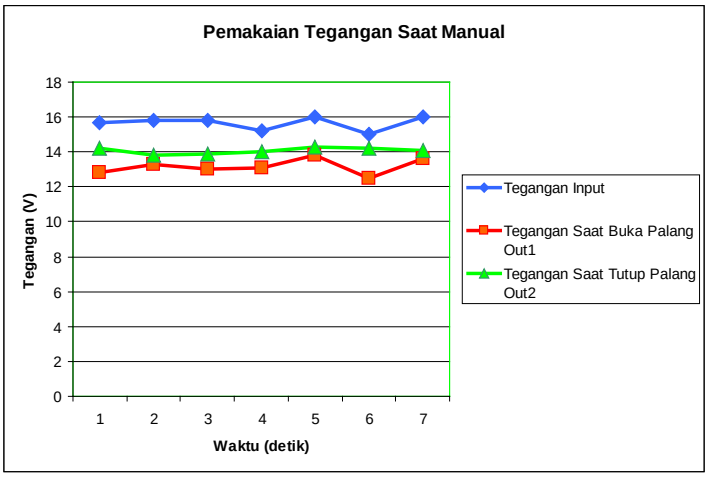
Gambar 7 menunjukkan bahwa pemakaian arus mode manual meningkat seiring bertambahnya waktu saat buka/tutup palang. Pemakaian arus mode auto menurun seiring bertambahnya waktu saat buka/tutup palang.



Gambar 7 Pemakaian Arus Mode Manual

3. Pengujian Pemakaian Tegangan

Pengukuran tegangan saat mode auto (Gambar 8) maupun mode manual perbedaannya tidaklah signifikan saat buka maupun tutup palang.



Gambar8 Pemakaian Tegangan Saat Mode Manual

4. Hasil dan Pembahasan

Pemakaian arus mode auto (Gambar 7) lebih efisien dibandingkan mode manual (Gambar 8). Penyebab perbedaan penggunaan arus adalah beban motor yang di tanggung mode manual lebih besar. Rangkaian *driver* digunakan untuk mengatur arah gerak aktuator berdaya besar dengan *input* berdaya kecil. Rangkaian *driver* diperlukan untuk menyediakan daya yang tidak dapat dipenuhi oleh mikrokontroler namun dibutuhkan aktuator untuk mengaktifkan motor. Sebaiknya aktuator dicek dahulu konsumsi arusnya ketika *overshoot* sebelum menentukan jenis *driver* motor yang akan digunakan karena bertujuan untuk menentukan rangkaian pengendali yang akan digunakan.

Efisiensi dari *driver* motor, dapat dilihat pada nilai tegangan dan arus dari tiap-tiap pengujian. Data pengujian *driver* motor ke 3 pada saat auto arus *input* terbesar yaitu 1474 mA dan arus *output* terbesar saat buka palang sebesar 1300 mA

Efisiensi dari *driver* motor sebagai berikut:

Perhitungan daya input:

$$P_{input} = V_{input} \text{ x } I_{input}$$

$$P_{Input} = 15{,}2V x 1470mA$$

$$P_{Input} = 22{,}40W$$

Perhitungan daya output:

$$P_{output} = V_{output} \text{ x } I_{output}$$

$$P_{Output} = 12{,}8V x 1300mA$$

$$P_{Input} = 16{,}64W$$

Perhitungan efisiensi rangkaian:

$$\eta = \frac{P_{Output}}{P_{Input}} x100\% = \frac{16.64W}{22.40} Wx100\%$$

$$\eta = 74{,}28\%$$

Efisiensi mendekati 75 %

Driver motor memiliki efisiensi hampir 75% & saat motor membuka/menutup palang, walaupun belum/tanpa rangkaian penguat.

Pengujian catu daya di fokuskan pada tegangan keluaran dari kedua modul catu daya yaitu 15V dan 12 V. Perbedaan tegangan yang diharapkan dengan tegangan yang terukur (Gambar 6), pengukuran rata-rata diperoleh:

Persen Kesalahan (%):

$$\frac{\text{Pengukuran} - \text{Teori}}{\text{Teori}} x100\%$$

Tegangan 15 Volt:

Persen Kesalahan= $\frac{14.9 - 15}{15}\% = 0.6$ (%):

Tegangan 12 volt:

Persen Kesalahan= $\frac{11.9 - 12}{12}\% = 0.08$ (%)

Nilai tegangan antara pengukuran dengan hasil yang diharapkan memiliki selisih yang sangat kecil. Sehingga dikatakan rangkaian *Power Supply* memiliki kualitas yang cukup bagus, penelitian dapat dilanjutkan sampai terwujudnya tujuan umum penelitian yakni **rancangbangun sistem buka-tutup palang parkir motor** pada sistem perparkiran yang terpadu.

IV. KESIMPULAN

Rangkaian *driver* dapat mengerakkan motor berarus besar dengan efisiensi untuk beban terbesar yaitu 74,28%. Peningkatan efisiensi perlu dilakukan dengan mengubah disain palang dari bahan yang lebih ringan.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Halomoan, Junartho. "**Aplikasi RFID pada Pasar Swalayan SNATI 2010**". ISSN 1907-5022 : 2010

[2] Satya,Nuryono. "Penerapan Multi Mikrokontroler Pada Model Robot Mobil Logika Fuzzy.", 7(3), ISSN:1693-6930 : 2009

[3] Prawiroredjo, Kiki. "Robot Pengantar Barang Otomatis Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega16." *Jurnal Elektronika. Dosen Jurusan Teknik Elektro-FTI.* Universitas Trisakti. 8(1): 17–36; ISSN: 1412-0372 : 2008

[4] Mirdanies, Midriem. "Rancang Bangun Sistem Kontrol Mekanisme Pelacakan Matahari Beserta Fasilitas Telekontrol Hemat Energi." *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular.* 2 (1) Technology, ISSN 2088- 6985 : 2011

[5] Wiryadinata, Romi. "Simulasi Jaringan Syaraf Tiruan Berbasis Metode Backpropagation sebagai Pengendali Kecepatan Motor DC." *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi.* Yogyakarta. ISBN: 979-756-061-6 : 2005

Aplikasi Smart Building dengan Programmable Logic Controller

Aan Anita[1]; Abikrisna Rekasina[1]; Citra Chasyiatillah[1]; Dwiky Nugraha[1]
1. Teknik Mesin Prodi Konversi Energi, Peminatan Listrik Instrumentasi LNG Academy Bontang, Kalimantan Timur
listrik_instrumentasi@yahoo.com

Abstrak

Saat ini konservasi energi menjadi isu yang sangat penting karena sumber daya energi semakin berkurang. Sehingga diperlukan suatu cara untuk melakukan penghematan dalam semua bidang, salah satunya energi listrik di perkantoran.
Perangkat yang paling banyak mengkonsumsi energi listrik di perkantoran adalah lampu dan *Air Conditioning* (AC). Sehingga perlu dirancang suatu sistem yang dapat menghemat penggunaan energi lstrik yang dikonsumsi secara berlebihan oleh lampu dan AC.
Untuk melakukan penghematan itu maka kami membuat sebuah project yang berjudul "Aplikasi Smart Building dengan Programmable Logic Controller". *PLC* yang digunakan adalah *PLC* Allen Bradley dengan *software* RS-Logix.
Objek untuk implementasi project ini ialah pengontrolan lampu dan *AC* ruangan yang ada di Gedung Training PT Badak NGL. Aplikasi ini akan diterapkan pada ruangan yang dianggap memerlukan penghematan energi listrik. Penghematan dilakukan dengan cara mengatur penggunaan *AC* dan lampu secara otomatis. Sensor digunakan untuk mendeteksi gerakan manusia yang ada di dalam ruangan untuk memberikan input kepada *PLC*. Dengan menggunakan sistem ini diharapkan biaya energi listrik untuk penggunaan *AC* dan lampu dapat dihemat secara signifikan.

Kata kunci: konservasi energi, energi listrik, perkantoran, lampu, *AirConditioner*, *PLC*

Abstract

Today,theenergy conservation become critical issue because the energy resources are significantly decrease. And we need to find a way to save the energy consumption in various field, for example is the electrical energy in the office. Air Conditioner and lamp are the equipment that needmost of electrical energy in the office.
To save the energy consumption, we prepare this project with title "Aplikasi Smart Building dengan Programmable Logic Controller". In this project we use PLC Allen-Bradley with software RS-Logix.
Object for the implementation of this project is to control the use of AC and lamp at Training Building in PT Badak NGL. The application of this system will be implemented to any rooms that the electrical energy consumption considered to be save. This system will maintain and control the use of AC and lamp by sensing the presence of human object and gives an input to PLC. With this system, we can save the consumption of electrical energy for AC and lamp significantly.

Keywords : energy conservation, electrical energy, office, lamp, Air Conditioning (AC), Programmable Logic Controller (PLC)

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Hampir seluruh kegiatan manusia saat ini membutuhkan energi listrik. Pemakaian energi listrik yang berlebihan akan mengakibatkan kerugian bagi manusia, khususnya untuk energi listrik yang menggunakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui. Maka dari itu, pemakaian energi listrik harus dihemat.
Peralatan elektronik yang mengkonsumsi energi listrik antara lain lampu dan *AC*. Banyak manusia yang mengabaikan penggunaan lampu dan *AC*. Upaya penghematan tersebut adalah perlunya dipasang rangkaian saklar lampu otomatis dengan menggunakan pengaruh keberadaan manusia dan juga pengaruh jumlahnya pencahayaan.

II. EKSPERIMEN

Dalam penelitian ini, kami menggunakan PLC dan beberapa sensor seperti *Passive Infrared* Sensor dan *Photodioda* untuk menjalankan sistem ini.
Tahapan penelitian dalam penulisan ini, antara lain:

1. Pembuatan konseptual desain untuk penghematan pemakaian lampu dan AC ketika tidak perlukan.
2. Membuat rancang bangun dalam skala laboratorium.

3. Evaluasi penggantian jenis lampu.
4. Implementasi di Gedung Training PT. Badak NGL.

Pada makalah ini, tahap pertama dan kedua telah dilakukan dantelah membuat sistem otomatis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Cara Kerja Sistem

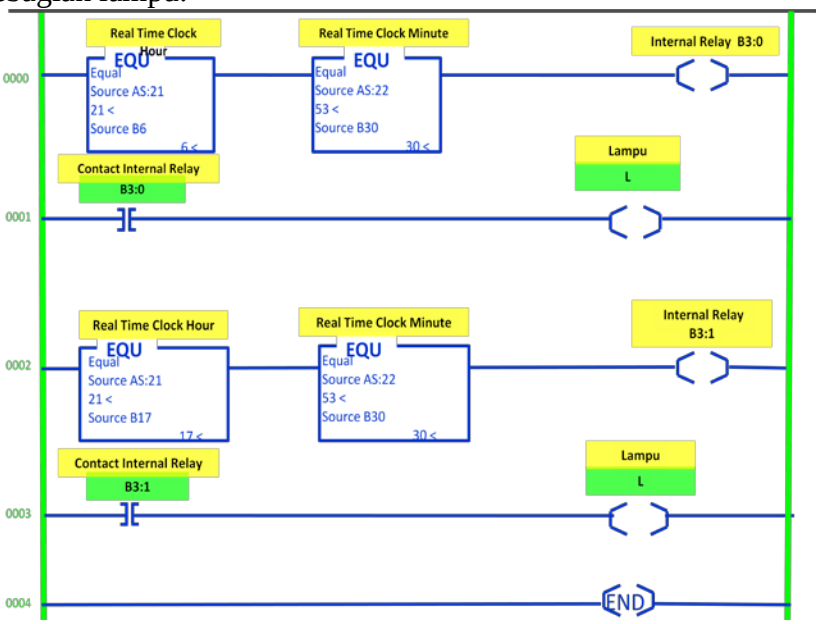
Objek aplikasi dari Smart Building dengan PLC ini ialah Gedung Training PTBadak NGL. Setiap ruangan memiliki penerangan yang berbeda-beda antara jenis lampu dan cara pengontrolannya. Kategori pengontrolan untuk gedung ini di klasifikasikan menjadi 7, yaitu:

1. Sistem Lobby, Koridor, dan sekitar Koridor
2. Sistem Ruang Kelas, Kerja, & Conf. Room
3. Sistem Lampu Luar
4. Sistem Dapur & Gudang
5. Sistem Kafetaria
6. Sistem Fotokopi
7. Sistem ODP Group

Input dan Output yang akan di program ke PLC menggunakan software RS-Logic tidak akan banyak jumlahnya karena pada pemprograman di RS-Logix, apabila koneksinya sama maka dapat dimasukan dengan 1 alamat saja. PLC yang akan digunakan ialah PLC 5/11 Allen Bradley. Dalam aplikasi ini yang akan digunakan yaitu Chassis yang memiliki 16 slot,1 slot terdiri dari 1 channel dan 1 channel memiliki 16 point.

Sistem Lobby, Koridor, dan sekitar Koridor

Lampu di lobby, koridor, dan sekitar koridor akan menyala seluruhnya saat jam menunjuk kan pukul 6.30 sampai jam 17.30. Setelah pukul 17.30 lampu di lobby, koridor, dan sekitar koridor akan menyala sebagian hingga pukul 06.30 keesokan harinya. Real time akan diprogram di PLC dengan menggunakan software RS-Logix. Tetapi akan tetap ada saklar manual untuk menyalakan seluruh dan menyalakan sebagian lampu.

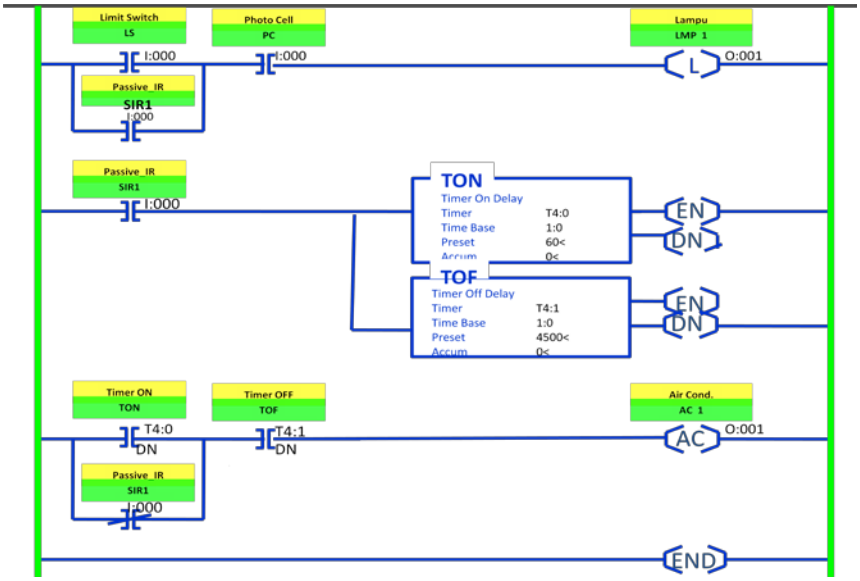


Gambar 1. Logic untuk sistem Lobby, Koridor, dan Sekitar Koridor

Sistem Ruang Kelas, Kerja, & Conf. Room

Dalam keadaan pertama (Idle) lampu kelas dan AC dalam keadaan mati. Ketika orang akan masuk maka orang tersebut akan membuka pintu, dipintu akan dipasang limit switch. Sehingga ketika orang membuka pintu limit switch akan aktif. Sensor PIR passive infrared juga dipasang dalam ruangan sehingga ketika sensor membaca keberadaan orang di dalam ruangan, maka sensor akan

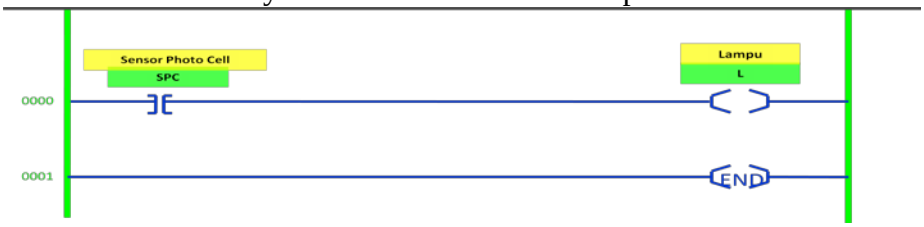
aktif tetapi lampu belum tentu menyala karena lampu menyala tergantung kepada sensor photocell. Tetapi akan membuat AC menyala. Apabila sensor membaca bahwa pencahayaan diruangan kurang maka lampu akan menyala setelah limit switch dan sensor PIR aktif. Ketika orang akan keluar ruangan maka orang tersebut akan membuka pintu.Setelah orang keluar ruangan dan menutup pintu, limit switch akan terputus (open) sehingga lampu mati dan sensor akan membaca tidak ada orang yang berada di ruangan sehingga AC dan lampu akanmati. Ada Time On Delay 60 s dan Time Off Delay 4500 s. Akan tetap ada saklar manual dan *remote* untuk mengaktifkan dan mematikan lampu dan AC secara manual. Untuk Ruang Kerja & Conf Room tidak menggunakan photo cell, jadi aktifnya lampu berdasarkan limit switch dan sensor PIR.



Gambar 2. Logic untuk Sistem Ruang Kelas, Kerja, & Conf. Room

Sistem Lampu Luar

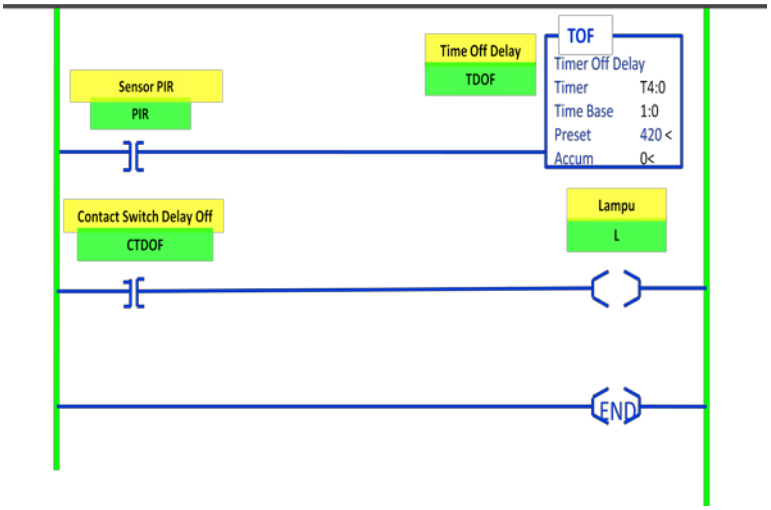
Lampu luar yang berada di lantai atas dan bawah akan menyala apabila sensor photocell aktif dan lampu luar yang berada di lantai atas dan bawah akan mati jika sensor photocell tidak aktif. Tetap akan ada saklar manual untuk menyalakan dan mematikan lampu.



Gambar 3. Logic untuk Sistem Lampu Luar

Sistem Dapur& Gudang

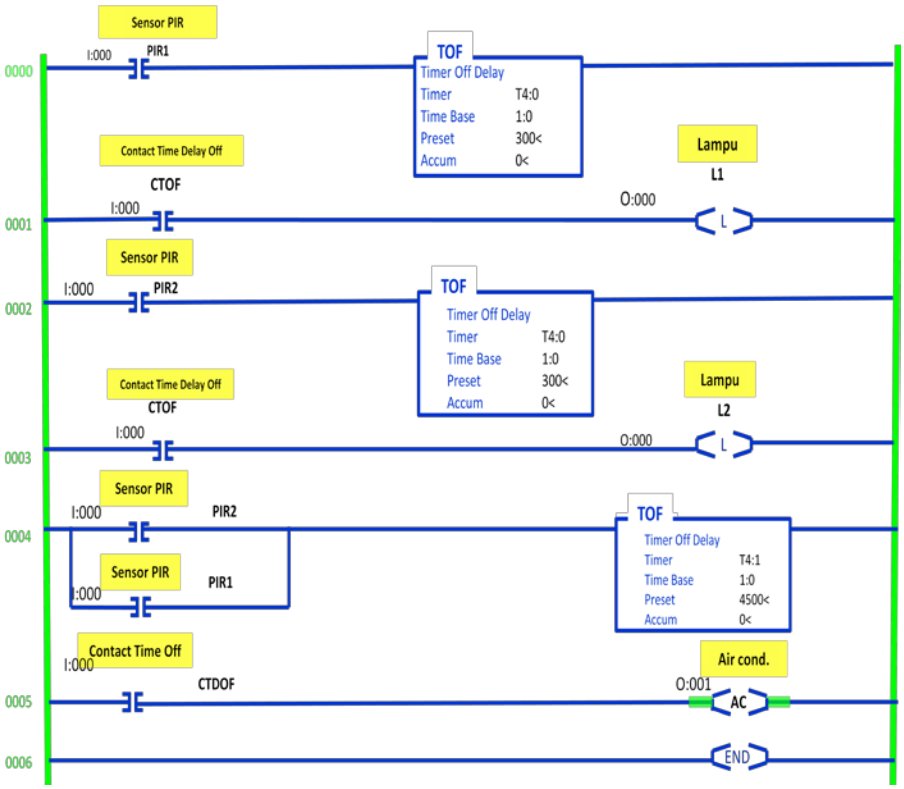
Pada dapur lantai bawah, dapur *cafeteria*, dan gudang hanya akan dipasang sensor keberadaan manusia, apabila sensor membaca keberadaan manusia maka lampu akan aktif, sebaliknya apabila sensor tidak membaca adanya manusia maka lampu akan mati setelah time delay off menghitung selama 7 menit.



Gambar. 4. Logic untuk Sistem Dapur dan Gudang

Sistem Kafetaria

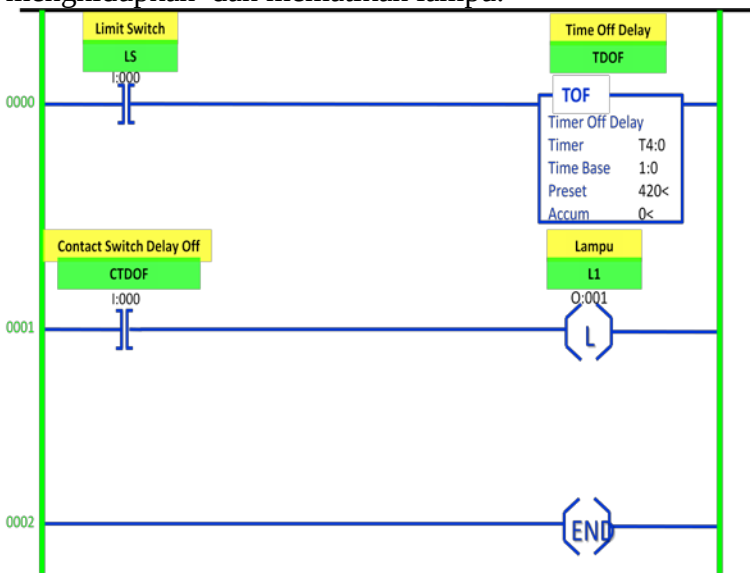
Dalam keadaan pertama (Idle) lampu dan AC yang berada di cafeteria dalam keadaan mati.Ketika orang masuk ruangan dan berada di kanan ruangan cafetaria maka sensor PIR 1 akan membaca adanya keberadaan orang sehingga lampu yang berada di sebelah kanan akan aktif.Ketika orang masuk ruangan dan berada di kiri ruangan cafetaria maka sensor PIR 2 akan membaca adanya keberadaan orang sehingga lampu yang berada disebelah kiri akan aktif.Apabila salah satu sensor PIR membaca adanya keberadaan orang, maka AC akanaktif.Jika salah satu sensor tidak mendeteksi keberadaan orang, lampu akan mati setelah 300 detik.Jika kedua sensor tidak mendeteksi keberadaan orang, maka AC akan mati setelah 4500 detik.Akan tetap ada saklar manual untuk mengaktifkan dan mematikan lampu.Akan tetap ada saklar manual untuk mengaktifkan dan mematikan AC.



Gambar 5. Logic untuk Sistem Kafetaria

Sistem Fotokopi

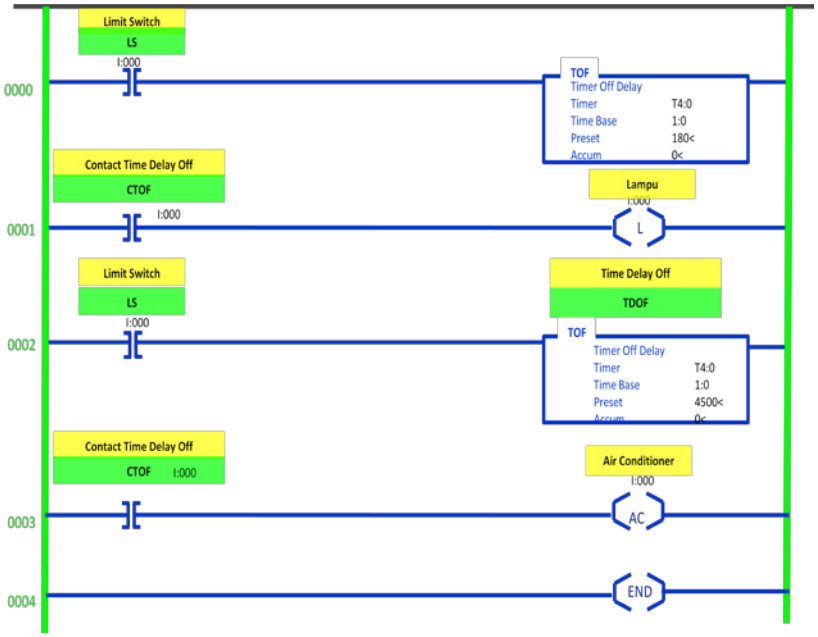
Dalam keadaan pertama (Idle) lampu kelas dan AC dalam keadaan mati. Ketika orang masuk ruangan maka limit switch akan aktif sehingga lampu akan aktif. Faktanya ialah bahwa apabila ada orang yang masuk ke ruangan ini atau ada orang yang bekerja di ruangan ini pintu akan tetap terbuka selama orang tersebut berada didalam.Sehingga tidak diperlukan sensor keberadaan orang. Input yang digunakan hanya limit switch. Akan tetapi juga digunakan time off delay sehingga ketika pintu ditutup lampu akan mati setelah 7 menit. Output yang ada hanya lampu. Akan tetap ada switch manual untuk menghidupkan dan mematikan lampu.



Gambar 6. Logic untuk Sistem Fotokopi

Sistem Ruangan Kerja ODP Group

Dalam keadaan pertama (Idle) lampu dan AC dalam keadaan mati. Input untuk mengaktifkan lampu dan AC hanya dari limit switch yang dipasang di pintu. Ketika orang akan masuk maka orang tersebut akan membuka pintu yang telah dipasang limit switch sehingga ketika orang akan membuka pintu limit switch akan memberikan input kepada lampudan AC untuk aktif. Fakta yang ada adalah ketika jam kerja kantor, pintu akan selalu terbuka sehingga untuk mendeteksi adanya orang tidak memerlukan sensor lainnya. Ketika sudah tidak dalam jam kerja, tidak ada orang lagi yang berada di dalam ruangan sehingga ruangan akan ditutup dan lampu serta AC akan mati. Akan tetap ada saklar manual untuk menghidupkan dan mematikan lampu dan AC. Ada Time Off Delay untuk lampu 180 s dan Time Off Delay untuk AC 4500 s.



Gambar 7. Logic untuk Sistem Ruangan Kerja ODP Group

2. Analisis Data

Untuk menghitung besar kWh dalam penggunaan energi listrik maka digunakan rumus berikut:

Tabel 1 : Tarif Dasar Listrik berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 30 Tahun 2012 untuk Kebutuhan Industri

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRABAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp./kWh) DAN BIAYA kVArh (RP/kVArh)	
1.	I-1/TR	450 VA	26.000	Blok I : 0 s.d. 30 kWh : 160 Blok II : di atas 30 kWh : 395	485
2.	I-1/TR	900 VA	31.500	Blok I : 0 s.d. 72 kWh : 315 Blok II : di atas 72 kWh : 405	600
3.	I-1/TR	1.300 VA	-	803	803
4.	I-1/TR	2.200 VA	-	830	830
5.	I-1/TR	3.500 VA s.d. 14 kVA	-	961	961
6.	I-2/TR	di atas 14 kVA s.d. 200 kVA	-	Blok WBP = K x 840 Blok LWBP = 840 kVArh = 914	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	-	Blok WBP = K x 704 Blok LWBP = 704 kVArh = 757	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA keatas	-	Blok WBP dan LWBP = 629 kVArh = 629	-

Rumus rekening minimum diatas merupakan rumus untuk pemakaian energi listrik dalam 40 hari sedangkan pada perhitungan pemakaian energi listrik kami menggunakan asumsi 30 hari dengan pertimbangan perusahaan tidak pernah membayar terlambat. Dan gedung ini menggunakan tarif golongan I-3/TM.

Keterangan : WBP = Waktu Beban Puncak, LWBP = Luar Waktu Beban Puncak.

- Data-data mengenai Gedung Training PT Badak NGL yang diperoleh sebelum mengimplementasikan sistem gedung pintar:
  - Total energi semua yang aktif = 34,444 kw x 11 jam = 378,88 kwh
  - Total energi semua yang aktif= 5,038 kw x 24 jam = 102,912 kwh
  - Total energi semua AC aktif 11 jam = 55,8 kw x 24 jam = 1339,2 kwh
  - Total energi semua AC aktif 24 jam = 37,8 kw x 11 jam = 415,8 kwh

- Total semua energi yang digunakan pada Gedung Training PT Badak NGL sebelum mengimplementasikan sistem gedung pintar PLC = 2236,792 kwh perhari
- **Dengan menggunakan rumus dari PLN diatas maka didapat biaya pembayaran listrik = Rp 93.877.639/bulan**

- Data-data mengenai Gedung Training PT Badak NGL yang diperoleh setelah mengimplementasikan sistem gedung pintar:
  - Total energi semua lampu yang aktif =14,42kw x 11 jam = 158,708 kwh
  - Total energi semua lampu yang aktif=20,016kw x 5 jam = 95,28 kwh
  - Total energi semua lampu yang aktif=3,106kw x 24 jam = 74,544 kwh
  - Total daya semua AC dengan asumsi aktif = 93,600 kw x 11 jam = 1029,6 kwh
  - Total semua energi yang digunakan pada Gedung Training PT Badak NGL setelah mengimplementasikan sistem gedung pintar PLC = 1357,632 kwh perhari
  - **Dengan menggunakan rumus dari PLN diatas maka didapat biaya pembayaran listrik = Rp 20.950.786/bulan**

Konsumsi Energi Per Bulan

- Sebelum menggunakan sistem smart building energi yang dikonsumsi perbulan ialah sebesar = 2236,792 kwh x 30 hari = 67.103,76 kwh
- Sesudah menggunakan sistem smart building energi yang dikonsumsi perhari ialah sebesar = 1357,632 kwh x 30 hari = 40.728,96 kwh
- Dengan adanya sistem "Aplikasi Smart Building Dengan Programmable Logic Controller" ini sesuai dengan hasil analisa kita dapat mengurangi pengeluaran biaya sekitar 77,7 % dan menyimpan energi listrik sekitar 39,4 %.

IV. KESIMPULAN

a. Kerja sistem ini dibedakan berdasar jenis ruangan yang berada pada Gedung Training PT Badak NGL dengan mengontrol nyala-mati lampu dan AC ketika tidak digunakan menggunakan sensor *passive infrared*, Limit Switch, dan Real Time.
b. Penggunaan sistem gedung pintar ini menghasilkan peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik dengan melakukan optimalisasi penggunaan peralatan-peralatan yang menggunakan energi listrik mencapai 39,4 %.
c. Penggunaan sistem gedung pintar ini dapat menghemat biaya pengeluaran mencapai 77,7 %

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Sujatmoko, MN. **"Dasar-dasar Control Component dan Sysmac"**.Departement Manufacturing Engineering PT Omron Manufacturing of Indonesia; 2000.
[2] Rehg, James; Sartori,Glenn.**"Programmable Logic Controllers"**, Second Edition.
[3] Joefrie, Yuri Yudhaswana; Kalatiku, protus Pieter.**"Pemrograman Motor Stepper dengan menggunakan bahasa pemrograman C",** Majalah Ilmiah Mektek.
[4] www.wikipedia.com/motorsteppers
[5] Republik Indonesia. "Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No.30 Tahun 2012 Tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh PT Perusahaan Listrik Negara"; 2012.
[6] Hanum, Meivirina; Chairul Murod. "Efisiensi Energi Pada "SMART BUILDING" Untuk ArsitekturMasa Depan". Palembang.
[7] http://en.wikipedia.org/wiki/Or_gate
[8] Allen-Bradley Company Inc. **"1785 PLC-5 Programmable Controllers",**Design Manual; 1992.

Pemodelan Sistem Kendali Incinerator pada Programmable Logic Controller (PLC)

Agitha Sabbathini Oley[1]; Nino Hendra Pratama[1]; Nurul Resky Fitriani[1]; Surya Ramadhan[1]
1. Teknik Mesin Prodi Konversi Energi, Peminatan Listrik Instrumentasi LNG Academy Bontang, Kalimantan Timur
listrik_instrumentasi@yahoo.com

Abstrak

Suatu perusahan menghasilkan limbah cair berupa oli bekas, minyak goreng bekas dan MDEA (Methyl Diethanol Amine) sekitar 1200 m^3/tahun. Untuk menghindari pencemaran lingkungan maka limbah cair tersebut harus dibakar menggunakan *Incinerator*. Perusahaan pengolahan gas alam tersebut mengoperasikan 1 dari 2 unit *Incinerator. Incinerator* yang dioperasikan tersebut memiliki kapasitas desain 0.325 m^3/jam dan menggunakan sistem kendali *Programmable Logic Controller* (PLC) yang sudah terpasang sejak tahun 2006. Akan tetapi, sistem kendali yang saat ini digunakan pada *Incinerator* sudah *obsolete* dan perlu dilakukan pengantian.
Oleh karena itu, makalah ini memuat pemodelan *logic Incinerator* menggunakan PLC 5/11 Allen Bradley. Dengan melakukan penggantian PLC yang telah obsolete diharapkan kerugian yang timbul akibat terjadinya kerusakan pada PLC yang telah obsolete dapat dihindari.

Kata kunci : Limbah cair, Incinerator, Programable Logic Controller, Pemodelan sistem kendali, Obsolete.

Abstract

A company produces about 1200 m^3/year of liquid waste such as used lubricants, cooking oil, and MDEA (Methyl Diethanol Amine). To avoid environmental pollution, the liquid waste must be burned using incinerator. The gas processing company operates one of two unit incinerator. The incinerator has design capacity about 0.325 m^3 / hour. Those incinerators use a programmable logic controller (PLC) as a control system which has been used since 2006. But the current control system is used in the incinerator has been obsolete, and it must be replaced.
Therefore a logic modeling incinerator using PLC 5 Allen Bradley is presented in this paper. *By perfroming replacement of obsolete PLC had expected losses arising from the damage of obsolete PLC can be avoided.*

Key word: Liquid waste, Incinerator, Programmable Logic Controller, Control Modeling System, Obsolete.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Berdasarkan karakteristiknya limbah industri dapat dibagi menjadi empat bagian, yaitu: limbah cair, limbah padat, limbah gas dan partikel serta limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Suatu perusahan yang bergerak dibidang industri tentunya menghasilkan limbah sebagai sisa-sisa dari hasil proses produksi yang tidak terpakai. Limbah yang tidak diolah dengan benar dalam jangka waktu yang lama dapat merusak lingkungan apabila tidak dilakukan penanganan secara tepat. Limbah cair dan limbah padat dapat diolah dengan menggunakan *Incinerator*.

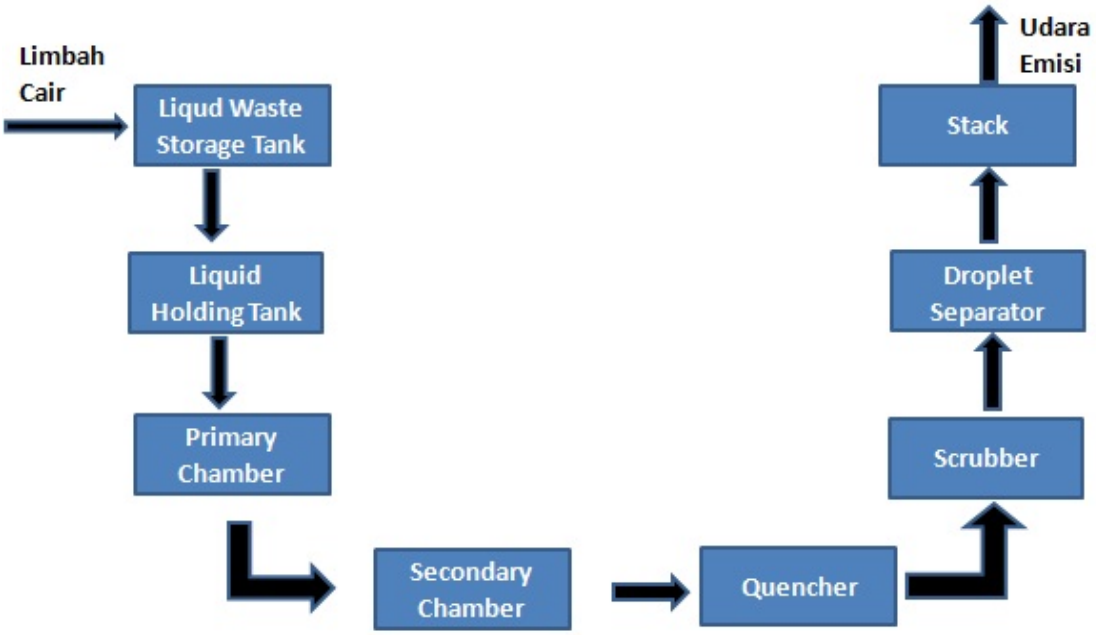
II. EKSPERIMEN

Dalam melakukan pemodelan sistem kendali *Incinerator* kami menggunakan PLC 5/11 *Allen Bradley* dan *software RS Logix 5* sebagai *editing logic*.
Studi ini dilakukan secara eksperimental dengan langkah – langkah sebagai berikut :
1. Menganalisa sistem pembakaran limbah cair di incenerator
2. Melakukan pengumpulan data
3. Menganalisa kerugian yang diakibatkan oleh PLC yang obsolete rusak
4. Melakukan pembuatan pemodelan *logic* sistem kendali incenerator

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Proses Pembakaran Limbah Cair Pada Incinerator

Berikut ini merupakan diagram alir prosess pembakaran limbah cair :



Gambar 1 Diagram Alir Limbah Cair Pada Incinerator

Menurut gambar digram alir diatas, pengolahan limbah cair pada *Incinerator* terdiri dari tiga sistem proses yaitu :

a. Sistem Pengumpanan
   Limbah cair dialirkan menuju tangki penyimpanan limbah cair (*Liquid Waste Storage Tank)* untuk penyimpanan sementara. Dari *Liquid Waste Storage Tank*, limbah cair dialirkan ke tanki pemanasan awal (*Holding Tank)* untuk menaikkan temperatur sampai 70 °C menggunakan gas buang (*Flue Gas)* dari ruang bakar utama (*Primary Chamber)*.
b. Sistem Pembakaran
   Limbah cair kemudian dialirkan menuju ruang bakar utama (*Primary Chamber)* untuk dibakar menggunakan bahan bakar gas alam sampai temperature 800 - 1.000 °C sehingga terjadi perubahan dari fase cair menjadi fase gas. Dari ruang bakar utama gas buang kemudian dialirkan menuju ruang bakar sekunder (*Secondary Chamber)* untuk pembakaran lanjutan sampai temperatur 900 – 1.200 °C. tujuan dibakar di ruang bakar sekunder ialah untuk memastikan semua kadar polutan terbakar habis.
c. Sistem Pengendalian Emisi
   Gas buang yang dihasilkan oleh ruang bakar sekunder lalu dialirkan menuju *Quencher* untuk pendinginan dengan menggunakan air tanah sampai temperatur gas buang mencapai 350 °C. Selanjutnya gas buang dialirkan menuju *Scrubber* untuk pendinginan lanjutan sampai temperatur 150 °C sekaligus menangkap senyawa- senyawa polutan yang terkandung (NOx, Sox, dan CO_2) di dalam gas buang. Setelah melewati *Scrubber*, Gas buang dialirkan kedalam *Droplet Separator* untuk memisahkan partikel – partikel air yang masih terikut didalam gas buang, kemudian gas buang dialirkan melewati Filter untuk memisahkan partikel-partikel padatan yang berupa endapan-endapan abu di ruang bakar yang terikut oleh gas buang.

Untuk Emisi gas buang dari *Stack* diharapkan memenuhi baku mutu emisi *Incinerator* sebagaimana diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 03/Bapedal/09/1995 tentang Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

2. Pengumpulan Data dan Informasi

Jenis data yang diperoleh berupa data yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif dengan bersumber dari sistem yang ada di *Incinerator* pada tahun 2012. Data-data yang kami peroleh berupa.

Data Produksi Limbah tahun 2012

Total Limbah yang dihasilkan ditahun 2012 adalah sekitar : 832,032 m^3Sehingga Rata-rata limbah yang dihasilkan perbulan sebesar :

$$\frac{832{,}032\ m^3}{12\ bulan} = 69{,}336\ m^3/bulan$$

Tabel Data Input PLC.

NO	Input	NO	Input	NO	Input
1	LL_LIME_TANK	2	OL_FB_2	3	BURNER_4_FAULT
4	LL_LIMBAH_TANK	5	OL_FB_3	6	LL_QUENCHER_TANK
7	SET_TEMP_1	8	OL_FB_4	9	OL_BLOWER_1
10	TC_ON	11	TAH_CYCLONE	12	OL_IDF
13	MANUAL_TC_ON	14	OL_M_POMPA_LIME	15	OL_TRANSFER_PUMP
16	MANUAL	17	OL_M_POMPA_QUENCHER	18	OL_MIXER
19	OL_M_KOMPRESSOR	20	EMERGENCY_OFF	21	TAH_1
22	PH_12	23	BURNER_1_FAULT	24	SET_TEMP_2
25	OL_BLOWER_2	26	BURNER_2_FAULT	27	LM_LIME_TANK
28	OL_FB_1	29	BURNER_3_FAULT	30	LH_QUENCHER_TANK
31	LH_PREPARATION_TANK	32	LL_PREPARATION_TANK	33	LH_LIME_TANK
34	BY_PASS	35	TEMP_SHUTDOWN_1	36	TEMP_SHUTDOWN_2

Tabel Data Output PLC.

NO	Output	NO	Output	NO	Output
1	ID_FAN	2	POMPA_LIMBAH	3	BURNER_1
4	BLOWER_2	5	KOMPRESSOR_LIMBAH	6	BURNER_2
7	FB_1	8	LIME_PUMP	9	BURNER_3
10	FB_2	11	BUZZER	12	BURNER_4
13	FB_3	14	TRASNFER_PUMP_RUN	15	MIXER
16	FB_4	17	SV_QUENCHER_TANK	18	SV_PREPARATION_TANK
19	POMPA_QUENCHER	20	BLOWER_1		

Data Harga Penggantian PLC.

Spesifikasi yang dibutuhkan untuk mengganti PLC yang telah Obsolete :

1. CPU : SLC 5/01
2. Chasiss : 1746-A7 (7 Slot)
3. Input Module : 1746-IB16 (16 Point)
4. Output Module : 1746-OB16 (16 Point)
5. Power Supply : 1746-P2 (5 A)

Estimasi Biaya yang dikeluarkan :

1. CPU : 1 x Rp. 6,625,428 = Rp. 6.625.428
2. Chasiss : 1 x Rp. 3,527,458 = Rp. 3,527,458
3. Input Module : 3 x Rp. 3,166,916 = Rp. 9,500,784
4. Output Module : 2 x Rp. 3,166,916 = Rp. 6,333,832
5. Power Supply : 1 x Rp. 4,930,646 = Rp. 4,930,646

Total Biaya yang diperlukan untuk mengganti PLC yang telah obsolete :
= Rp. 30.918.148 (31 Juta)

3. Analisis Kerugian

Dari rata-rata limbah yang dihasilkan oleh PT A sebesar **69,336 m^3/bulan**.Harga untuk melakukan pembakaran limbah dipihak ketiga : **Rp. 5.000.000 / m^3** sehingga biaya yang harus dikeluarkan perbulan sebesar :

= 69,336 m^3/bulan x Rp. 5.000.000 / m^3 = **Rp. 346.680.000/bulan**

Dan total biaya yang diperlukan jika terjadi kegagalan pada PLC yang telah *obsolete* adalah :

= 6 bulan x **Rp. 346.680.000/bulan**

= 2 Milyar

4. Pembuatan Logic Sistem Kendali Incinerator

Pemodelan dilakukan dengan menggunakan PLC 5 Allen Bradley, dan software yang digunakan ialah RS logix5, RS Linx, dan Rs View 32.

Ruang Lingkup Pemodelan

Dalam melakukan pemodelan sistem kendali Incinerator ini terdiri dari 6 sistem pemodelan logic yaitu :

1. Sistem Start Up
2. Sistem Shut Down
3. Sistem Pengumpan
4. Sistem Overload
5. Sistem Burning Time
6. Sistem Pengendalian Level

Berikut ini merupakan contoh scenario dari system pengendalian **Start up** :

- Syarat Operasi : **Selector switch* (SS25) pada posisi Auto
- Catatan : Apabila tombol *Emergency* di tekan, maka PLC akan mati.
- Setelah semua persyaratan dilakukan, kondisi kerja selanjutnya adalah;

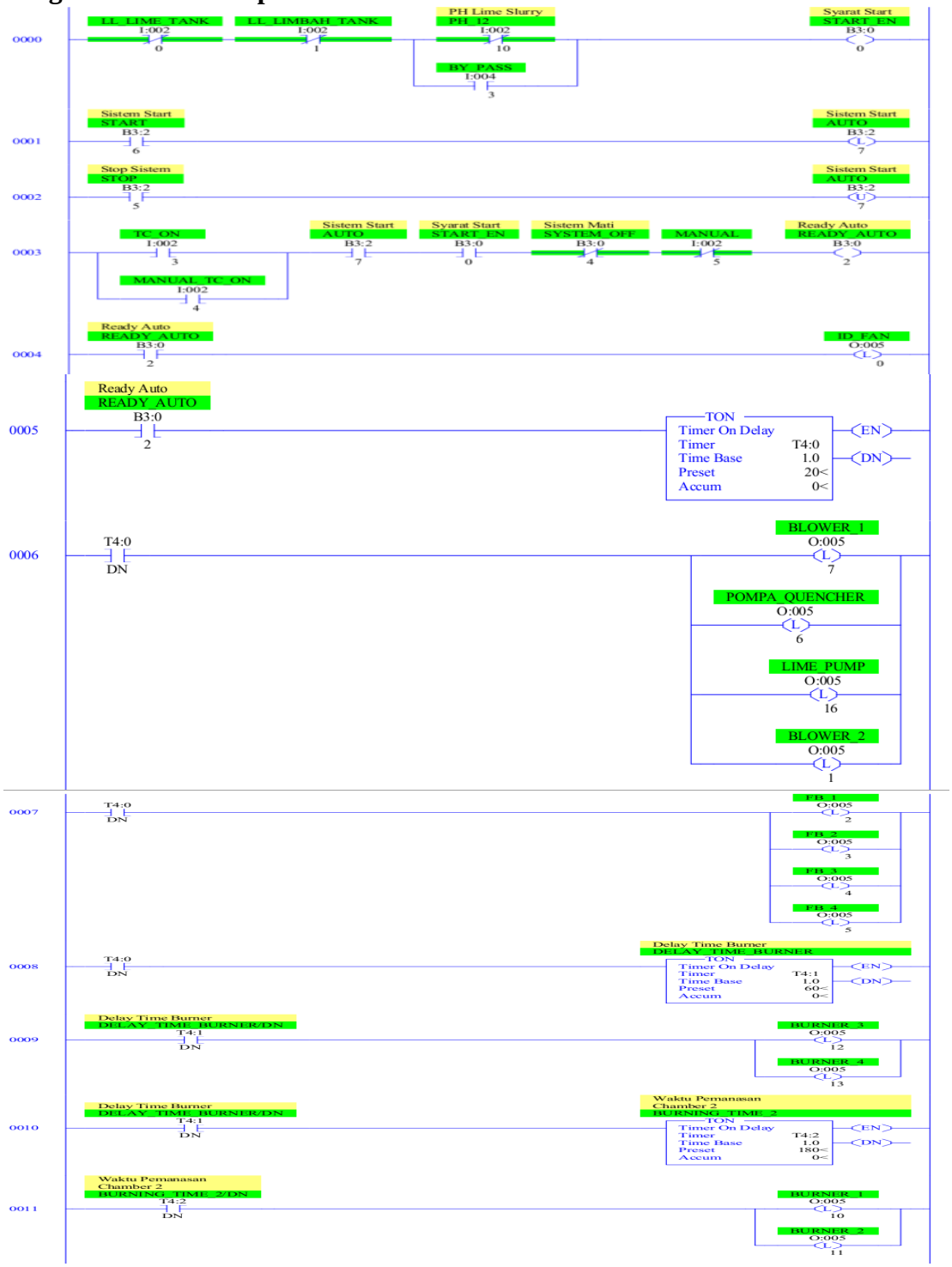
A. Persiapan

a. Bak *lime slury* harus sudah terisi air kapur dan,
b. Pengecekan *Incinerator*

B. Proses Purging

1. Motor Induced draft fan ON.
2. Motor Blower 1 On
3. Motor Blower 2 On.
4. Fan Burner 1 & Fan Burner 2 On.
5. Fan Burner 3 & Fan Burner 4 On.
6. Motor Mixer On, selang 1 menit proses pembakaran dimulai.
7. Burner 3 & Burner 4 On
   Catatan :
   Apabila suhu sudah mencapai yang diatur (1200 ^oC), maka Nozel 2 (api besar) pada *Burner* 3 & 4 akan mati dan Nozel 1 (api kecil) tetap hidup, *Fan burner*
   3 & 4 tetap hidup. Kemudian bila suhu sudah turun mencapai 700 ^oC, maka Nozel 2 On kembali dan seterusnya.
8. Selang tiga menit dari mulai Burner 3 & Burner 4 On, maka Burner 1 & Burner 2 On.
   Catatan :
   Apabila suhu sudah mencapai yang diseting (1200 oC), maka Nozel 2 (api besar) pada Burner 1 & 2 akan mati dan Nozel (api kecil) tetap hidup, Fan burner 1 & 2 tetap hidup. Kemudian bila suhu sudah turun sampai 700 oC, maka Nozel 2 On kembali dan seterusnya.

Contoh Logic Untuk Start Up Incinerator



Gambar 2 Pemodelan Logic 5/11 Allen Bradley untuk sistim Start-Up

IV. KESIMPULAN

a. Kerusakan yang diakibatkan oleh ketidak handalan PLC sebelumnya dapat menimbulkan berhentinya operasi pembakaran limbah cair didalam *Incinerator*.

b. Kerugian yang disebabkan oleh terhentinya operasi *Incinerator* sekitar Rp. 346 juta/perbulan dapat terjadi karena limbah cair sebesar 69,336 m^3/bulan harus dikirimkan ke pihak ketiga untuk dibakar.
c. Dengan mengeluarkan biaya sebesar Rp. 31 Juta. Untuk mengganti PLC yang telah *obsolete* maka kerugian yang ditimbulkan akibat kerusakan yang terjadi pada PLC yang telah *obsolete* dapat dihindari.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Industrial Text & Video Company. ”Programmable Controllers : Theory and Implementation, 2nd Edition”. 1-800-752-8398.
[2] Rockwell Software, Allen Bradley. June 2006. “PLC-5 Programmable Controllers Selection Guide 1785 and 1771”. 1785-SG001B-EN-P.
[3] Keputusan Kepala Bapedal Nomor 3 Tahun 1995, Tentang “Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun”.
[4] Spesifikasi Equipment Incinerator di suatu kilang.
[5] Spesifikasi sistem control Incinerator di suatu kilang.
[6] Whitt, Michael D. 2004. “Successful Instrumentation and Control System Design”. United States of America. ISA.
[7] Bryan L.A., dan Bryan E.A. 1997. “Programmable Controllers Theory and Implementation Second Edition”. United States of America. Industrial Text Company.

Pengaruh Temperatur dan Waktu Proses Anodisasi Puley Aluminium Dalam Larutan H_2SO_4 Encer dan Campuran Larutan (H_2SO_4+$H_2C_2O_4$) Encer

Estuti Budimulyani[1]
1. Pengajar Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Kampus Baru UI Depok 16424,telp.(021)7863530
estutibm@gmail.com

Abstrak

Anodisasi aluminium merupakan suatu proses elektrokimia pada logam aluminium dengan tujuan memperoleh lapisan tipis aluminium oksida yang sifatnya lebih baik dari pada logam Aluminium itu sendiri yang dikenal dengan alumina. Beberapa alasan dilakukannya anodisasi(1) adalah sebagai berikut : Meningkatkan ketahanan terhadap korosi, meningkatkan daya adhesi pada proses anodisasi dengan adanya lapisan tipis alumina yang berpori, meningkatkan daya tahan terhadap abrasi karena terbentuknya lapisan Al_2O_3(corundum) yang cukup keras, dapat memberikan pewarnaan terhadap aluminium,karena zat warna organik masuk melalui lapisan tipis alumina yang berpori.

Penelitian ini memaparkan proses anodisasi aluminium dalam larutan H_2SO_4(200g/l) dan dalam campurannya dengan $H_2C_2O_4$ encer(10g/l;20g/l;30g/l dan 40g/l),serta pengaruh lamanya waktu proses(30;45 dan 60 menit) dan suhu larutan (16^{o}C;ruang dan 35^{o}C) terhadap karakteristik lapisan alumina yang terbentuk dari proses anodisasi. Pada penelitian ini aluminium yang digunakan untuk puley adalah jenis Al 6061-T6,suatu paduan aluminium (Al-Si-Mg).Jenis lapisan yang diharapkan adalah lapisan yang memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dari logam dasarnya dan memiliki struktur berbentuk lapisan penghalang (barrier layer) maupun lapisan berpori (porous layer). Hasil yang dicapai pada proses anodisasi ini menunjukkan nilai kekerasan yang tertinggi dihasilkan dari proses anodisasi dalam campuran [H_2SO_4] 200 g/l+ [$H_2C_2O_4$] 20 g/lyaitu 156,8 HV pada suhu 35^{o}C dengan waktu 60 menit,nilai ini hampir sama dengan yang dihasilkan dari proses anodisasi dalam larutan [H_2SO_4] 200g/l pada suhu 16^{o}C dengan waktu 30 menit yaitu 155,8 HV. Sedangkan nilai kekerasan logam Al hanya 49HV.

Kata kunci : Anodisasi Aluminium ; kekerasan ;ketebalan; suhu, waktu, larutan asam sulfat dan asam oksalat.

Abstract

Aluminium anodizing is an electrochemical process in metal aluminium with the goal of obtaining a thin layer of aluminium oxide that are better than the aluminium metal itself,known as aluminium some reasons for anodizing(1) are as follows :Enhance corrosion resistance, improve the adhesion of the anodizing process with a thin layer of porous aluminium, increase resistance to abrasion due to the formation of a layer of Al2O3(corundum) is quite hard, can provide coloration to aluminium because of organic dyes in through a thin layer of porous aluminium.

This study describes the process of anodizing aluminium H_2SO_4 solution (200g/l) and in combination aqueous $H_2C_2O_4$ (10g/l;20g/l;30g/l and 40g/l),and the influence of the length of time the process(30;45 and 60 minute),and solution temperature (16^{o}C;room and 35^{o}C) on the characteristics of the alumina layer formed by anodizing.In this study,aluminium is used for puley is kind of Al 6061-T6,an aluminium alloy (Al-Si-Mg). Expected type layer is a layer that has a higher hardness value of the metal base and has shaped the structure of the barrier layer (barrier layer) and the porous layer(porous layer). The result achieved in the anodizing process shows the highest hardness values generated from the anodizing process in a mixture of [H_2SO_4] 200g/l + [$H_2C_2O_4$] 20g/l is 156,8HV at 35^{o}C temperature with a time of 60 minutes,this value is almost the same as that generated from the anodizing process in solution [H_2SO_4] 200g/l at a temperature of 16^{o}C with a time of 30 minutes is 155,8 HV. While the value of the metal hardness Al just 49 HV.

Keywords : Anodizing aluminium ; hardness ;thickness; temperature; time; sulfuric acid and oxalic acid solution

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Logam Aluminium (Al) merupakan logam yang berwarna putih,mudah teroksidasi (reaktif),mempunyai sifat ulet,mudah dibentuk,ringan,kuat,tangguh dan tahan terhadap korosi. Selain itu logam Al mudah diperoleh dengan harga yang tidak terlalu mahal sehingga aluminium telah menjadi salah satu logam yang paling luas penggunaannya didunia industri khususnya sektor industri mesin,contohnya : puley. Karena logam ini dapat diwarnai setelah melalui proses anodisasi,maka untuk menambah keindahan puley dan sekaligus memperkeras sehingga tahan terhadap gesekan dan goresan,anodisasi adalah cara yang paling tepat untuk itu.

Penelitian ini berdasarkan pada kereaktifan logam aluminium untuk teroksidasi dengan lingkungan sehingga akan membentuk lapisan oksida tipis Al_2O_3 pada permukaannya yang sekaligus berfungsi sebagai pelindung. Lapisan oksida aluminium yang terbentuk secara oksidasi dengan lingkungan tidak terlalu tebal sehingga kekerasannya hampir tidak berubah dan daya serap terhadap zat warna organik tidak terjadi,sehingga diperlukan proses elektrolisa (anodisasi) untuk mempertebal lapisan oksida aluminium yang berpori-pori yang akan mampu menyerap zat warna jika ingin diwarnai dan sekaligus membuat kekerasannya jauh berbeda dibanding tanpa proses anodisasi. Ketebalan lapisan oksida yang terbentuk dengan udara terbuka sekitar $0{,}1x\ 10^{-6}$ sampai $0{,}4\ x\ 10^{-6}$ in ($0{,}25 – 1\ x\ 10^{-2}$ µm).

Puley merupakan salah satu bahan yang terbuat dari paduan aluminium,dimana logam Al sebagai unsur yang dominan dan unsur Si dan Mg sebagai campurannya.Puley merupakan juga salah satu komponen pokok dalam mesin yang akan mengalami beban kerja yang terus menerus selama mesin itu bekerja.Untuk memenuhi operasi kerja tersebut maka puley harus memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

1. Mampu menahan tekanan kerja yang cukup tinggi dan kekerasan yang tinggi
2. Stabil pada suhu yang cukup tinggi tanpa mengakibatkan perubahan bentuk dan volume dari puley itu sendiri
3. Mampu menahan gaya gesek akibat gesekan dengan karet keras yang berputar dengan kecepatan sangat tinggi yang akan menimbulkan abrasi.

Untuk memenuhi kondisi kerja tersebut diatas maka bahan material puley yang digunakan adalah paduan aluminium(Al-Si-Mg) dan salah satu cara untuk mendapatkan kekerasan yang optimum dan ketahanan aberasinya dari puley tersebut adalah dengan cara memanfaatkan proses anodisasi dari aluminium. ***Sacchi dan Bosdarf*** [2] telah mengamati berdasarkan penelitiannya,penambahan 10-40g/l asam oksalat ke 150-200 g/l asam sulfat dan anodisasi dilakukan pada temperatur 30^oC akan menghasilkan lapisan alumina (Al_2O_3) yang mempunyai kekerasan yang sama dengan anodisasi yang dilakukan pada temperatur 20^oC dalam larutan asam sulfat. ***Gohausen***[5]telah melakukan penelitian,penambahan asam oksalat menambah daya tahan abrasi alumina dan menghasilkan ketebalan lapisan yang cukup tebal.

Dalam penelitian kali ini,penulis melakukan penelitian terhadap proses anodisasi aluminium pada puley dalam larutan asam sulfat dan dalam campurannya dengan asam oksalat (H_2SO_4 + $H_2C_2O_4$),dengan penambahan konsentrasi asam oksalat yang berbeda-beda[2],waktu dan suhu anodisasi yang berbeda-beda untuk memperoleh hasil kekerasan dan ketebalan lapisan yang optimum. Berdasarkan pengkajian terhadap jurnal-jurnal studi tentang anodisasi terhadap logam Al telah banyak dilakukan peneliti lain tapi variasi penambahan konsentrasi asam oksalat dan variasi waktu anodisasi belum banyak dilakukan.Untuk itulah maka dalam studi ini telah diteliti mengenai rekayasa larutan elektrolit sebagai rendaman yang dilakukan pada suhu dan waktu berbeda-beda.

II. EKSPERIMEN

Bahan uji yang digunakan adalah bahan uji puley aluminium dengan material type Al 6061-T6. Studi ini dilakukan secara eksperimen dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Proses Persiapan
b. Proses Elektrolisa
c. Proses Pewarnaan
d. Proses Akhir
e. Proses Pengujian Benda Uji

1. Proses Persiapan

Bahan uji puley yang ada dibagi menjadi 8 (delapan) bagian,sehingga tiap bahan uji yang akan dipergunakan memiliki luas permukaan yang dianodisasi sebesar ± 42 cm^2. Untuk setiap potongan bahan uji tersebut dilakukan perlakuan yang sama yaitu :

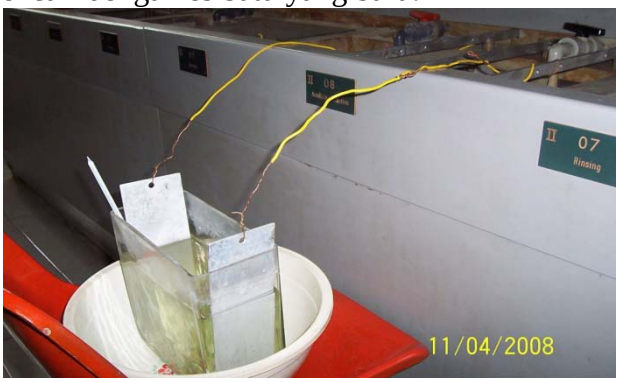
a. Pengampelasan dengan kertas ampelas dengan grade P220 sampai P800 untuk membersihkan kotoran dan menghaluskan permukaan.
b. Pencucian bahan uji dengan campuran larutan deterjen dan natrium karbonat,kemudian dietching dalam larutan natrium hidroksida,dibilas dengan air mengalir,netralising dalam larutan asam nitrat,dibilas,dan terakhir polishing dalam campuran asam nitrat dan asam phospat,dibilas lagi sebelum anodisasi.

2. Proses Elektrolisa

Proses elektrolisa disini adalah proses pembentukkan lapisan oksida pada permukaan objek (pulley) atau anodizing dengan meletakkan objek pada anoda (kutup +) dengan menggunakan kawat yang terbuat dari aluminium dan lempengan logam aluminium pada katoda (kutup -).

a. Bak Perendaman
   Adalah tempat untuk merendam bahan uji pulley,material yang digunakan sebaiknya PVC atau material yang tahan terhadap H_2SO_4 dan $H_2C_2O_4$.
b. Larutan Elektrolit
   Merupakan larutan elektrolit sebagai media reaksi untuk terbentuknya lapisan Al_2O_3 (alumina). Larutan elektrolit yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan asam sulfat (H_2SO_4) dan campuran larutan asam sulfat + asam oksalat ($H_2C_2O_4$).
c. Alat pengukur suhu (thermometer)
d. Alat Pendingin Larutan

Alat yang dipakai untuk mendinginkan larutan pada penelitian ini adalah dengan memasukkan potongan2 es batu disekitar bak rendaman yang kemudian dipertahankan suhunya dengan mengganti es batu yang mencair dengan es batu yang baru.



Gambar 1. Peralatan anodisasi

Untuk setiap bahan uji yang telah siap,masing-masing kemudian direndam kedalam larutan yang berisi larutan H_2SO_4 dan campuran larutan H_2SO_4 + $H_2C_2O_4$.

Posisi benda kerja dihubungkan dengan kutup (+) atau pada anoda,sedangkan untuk membuat reaksi elektrolisa ini berjalan, pada kutup negatip (-) dipasang logam aluminium (Gambar .1). Untuk masing-masing bahan uji dilakukan beragam perubahan parameter anodisasi sebagai berikut:

1. Rapat Arus
2. Waktu Perendaman
3. Temperatur Perendaman
4. Penambahan Jumlah Asam Oksalat Yang Bervariasi

3. Proses pewarnaan

Proses pewarnaan pada penelitian disini adalah untuk memperoleh aluminium (pulley) yang berwarna-warni sehingga diperoleh penampilan pulley yang lebih menarik. Setelah proses anodisasi,benda kerja dibilas dalam air mengalir selanjutnya dicelupkan dalam zat warna selama beberapa menit untuk mendapatkan warna-warna yang diinginkan.

4. Proses Akhir .

Setelah benda kerja diwarnai dalam zat warna kemudian dibilas untuk membersihkan dari kotoran dalam air yang mengalir. Jika proses pewarnaan berhasil,maka proses pencucian akhir tidak akan menghilangkan zat warna.

5. Proses Pengujian Benda Uji

1. Komposisi Kimia
   Tujuan pengujian komposisi kimia adalah untuk mengetahui persentase kandungan dari tiap unsur yang terkandung dalam paduan. Pengujian ini dilakukan dengan alat EDX (Energy Dispersive X-Ray Analysis) yang berada di Lab. Metalurgi dan Material UI,Depok.
2. Uji Kekerasan
   Tujuan pengujian kekerasan adalah untuk mengetahui tingkat kekerasan dari bahan uji tersebut. Uji kekerasan yang dilakukan pada penelitian adalah uji kekerasan mikro dengan menggunakan alat microhardness Buehler yang berada di Laboratorium Metalurgi-UI,Depok.
3. Pengujian Struktur Mikro
   Pengujian struktur mikro dilakukan dengan menggunakan alat SEM(Scanning Electron Microscopic) yang berada di Laboratorium SEM Metalurgi dan Material,UI,Depok. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran struktur mikro dari benda kerja yang akan diuji. Selain struktur mikro,alat SEM ini dengan bantuan perangkat lunak EDX (Electron Dispersion X-Ray) Link Sys. dapat memberikan data komposisi dari masing-masing unsur ataupun senyawa yang membentuk benda kerja tersebut,alat ini dipakai oleh peneliti terutama untuk melihat secara mikro tebal lapisan yang terbentuk setelah proses anodisasi dilakukan dan komposisi unsur maupun senyawa yang terkandung didalam benda kerja tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji komposisi kimia dengan Optical Emission Spectroscopy

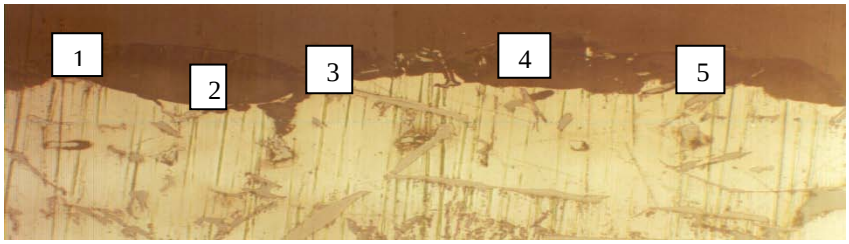
Pengujian komposisi kimia dari benda kerja pulley,Aluminium 6061-T6 dengan alat OES dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data OES komposisi benda kerja

No	Unsur	Berat (%)
1.	Aluminium (Al)	90,7
2.	Silikon (Si)	5,29
3.	Besi (Fe)	1,39
4.	Tembaga (Cu)	0,819
5.	Nikel (Ni)	0,286
6.	Timbal (Pb)	1,01
7.	Seng (Zn)	0,181
8.	Mangan (Mn)	0,0432
9.	Magnesium (Mg)	0,0484
10.	Titanium (Ti)	0,0205
11.	Timah (Sn)	0,0557
12.	Chromium (Cr)	0,0166
13.	Unsur lainnya (impurities)	Trace

2. Uji kekerasan mikro

Hasil uji kekerasan mikro pada benda kerja yang mengalami proses anodisasi dapat dilihat pada Tabel 2.,dengan data distribusi kekerasan yang bervariasi dimulai dari titik uji no.1(satu) sampai dengan no.5 (lima) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Urutan posisi penjejakan

Titik uji no.1 adalah posisi penjejakan pada bagian terluar benda kerja,dimana pada daerah ini diasumsikan terdapat lapisan baru (lapisan alumina). Titik uji no. 2,no. 3, no. 4 dan no. 5 merupakan titik-titik lokasi penjejakan berikutnya dengan jarak penjejakan yang satu dengan yang lainnya sebesar 1 µm.

Tabel 2. Data kekerasan permukaan berdasarkan lokasi penjejakan (HV) dalam larutan H_2SO_4 200g/l

Benda kerja	Kekerasan rata-rata (HV)	Waktu proses (menit)	Suhu (^oC)	Arus(A)dan tegangan(V)
Al (awal)	49	-	Ruang	
Al (anodisasi)	155,8 121,6 128,4	30 45 60	16^{o}C 16^{o}C 16^{o}C	0,4A; 19-25V 0,4A; 17-19V 0,8A; 22-24V
	57,4 52,6 49,2	30 45 60	Ruang	0,3 A ; 3,1 V 0,4 A ; 6 V 0,3 A ; 3 V
	133,8 116,2 109,4	30 45 60	35^o	0,8 A ; 3 V 0,8 A ; 4 V 0,8 A ; 3,5 V

Tabel 3. Data kekerasan permukaan berdasarkan lokasi penjejakan (HV) dalam larutan H_2SO_4 200g/l+$H_2C_2O_4$ 10g/l

Benda kerja	Kekerasan rata-rata (HV)	Waktu proses (menit)	Suhu (^oC)	Arus(A)dan tegangan(V)
Al (awal)	49	-	Ruang	
Al (anodisasi)	101,4 99,6 88,8	30 45 60	16^{o}C 16^{o}C 16^{o}C	0,6 A ; 18 V 0,4 A ; 15,3 V 0,6 A ; 15,9 V
	125,8 116,3 123,2	30 45 60	Ruang	0,3 A ; 3,3 V 0,8 A ; 4,7 V 0,3 A ; 5,2 V
	128,6 122,2 109,4	30 45 60	35^o	0,4 A ; 4 V 0,4 A ; 3,5 V 0,4 A ; 3,7 V

Tabel 4. Data kekerasan permukaan berdasarkan lokasi penjejakan (HV) dalam larutan H_2SO_4 200g/l+$H_2C_2O_4$ 20g/l

Benda kerja	Kekerasan rata-rata (HV)	Waktu proses (menit)	Suhu (^oC)	Arus(A)dan tegangan(V)
Al (awal)	49	-	Ruang	
Al (anodisasi)	96,8 87,5 82,8	30 45 60	16^{o}C 16^{o}C 16^{o}C	0,8 A ; 21 V 0,8 A ; 15 V 0,8A ; 15V
	109,4 116,2 97,8	30 45 60	Ruang	0,8 A ; 23 V 0,8 A ; 21 V 0,5 A ; 18 V
	143,4 140 156,8	30 45 60	35^o	0,6 A ; 3,5 V 0,4 A ; 4,5 V 0,3 A ; 3 V

Tabel 5. Data kekerasan permukaan berdasarkan lokasi penjejakan (HV) dalam larutan H_2SO_4 200g/l+$H_2C_2O_4$ 30g/l

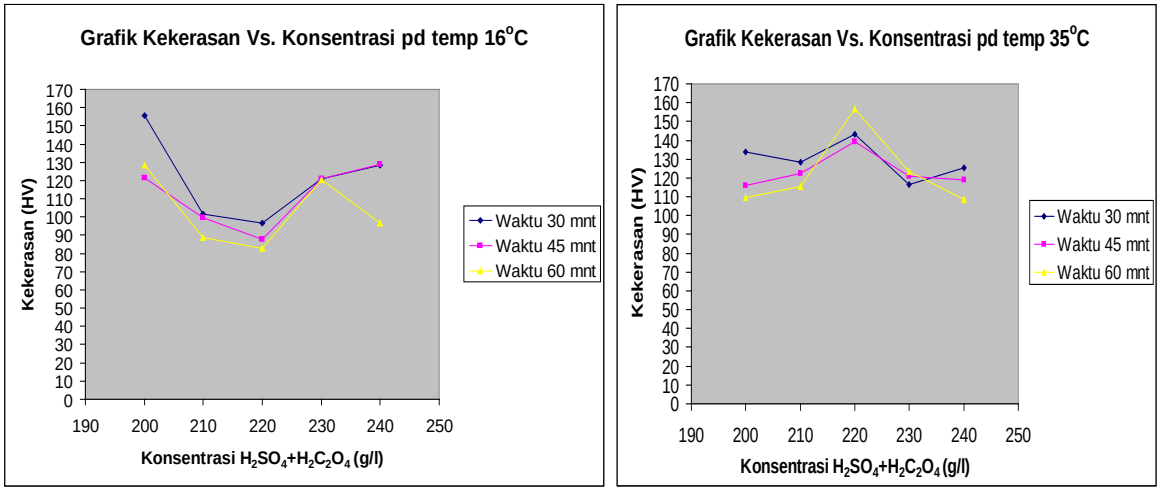
Benda kerja	Kekerasan rata-rata (HV)	Waktu proses (menit)	Suhu (^oC)	Arus(A)dan tegangan(V)
Al (awal)	49	-	Ruang	
Al (anodisasi)	120,8	30	16^oC	0,8 A ; 17,6 V
	120,8	45	16^oC	0,8 A ; 18,7 V
	120,5	60	16^oC	0,8 A ; 19 V
	105,4	30	Ruang	0,8 A ; 4 V
	107,6	45		0,8 A ; 10,6V
	123,2	60		0,8 A ; 9,2 V
	116,4	30	35^o	0,4 A ; 4,5 V
	120,8	45		0,4 A ; 3,6 V
	123,2	60		0,4 A ; 4,4 V

Tabel 6. Data kekerasan permukaan berdasarkan lokasi penjejakan (HV) dalam larutan H_2SO_4 200g/l+$H_2C_2O_4$ 40g/l

Benda kerja	Kekerasan rata-rata (HV)	Waktu proses (menit)	Suhu (^oC)	Arus(A)dan tegangan(V)
Al (awal)	49	-	Ruang	
Al (anodisasi)	128,6	30	16^oC	0,3 A ; 20 V
	129	45	16^oC	0,4 A ; 20 V
	96,5	60	16^oC	0,3 A ; 15 V
	115	30	Ruang	0,8 A ; 3 V
	109,4	45		0,4 A ; 8 V
	114	60		0,8 A ; 3 V
	125,6	30	35^o	0,8 A ; 9 V
	119	45		0,8 A ; 8 V
	108,7	60		0,8 A ; 8,5 V

Dari data diatas maka dapat digambarkan grafik kekerasan vs.konsentrasi H_2SO_4 dan campurannya dengan $H_2C_2O_4$ pada temperatur 16^{o}C gambar 3a,pada temperatur 35^{o}C gambar 3b.

a. b.



Gambar 3a,b,. Grafik kekerasan vs.konsentrasi larutan H_2SO_4+$H_2C_2O_4$ pada berbagai temperatur

Dari gambar 3a.,terlihat bahwa nilai kekerasan benda kerja dengan waktu proses 30 menit rata2 lebih tinggi daripada waktu proses anodisasi 45 dan 60 menit baik dalam larutan asam sulfat 200g/l maupun dalam campurannya dengan asam oksalat 10g/l ; 20g/l; 30g/l dan 40g/l. Nilai tertinggi diperoleh yaitu 155,8 HV yaitu dalam larutan 200g/l,waktu proses 30 menit,arus 0,4A dan tegangan 19-25 V.Kekerasan menurun dengan bertambahnya waktu proses. Pada menit ke-30 tegangan

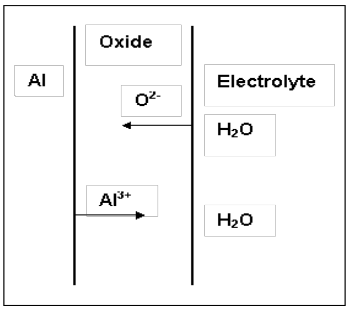
mencapai 25 V,ini merupakan tegangan yang tertinggi karena sesungguhnya reaksi oksidasi terjadi pada dua daerah anoda yaitu batas permukaan metal dengan oksida,terjadi reaksi oksidasi :

$2\,Al + 3\,O^{=} \longrightarrow Al_2O_3 + 6e^-$

Sedang pada batas permukaan oksida dengan elektrolit terjadi reaksi oksidasi:

$Al^{3+} + H_2O \longrightarrow Al_2O_3 + 6\,H^+$

Pembentukkan lapisan Al_2O_3berasal dari batas permukaan tadi,diperlukan energy yang cukup untuk pembentukkan lapisan alumina[(3)] tersebut.Makin banyak Al_2O_3 yang terjadi makin banyak energy yang dibutuhkan. Pada proses anodisasi yang terjadi selama 30 menit,terjadi proses pembentukkan Al_2O_3 yang cukup banyak sehingga kekerasannya makin besar,dengan bertambahnya waktu proses kekerasannya menurun karena lapisan alumina yang melekat pada permukaan logam akan menghalangi oksidasi seterusnya sehingga lapisan alumina yang terjadi berasal dari oksidasi pada batas permukaan oksida dengan elektrolit.



Gambar 4. Ilustrasi ion transport melalui lapisan oksida [(3)]

Pada gambar 3b,nilai kekerasan yang paling tinggi benda kerja dengan waktu proses 60 menit,arus 0,3A,tegangan 3V dalam larutan asam sulfat 200g/l dengan campurannya asam oksalat 20g/l yaitu 156,8 HV. Selain faktor suhu yang mempengaruhi kecepatan pembentukkan lapisan alumina,pengaruh asam oksalat juga mempengaruhi terhadap kenaikan nilai kekerasan benda kerja. Penambahan asam oksalat ($H_2C_2O_4$),menyebabkan terjadi reaksi sbb.

$H_2C_2O_4 \longrightarrow HCOOH + CO_{2(g)}$

$CO_2 + H_2O \longrightarrow CO_3^{=} + 2\,H^+$

$CO_3^{=} + H_2O \longrightarrow HCO_3^- + OH^-$

$Al^{3+} + 3\,OH^- \longrightarrow Al(OH)_3$

$Al(OH)_3 + 3\,H^+ \longrightarrow Al^{3+} + 3\,H_2O$

Pembentukkan Al^{3+} akan membentuk lapisan alumina nantinya,sehingga hal ini akan menambah lapisan alumina,sehingga menambah kekerasan benda kerja.

IV. KESIMPULAN

1. Anodisasi aluminium merupakan cara lain untuk membentuk lapisan Al_2O_3 melalui proses elektrolisa dan lapisan Al_2O_3yang terjadi bukan merupakan lapisan baru yang terpisah melainkan lapisan yang menyatu yang terbentuk kedalam permukaan puley aluminium yang sifatnya permanen.
2. Dari data diatas maka nilai kekerasan tertinggi dihasilkan dari proses anodisasi dalam campuran $[H_2SO_4]$ 200g/l + $[H_2C_2O_4]$ 20g/l yaitu 156,8HV pada suhu 35^oC,nilai ini hampir sama dengan yang dihasilkan dari proses anodisasi dalam larutan $[H_2SO_4]$ 200g/l pada suhu 16^oC yaitu 155,8HV,1 angka lebih rendah. Sehingga dapat disimpulkan alternatif lain untuk memperoleh nilai kekerasan yang tinggi dari logam aluminium dapat diperoleh dengan cara anodisasi dalam campuran larutan asam sulfat dan asam oksalat atau larutan asam sulfat saja.
3. Lapisan alumina yang terbentuk adalah jenis lapisan *"porous layer"*,karena jika dimasukkan dalam zat warna maka akan menyebabkan lapisan alumina berwarna sehingga benda kerja aluminium yang merupakan pulley menjadi berwarna.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] J.R. Davis et all, *Aluminium and Aluminium Alloys,* ASM Specialty Handbook,1993.
[2] V.F. Henley, Anodic Oxidation of Aluminium and its Alloys, Pergamon Press,1982
[3] H.Uchi,T.Kanno,Crystalline Anodic Alumina Films,and R.S. Alwitt,"Journal of The Electrochemical Society" vol.148,pp.B17-B23,2001 .
[4] P.G. Sheasby and R.Pinner ,The Surface Treatment And Finishing of Aluminium And Its Alloys,vol.1, sixth edition,2001.
[5] P.G. Sheasby and R.Pinner, The Surface Treatment And Finishing of Aluminium And Its Alloys,vol.2,pp.822-823, sixth edition,2001
[6] Lawrence H. Van Vlack, Material for Engineering,Concepts and Applications, Addison-Wesley Series,1982.
[7] W.D. Kingery, H.K. Brown & D.R. Uhlmann, Introduction to Ceramics,Second Edition,John Wiley & Sons,Inc.

Pengaruh Temperatur Pembakaran dan Komposisi Sekam Terhadap Porositas Composite Filter

Hamdi[1] dan Ahmad Maksum[1]
1. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Depok
maksum.ahmad@gmail.com

Abstrak

Para peneliti telah menunjukkan bahwa sekam padi mengandung antosianin dan silika yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun demikian, sampai saat ini sekam padi masih merupakan limbah pertanian yang belum banyak digunakan untuk sesuatu yang bernilai ekonomi tinggi di Indonesia. Di sisi lain, pasokan air bersih dari PDAM masih terbatas di beberapa daerah perkotaan saja, dikarenakan tingginya biaya teknologi pengolahan air.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu model filter komposit dari campuran sekam padi dan tanah liat untuk mengolah air tanah menjadi air bersih, dengan menggunakan modifikasi dari teknologi pembuatan batu bata yang sudah dikenal di masyarakat pedesaan. Sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini adalah residu dari proses pembuatan inhibitor korosi. Sekam dicampur dengan tanah liat, di mana rasio berat antara tanah liat dan sekam divariasikan yaitu 60/40, 50/50, dan 40/60. Sekam dan campuran tanah liat tersebut dibentuk seperti gelas, dikeringkan, dan dibakar pada suhu yang bervariasi yaitu 800 850, dan 900°C. Kemudian pengujian dilakukan untuk melihat kecepatan aliran air setelah melewati filter komposit, dimana laju aliran air tersebut menunjukkan tingkat porositas filter komposit.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi sekam yang tinggi dalam komposit akan menghasilkan laju aliran yang lebih tinggi. Dan porositas komposit terbaik diperoleh pada suhu pembakaran 900°C.

Kata Kunci : Sekam Padi, Tanah Liat, Air Bersih, Composite Filter

Abstract

The researchers have shown that rice husks contains anthocyanin and silica that have high economic value. Nevertheless, up to now, the rice husks are still agricultural waste that has not been used for something of high economic value in Indonesia. On the other hand, the supply of clean water from PDAM is still limited in some urban areas only, due to the high cost of this water treatment technology.

This study aims to create a model of a composite filter of a mixture of clay and rice husks to treat ground water into clean water, using a modification of the brick-making technologies which are well known in rural communities. Rice husks used in this study was a residue from the manufacturing process corrosion inhibitor. Husk is mixed with clay, where the weight ratio between clay and husks be varied ie 60/40; 50/50, and 40/60. Husk and clay mixture was formed as a glass, dried, and burned at the temperatures variation 800, 850, and 900°C. Furthermore, testing was conducted to see the speed of water flow after passing the composite filter, and the water flow rate indicates the level of porosity of the composite filter.

The results of this study showed that the greater rice husks composition in the composite will generate a higher flow rate. And the best composite porosity obtained in combustion temperature of 900°C.

Keywords : Rice husks, Clay, Clean Water, Composite Filter

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Selama ini, produksi padi yang telah memberikan kontribusi lebih dari Rp 120 triliun bagi perekonomian nasional, ternyata belum mampu memberikan nilai tambah yang layak bagi keluarga petani[1]. Padahal kandungan anthocyanin[2] dan senyawa silikat[3] dalam sekam padi mempunyai peluang untuk diproses menjadi produk yang bernilai tinggi, baik sebagai inhibitor korosi[4] atau sebagai zeolite alami[5]. Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan nilai tambah hasil usahatani padi dan produk sampingnya.

Sekam padi saat ini merupakan sumber senyawa silikon, termasuk diantaranya *silicon carbide*, *silica*, *silicon nitride*, *silicon tetrachloride*, *zeolite*, dan *pure silicon*[6][7]. Aplikasi dari material turunan dari sekam padi sangatlah komprehensif. Akan tetapi, dari beberapa material tersebut di atas, hanya *silicon carbide* saja yang telah diproduksi dalam skala industri. Sementara itu, material lain masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa sekam padi mampu menyerap logam berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) dalam larutan[8]. Dengan konsentrasi sekam padi 10% b/v dalam larutan logam Cd terserap sebesar 37% dan dengan konsentrasi yang sama logam Pb terserap sebesar 10%. Di samping itu, daya serap dari sekam padi mengalami kenaikan dengan bertambahnya waktu kontak dan mencapai maksimal dalam waktu 2 jam untuk logam Cd dan 1,5 jam untuk logam Pb. Akan tetapi, dengan bertambahnya waktu kontak akan terjadi penurunan daya serap.

Beberapa peneliti lain juga telah membuktikan bahwa logam berat dalam lingkungan dapat diserap dengan biosorben[9], arang tongkol jagung[10], sabut kelapa dan kulit pohon jati[11], abu limbah karet ban[12], [13], dan [14].

Penelitian ini dimaksudkan untuk lebih memanfaatkan sumber daya hayati negara Indonesia yang melimpah, meningkatkan ketahanan pangan nasional, dan meningkatkan pendapatan keluarga petani, serta menjaga kelestarian dan kesehatan lingkungan. Dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, telah membuktikan bahwa ekstrak sekam padi cukup efektif dalam menghambat korosi logam mild steel dalam larutan 1 M HCl[4].

Adapun tujuan khusus dari penelitian kali ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi sekam dan suhu pembakaran terhadap debit air bersih yang dihasilkan. Untuk itu, dalam penelitian ini akan dikaji beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah cara membuat water composite filter dengan memanfaatkan sekam padi?
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan jumlah sekam padi pada composite filter terhadap debit air yang dihasilkan?

II. EKSPERIMEN

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimen di laboratorium, guna memecahkan permasalahan. Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dibuat model composite filter yang berbahan dasar campuran tanah liat dan sekam dengan komposisi berat 40/60, 50/50, dan 60/40. Adapun sekam yang digunakan adalah sekam sisa dari pembuatan inhibitor korosi.

1. Ekstraksi Sekam Padi

Sekam padi dalam penelitian ini berasal dari sebuah penggilingan padi di kota Karanganyar. Sekam dibersihkan dari kotoran dan dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam gelas ukur yang berisi 800 mL ethanol 70% yang telah mengalami proses pemanasan awal 60°C. Setelah itu, keduanya dipanaskan lagi pada temperatur 60°C selama 15 menit. Setelah dingin, campuran tersebut disaring dengan kertas saring whatman no.1 untuk memisahkan filtrat yang terbentuk. Lalu, dilakukan proses pemisahan bahan aktif sekam dari pelarutnya dengan cara dipanaskan sampai temperatur 79°C.

2. Pembuatan Composite Filter

1. Bahan yang Digunakan
   - Sekam padi (sisa pembuatan inhibitor yang telah diolah)
   - NaOHp.a
   - Aqua bebas mineral (aquademineralisata)
   - Tanah liat
2. Pengolahan Residu Sekam Padi
   Residu sekam padi direndam dalam larutan NaOH 10% dan didiamkan selama 3x24 jam. Residu sekam padi yang telah "Diolah" tersebut kemudian dicuci dengan aquademineralisata sampai netral dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.
3. Pembuatan Composite Filter
   Residu sekam yang telah kering dicampur dengan tanah liat. Campuran tersebut dibuat dengan perbandingan berat 40/60; 50/50; dan 60/40. Setelah tercampur dengan rata, air dimasukkan sedikit demi ke dalam campuran sekam-tanah liat tersebut sambil diaduk sehingga terbentuk adonan yang liat. Setelah adonan jadi, adonan tersebut dibiarkan selama

24 jam. Setelah dibiarkan selama 24 jam, adonan siap untuk dibuat filter dengan bentuk seperti gelas dan kemudian dikeringkan secara alami menggunakan panas matahari selama empat sampai enam hari untuk mengurangi kadar airnya. Filter yang telah kering alami dikeringkan lagi dengan memasukkannya ke dalam tungku dengan temperature bervariasi yaitu 800, 850, dan 900°C, selama 20 sampai 24 jam. Filter yang telah kering, siap untuk dilakukan pengujian.

3. Metode Pengambilan Data Pengujian Kecepatan Aliran.

Metode pengambilan data pengujian kecepatan aliran dilakukan dengan mengikuti ketentuan sebagai berikut:

1. Composite filter diletakkan secara terbalik, dan kemudian diisi sedikit demi sedikit dengan air tanah yang akan disaring.
2. Tetesan air setelah melewati composite filter ditampung di dalam gelas ukur sampai level air menunjukkan angka 500 mL.
3. Waktu yang dibutuhkan dari mulai saat pertama penuangan sampai level air dalam gelas ukur menunjukkan angka 500 mL merupakan kecepatan penyaringan.
4. Kecepatan penyaringan tersebut dibuat masing-masing tiga data untuk tiap variasi variasi komposisi maupun temperatur.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Visual Hasil Pembakaran.



Gambar 1 Foto Hasil Pembakaran pada temperatur (a) 800°C; (b) 850°C, dan (c) 900°C

Dari hasil pembakaran, gambar 1, didapatkan tekstur yang berbeda-beda, dimana tekstur yang paling halus terlihat pada sampel-sampel dengan komposisi sekam paling rendah yaitu 40% dan dengan temperatur pembakaran 900°C. Hal ini diduga terjadi karena pemuaian optimum dari tanah liat tercapai pada suhu 900°C, sehingga terlihat sampel-sampel yang dibakar pada suhu tersebut mempunyai pori-pori yang lebih kecil.

2. Data Pengujian Kecepatan Aliran.

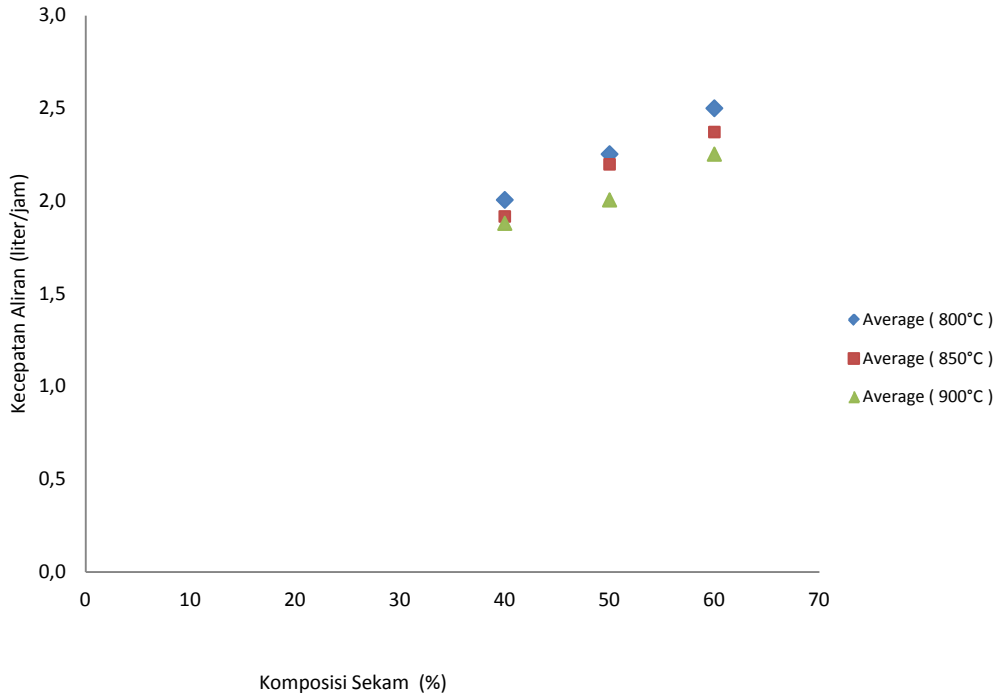
Tabel 1 Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan 500 ml Air (dalam menit)

Temperatur Pembakaran	800°C			850°C			900°C		
Komposisi (% sekam)	40	50	60	40	50	60	40	50	60
1	14	14	12	15	14	13	17	15	13
2	15	13	12	16	13	12	16	16	14
3	16	13	12	16	14	13	15	14	13
Average Time	15	13	12	16	14	13	16	15	13

Dari Tabel 1 didapatkan hubungan antara komposisi sekam dan temperatur pembakaran dengan kecepatan aliran, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :

Tabel 2 Data Kecepatan Aliran (liter / jam)

Temperatur Pembakaran	800°C			850°C			900°C		
Komposisi (% sekam)	40	50	60	40	50	60	40	50	60
1	2.1	2.1	2.5	2.0	2.1	2.3	1.8	2.0	2.3
2	2.0	2.3	2.5	1.9	2.3	2.5	1.9	1.9	2.1
3	1.9	2.3	2.5	1.9	2.1	2.3	2.0	2.1	2.3
Average	2.0	2.3	2.5	1.9	2.2	2.4	1.9	2.0	2.3



Gambar 2 Grafik hubungan komposisi sekam dan suhu pembakaran dengan kecepatan aliran.

Dari Tabel 2 tersebut terlihat bahwa sampel dengan suhu pembakaran 900°C mempunyai kecepatan aliran yang lebih rendah bila dibandingkan dengan sampel pembakaran di bawahnya. Hal ini dipengaruhi oleh pori-pori yang semakin kecil pada saat proses pembakaran. Selain itu juga terlihat bahwa dengan semakin rendahnya komposisi sekam akan memperkecil debit alirannya.

Pada penelitian ini didapatkan bahwa kecepatan aliran air setelah melewati composite filter dipengaruhi oleh suhu pembakaran dan jumlah sekam pada saat proses pembuatan composite filter tersebut. Namun demikian, untuk mendapatkan jumlah sekam yang optimum masih diperlukan data pengujian kualitas air terutama uji mikrobiologi.

IV. KESIMPULAN

Dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Porositas composite filter yang ditandai dengan kecepatan aliran air dipengaruhi oleh suhu pembakaran dan jumlah sekam pada saat proses pembuatan composite filter tersebut.
b. Temperatur pembakaran optimum pada proses pembuatan composite filter adalah 900°C.
c. Semakin kecil komposisi sekam dalam composite filter, semakin kecil pori – pori nya sehingga semakin baik penyaringannya.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Apriyantono, *Peningkatan Produksi Padi Menuju 2020*. Jakarta: Departemen Pertanian Republik Indonesia, 2008, p. 67.
[2] K. Min-Kyoung, K. Han-ah, K. Kwangoh, K. Hee-seon, Y. S. Lee, and K. Y. Ho, "Identification and quantification of anthocyanin pigments in colored rice," *Nutrition Research and Practice*, vol. 2, no. March, pp. 46-49, 2008.
[3] Perdana, Q. Putri, Harwindawati, and Dian, "Isolation of Silicate Compound from Rice Husks," Institut Teknologi Sepuluh November, 2009.
[4] A. Maksum, "Efektifitas Ethanol Ekstrak Sekam Padi Beras Hitam Pada Penghambatan Korosi Logam Mild Steel Dalam Media 1M HCl," in *Proceeding SNP2M*, 2010.
[5] A. Rahman and B. Hartono, "PENYARINGAN AIR TANAH DENGAN ZEOLIT ALAMI UNTUK MENURUNKAN KADAR BESI DAN MANGAN," *Makara Kesehatan*, vol. 8, no. 1, pp. 1-6, 2004.
[6] L. Sun and K. Gong, "Silicon-Based Materials from Rice Husks and Their Applications," *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 40, no. 25, pp. 5861-5877, 2001.
[7] R. Bakker and E. Keijsers, "Alternative Concepts and Technologies for Beneficial Utilisation of Rice Straw," *Seminar*, 2009.
[8] Wiwik, "Penggunaan Sekam Padi sebagai Penyerap Logam Berat Kadmium dan Timbal." 1995.
[9] J. C. Igwe and A. A.A., "A bioseparation process for removing heavy metals from waste water using biosorbents," *African Journal of Biotechnology*, vol. 5, no. June, pp. 1167-1179, 2006.
[10] E. E. Akporhonor and P. A. Egwaikhide, "Removal of selected metal ions from aqueous solution by adsorption onto chemically modified maize cobs," *Scientific Research and Essay*, vol. 2, no. April, pp. 132-134, 2007.
[11] O. O. Kehinde, T. A. Oluwatoyin, and O. O. Aderonke, "Comparative analysis of the efficiencies of two low cost adsorbents in the removal of Cr (VI) and Ni (II) from aqueous solution," *Science And Technology*, vol. 3, no. November, pp. 360-369, 2009.
[12] H. Z. Mousavi, A. Hosseynifar, V. Jahed, and S. A. M. Dehghani, "REMOVAL OF LEAD FROM AQUEOUS SOLUTION USING WASTE TIRE RUBBER ASH AS," *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, vol. 27, no. 1, pp. 79 - 87, 2010.
[13] S. Tangjuank, N. Insuk, V. Udeye, and J. Tontrakoon, "Chromium (III) sorption from aqueous solutions using activated carbon prepared from cashew nut shells," *International Journal*, vol. 4, no. 8, pp. 412-417, 2009.
[14] E. O. Aluyor, I. O. Oboh, and K. O. Obahiagbon, "Equilibrium sorption isotherm for lead (Pb) ions on hydrogen peroxide modified rice hulls," *International Journal of Physical Sciences*, vol. 4, no. 80, pp. 423-427, 2009.

Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Sifat Mekanik Material AISI 4140 untuk Komponen *Breaker Tip*

Reza Yadi Hidayat dan Husaini Ardi
Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Negeri Bandung Jl.Kanayakan no 21 Bandung 40135
reza@polman-bandung.ac.id, ryadihidayat@gmail.com

Abstrak

Breaker tip merupakan komponen yang dipergunakan pada proses penghancuran batuan di industri semen. Komponen tersebut memerlukan ketangguhan (*toughness*) dan ketahanan gesek (*wear resistance*) yang baik. Komponen yang dipergunakan sekarang merupakan komponen yang masih diimpor dari luar Indonesia dan sebagian kecil sudah dibuat di lokal.

Produk lokal mempunyai ketahanan geseknya rendah, juga sering patah pada leher *breaker tip.* Ketika *breaker tip* patah, operator perawatan mesin menghadapi kesulitan pada proses penggantiannya, sehingga muncul kriteria atau tuntutan dari pengguna bahwa walaupun harga kekerasannya tidak optimal, asal komponen tidak patah atau pecah. Berdasarkan kriteria ini, dilakukan pengkajian penggunaan proses coran material AISI 4140 yang termasuk dalam kelompok *medium carbon steel* yang mempunyai sifat-sifat mekanik yang dapat dipergunakan untuk komponen *breaker tip*.

Penelitian ini mencari dan mengkaji korelasi harga-harga optimum dari sifat mekanik coran bahan AISI 4140 seperti kekerasan material, harga impak, harga tegangan tarik maksimum serta harga kualitatif sifat abrasi material dengan melakukan variasi perlakuan panas *tempering* mulai dari 205, 380, 425 dan 540 ^{o}C. Dari penelitian tersebut muncul korelasi harga optimum dari sifat mekanik bahan AISI 4140 untuk komponen *breaker tip*, pada temperatur *tempering* 425 ^{o}C.

Kata kunci : *breaker tip*, patah, sulit, penggantian.

Abstract

Breaker tip is a component used in the process of crushing minerals in the cement industry. This component should has good toughness and wear resistance. Most of breaker tip is still to be imported, only few of them are made by local industries.

The local products still have to deal with problems of low wear resistance and fracture at the neck of breaker tip. The Fracture causes subsequently difficulties for the maintenance technician during its replacement. This furthermore led the users to compromise the criteria, in which the hardness value could be lower, as long as no fracture occurred.

Based on these criteria, the research made use of the casting material AISI 4140 that is classified as medium carbon steel and considerably can be used for components of breaker tip. This study found out the optimum mechanical properties of cast AISI 4140 and analyzed the correlation of hardness, impact value and maximum tensile strength as well as qualitative wear properties. This has been undertaken by setting the temperature of tempering ranging from 205, 380, 425 and 540 ^{o}C. The study determined the optimum combination of mechanical properties for AISI 4140 material used for breaker tip components by the tempering temperature of 425 ^{o}C.

Keywords : breaker tip, fracture, difficult, replacement.

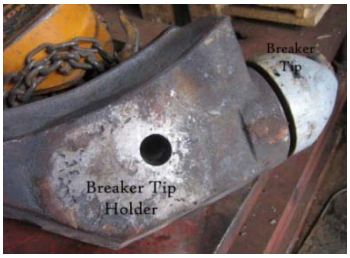
I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Breaker tip merupakan komponen yang dipergunakan dalam proses penambangan batuan silka dan kalsium untuk bahan baku proses pembuatan semen. Komponen ini sebagian besar masih didatangkan dari luar Indonesia (import).



Gambar 1.1. *Breaker tip* terpasang pada mesin
(Tambang silika PT.Semen Padang,2006)



Gambar 1.2. *Breaker tip* terpasang pada *holder*
(Tambang silika PT.Semen Padang,2006)

Beberapa industri pengecoran komponen lokal sudah ada yang mencoba membuat komponen tersebut. Kendala yang muncul adalah masih terjadinya kegagalan pada produk lokal berupa terjadinya pecah pada komponen tersebut. Tuntutan utama terhadap produk komponen *breaker tip* produk lokal sekarang ini adalah tidak mudah pecah. Sedangkan untuk ketahanan ausnya pada permukaan *breaker tip head* dilakukan pelapisan logam dengan pengelasan permukaan.

II. METODE PENELITIAN

Komposisi material berdasarkan standar AISI 4140 (ASM book vol 1) yang diramu pada proses peleburan bahan di bengkel pengecoran Polman Negeri Bandung. Cetakan mempergunakan bahan pasir metoda cetak basah (Nassgussverfahren). Proses peleburan dilakukan pada tanur induksi kapasitas 300 kg/jam dengan frekuensi medium. Pengendalian kualitas cairan (komposisi) dilakukan dengan menggunakan OES. Sebelum proses penuangan,cairan yang sudah dikeluarkan dari tanur dan berada dalam ladle dilakukan pemeriksaan temperatur cairan logam.

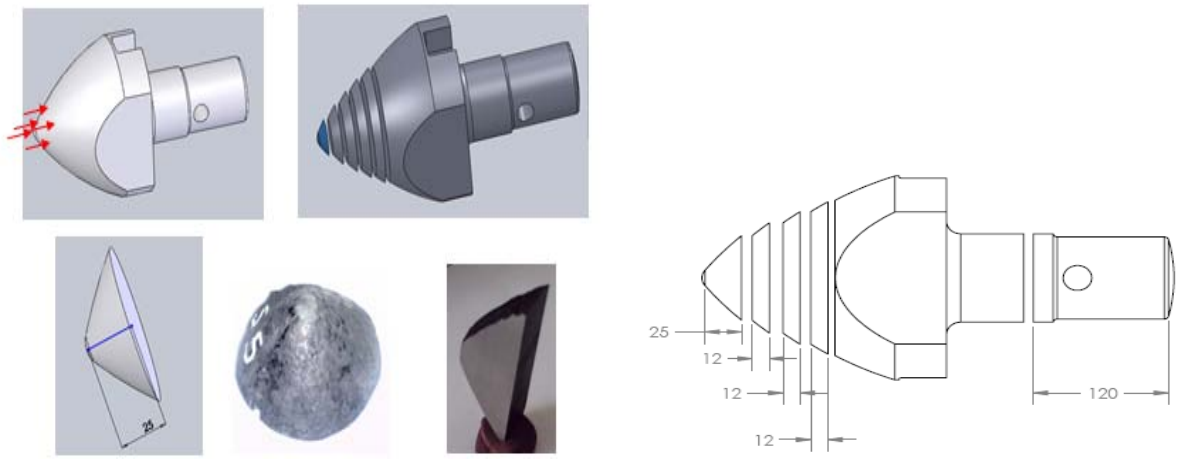


(a) (b) (c) (d)

Gambar 2.1. Cetakan pasir (a), Pola *breaker tip* (b), Proses peleburan (c), Produk *breaker tip* (d)

Pengujian struktur mikro dan harga kekerasan dilakukan pada produk/sampel *as cast*. Perlakuan panas yang dilakukan meliputi *normilzing*, *hardening* dan *tempering*. Pada proses *normalizing* semua sampel produk mengalami pemanasan pada temperatur 840^{o}C selama 4 jam. Proses *hardening* dilakukan pada temperatur 850^{o}C, ditahan selama kurang lebih 3.5 jam dan *quench* dalam oli.

Pengujian dilakukan pada 4 sampel. Setiap kepala sampel dipotong menjadi 3 (tiga) layer untuk dilakukan pengujian kekerasan permukaan, struktur mikro, harga kualitatif abrasi dan harga impak. Sampel uji tarik diambil dari bagian silinder sampel produk. Pengujian tersebut dilakukan pada sampel yang telah mengalami proses hardening dan tempering. Proses tempering dilakukan pada temperatur 205^{o}C, 380^{o}C, 425^{o}C dan 540^{o}C.



Gambar 2.2 Profil pengambilan sampel layer kepala breaker tip

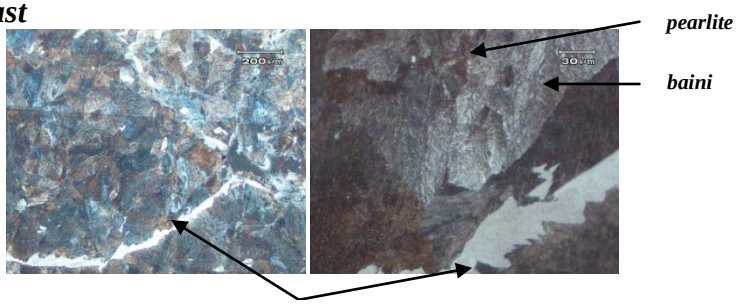
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Komposisi

Tabel 3.1Komparasi komposisi cairan peleberan breaker tip pada tahap pengujian awal dan hasil koreksinya.

Target		Hasil Uji		Hasil Koreksi	
Elemen	**(%)**	**Elemen**	**(%)**	**Elemen**	**(%)**
Cu	0.38-0.45	**C**	0,38524	**C**	0,41780
Si	max.0.4	**Si**	0,02876	**Si**	0,22135
Mn	0.6-0.9	**Mn**	0,57242	**Mn**	0,78854
P	-	**P**	0,01593	**P**	0,01715
S	-	**S**	0,00942	**S**	0,00893
Cr	0.6-1.0	**Cr**	0,56740	**Cr**	0,72792
Ni	-	**Ni**	0,04798	**Ni**	0,05006
Mo	0.15-0.30	**Mo**	0,12512	**Mo**	0,24030
Al	-	**Al**	0,01140	**Al**	0,03103
Cu	-	**Cu**	0,01918	**Cu**	0,02076

2. Struktur Mikro *as cast*



Gambar 3.1 Struktur mikro produk pada kondisi *as cast*

3. Struktur Mikro Setelah Perlakuan Panas *hardening*



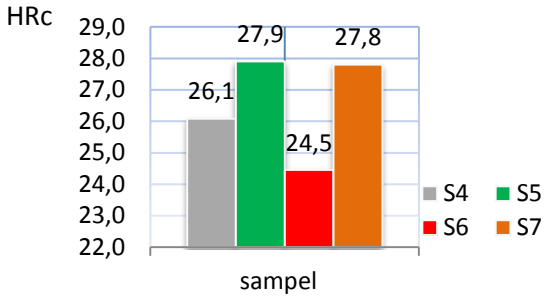
Gambar 3.2 Struktur mikro produk pada kondisi *as cast*

4. Harga Kekerasan (*as cast*)

Tabel 3.2 Nilai uji keras *as cast* pada profil kepala *breaker tip* dalam skala *HRc*

luar	tengah	dalam
26,10	23,10	20,30
29,30	27,00	24,30
26,30	25,00	25,40
rata-rata		
27,23	25,03	23,33

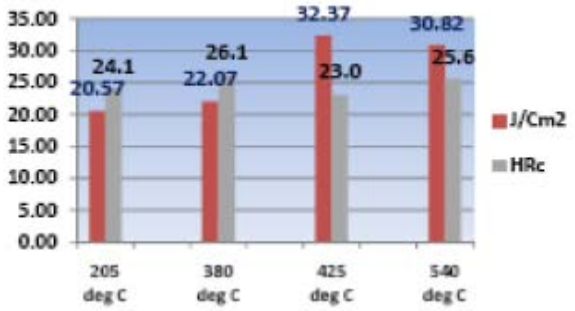
5. Harga Kekerasan (*hardened*)



Gambar 3.3 Grafik yang menunjukkan rerata dari 3 *layer* harga keras 4 sampel sampel *breaker tip* setelah *hardening*

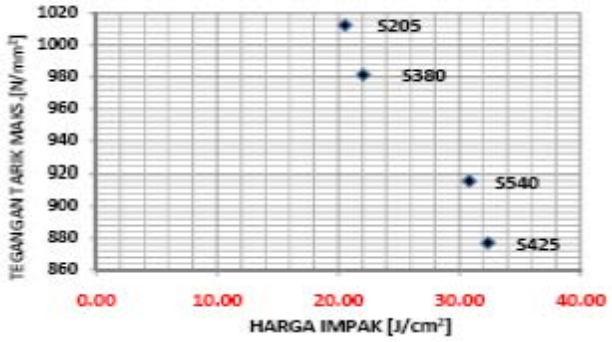
IV. ANALISA

Resume harga impak dan harga kekerasan pada setiap *layer*,sampel terhadap pengaruh temperatur *tempering*

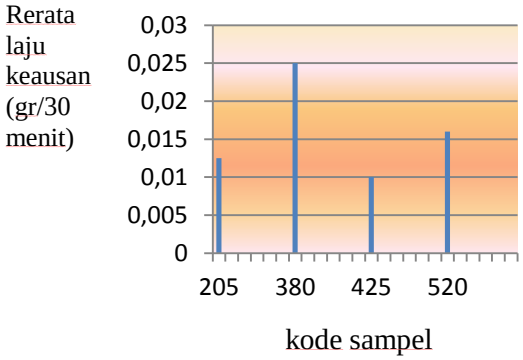


Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian harga impak dan harga kekerasan setiap *layer* kepala *breaker tip* dari 4 sampel yang diuji. setelah dilakukan *tempering* pada temperatur 205 ^{o}C, 380 ^{o}C, 425 ^{o}C dan 540 ^{o}C

Resume harga impak dan tegangan tarik pada setiap *layer*,sampel terhadap pengaruh temperatur *tempering*



Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian harga impak dan tegangan tarik setiap *layer* kepala *breaker tip* dari 4 sampel yang diuji. setelah dilakukan *tempering* pada temperatur 205 ^{o}C (S205), 380 ^{o}C (S380), 425 ^{o}C (S425) dan 540 ^{o}C (S540)

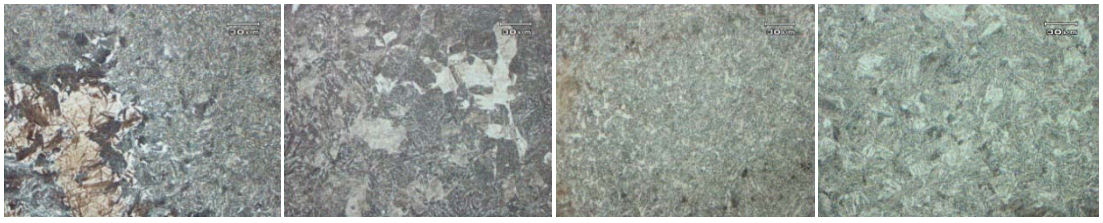


Tabel IV.21

sampel	HI	UTS	HRc	Q-abr
S205	Δ	ΔΔ	Δ	Δ
S380	Δ	Δ	Δ	Δ
S425	ΔΔ	Δ	Δ	ΔΔ
S540	ΔΔ	Δ	ΔΔ	Δ

Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian kualitatif laju keausan kepala *breaker tip*

Harga impak tertinggi didapatkan pada sampel yang mengalami proses *tempering* pada temperatur 425 ^{o}C, tetapi didapatkan harga kekerasan yang rendah dibandingkan dengan 3 sampel lainnya. Struktur mikro yang terbentuk pada sampel S425 mempunyai struktur mikro *bainite*, *ferrite* dan *pearlite* yang relatif merata.



(a) (b) (c) (d)

Gambar 4.4 Sampel S205 (a), sampel S380 (b), Sampel 425 (c) dan sampel 540 (d). Perbesaran 500 x, dietsa Nital

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pada pertimbangan batasan pemilihan perlakuan panas *tempering* terhadap bahan AISI 4140 untuk produk *breaker tip*, proses perlakuan panas *tempering* dengan temperatur 425 ^{o}C dan ditahan selama 1 jam dengan pendinginan dalam air, memberikan harga yang optimal bila dibandingkan dengan pemilihan temperatur *tempering* pada 205 ^{o}C, 380 ^{o}C dan 540 ^{o}C.

Harga kekerasan kepala profil *breaker tip* mengalami gradasi penurunan dari bagian luar ke bagian inti rata-rata sebesar 1.3 %. Hal ini tidak terlalu signifikan. Dengan kata lain profil kepala *breaker tip* mempunyai harga kekerasan yang relatif seimbang dari bagian luar ke bagian dalam, sehingga untuk pengujian-pengujian selanjutnya tidak diperlukan pemotongan *layer*.

Metoda pengecoran merupakan salahsatu metoda pembentukan yang dapat diandalkan untuk membuat *breaker tip* secara massal. Pembuatan komponen tersebut secara teknologi proses mempunyai tingkat kesulitan yang tidak begitu tinggi sehingga sangat memungkinkan sekali industri pengecoran logam di Indonesia dapat bersaing dengan dengan produk impor.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] William D Callister, Jr; " **Materials Science and Engineering an Introduction**" ; 7th edition; John Willey and Sons, inc.; 2007.
[2] Bandanajaya,Beny**;," Pengembangan Bainitic As-Cast Ductile Iron Dengan Pengendalian Laju Pendinginan Dan Komposisi Nikel Molibden**",tesis,2004
[3] Porter, D A and Easterling, K E; " **Phase Transformations in Metals and Alloys** " ; 2nd edition; Chapman & Hall ; 1992.
[4] ASM Handbook Vol. 15 – "**Casting**" ; 9th edition ; 1998
[5] J.R Davis; " **Alloying,Understanding The Basic**"; ASM International ; 1 st edition ; 2001
[6] Eschert,Klaus-Peter ; " **Material Data Sheet**" ; Dr Sommer Werkstoff Gmbh ; 2010
[7] _____ ; " **ITT Diagram** " Unites State Steel ; 2 nd edition ; 1961
[8] ASM Handbook Vol. 9 – "**Metallography and Microstructure**" ; 9th edition. ; 1998.
[9] H.K.D.H.Bhadeshia ; " **Bainite in Steel** " ; 2 nd edition ; IOM Communication,Ltd ; 2001
[10] H.K.D.H.Bhadeshia ; " **Case Study ; Design of Bainite Steel** " ; Part II course C9 ; dw 2012
[11] William F.Smith; " **Foundation of Material Science and Engineering** " ; Mc Graw Hill ; 3 rd edition ; 2004
[12] M.A.Sukolov,, J.D.Landes,G.E.Lucas ASTM STP 1418 ; " **Small Specimen Test Techniques** " ; 4 th edition, ASTM International , 2002
[13] ASTM Handbook Vol. 3 – " **Metal-Mechanical Testing** " ; 9 th edition ; 1998
[14] ASTM A 370 – 10 ; " **Standard Test Methodes and Definition for Mechanical Testing of Steel Products** ", ASTM International , 2010
[15] Richard W.Hertzberg ; "**Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Material** " ; 3 rd edition ; John Willey and Sons, inc.; 1989
[16] _____; " **High Tensile Alloy 4140** " ; Global Metal ; www.globalmetal.com.au ; 2012
[17] C.Garcia-Mateo,F.G Caballero,H.K.D.H. Bhadashia ; " **Low Temeprature Bainite** " ; Journal de Physique IV vol 112 ; 2003
[18] Geroge Deep ; " **The Annelaing and Concurrent Torsion of Bainite Steel** " ; Thesis ; 1974
[19] J.Pacina,P.Bala,S.Dobosz,A.Kokosza,S.Kac ; "**The Microstructure and Properties of The Bainitic Cast Steel for Scissors Crossovers** " ; Journal; Journal of Achievments in Materials and Manufacturing engineering Vol 39 issue 1 ; March 2003
[20] Daniel H.Herring; " The **Embrittelment Phenomena in Hardened and Tempered Steel** " ; info forum ; VAC Aero Intl,inc ; dw 23 April 2012

Uji Kualitas Fisik dan Uji Kinetika Reaksi Briket Sampah dengan Penambahan Minyak Jelantah

Tatun Hayatun Nufus[1], Estuti Budimulyani[1], Indriyani Rebet[1], Dadang Mh Bhakti[1]
[1]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jln prof GA Siwabessy, Kampus UI, Depok.
thnufus@gmail.com

Abstrak

Penelitian dan pengembangan briket arang sampah merupakan salah satu cara untuk mengantisipasi keterbatasan sumber energi dan masalah lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak jelantah pada sifat fisik briket sampah yang berbahan baku batok kelapa, daun kering , ranting pohon. Briket dibuat dengan 4 variasi komposisi prosen berat (50% batok kelapa+50%daun, 50% batok kelapa+50% ranting, 50% ranting+50% daun dan 33% batok kelapa+33% daun+ 33% ranting) (prosentase berat), proses pembriketan dilakukan dengan 4 variasi tekanan yaitu 300 kg/cm^2, 500 kg/cm^2, 700 kg/cm^2, 900 kg/cm^2. Variabel terkendali adalah komposisi perekat tepung kanji 4% dan waktu pencelupan dalam minyak jelantah 5 menit. Sifat fisik yang diuji dari masing-masing briket adalah densitas awal, densitas relaksasi, kuat tekan aksial, ketahanan terhadap air dan uji kinetika reaksi. Pengurangan densitas briket sampah ketika dikeringkan rata-rata sebesar 30% dari keluarnya proses pencetakan briket sedang pengurangan densitas setelah satu minggu kisarannya sekitar 5-10%. Tekanan pembriketan tidak mempengaruhi densitas relakssasi. Kuat tekan aksial tertinggi diperoleh pada briket sampah 50% batok kelapa+50% ranting yaitu berkisar antara 10-17 kg/cm^2. Pencelupan briket dalam minyak jelantah dapat membantu meningkatkan nilai indeks ketahanan air (water resistance index) briket hingga 90%. *Peak temperature* pada uji pembakaran briket 50% batok kelapa+ 50% ranting kecil dibanding yang lainnya. Reaksi pembakaran dengan energi aktivasi minimum dicapai oleh briket campuran 50% batok kelapa+50% ranting. Jadi briket dengan komposisi 50% batok kelapa+ 50% ranting merupakan bahan bakar yang mudah terbakar dan energi yang diperlukan untuk proses pembakaran minimum.

Kata kunci : briket arang sampah, minyak jelantah, sifat fisik, kuat tekan aksial, kinetika reaksi

Abstract

Research and development of charcoal briquettes waste is one way to anticipate limited energy resources and environmental problems. The study was conducted to determine effect adding cooking oil on physical properties briquettes made from waste coconut shells, dried leaves, branches of trees. Briquettes are made with 4 variations composition weight percent (50% coconut shells+50% dried leaves, 50% branches +50% coconut shells, 50 leaves +50% branches and 33% dried leaves +33% coconut shell + 33% branches), briquettes process carried out with 4 variations in pressure of 300 kg/cm^2, 500 kg/cm^2, 700 kg/cm^2, 900 kg/cm^2. Controlled variable is the composition of 4% starch adhesives and immersion time in cooking oil 5 minutes. The physical properties were tested from each briquette is initial density, density relaxation, axial compressive strength, water resistance and the reaction kinetics. Reducing waste briquettes density as drained an average of 30%, density briquettes printing after one week range is about 5-10%. Highest axial compressive strength briquettes obtained in leaf litter ranged between 15-20 kg/cm^2. Immersion briquettes in cooking oil can help increase water resistance index briquettes up to 90%. Peak temperatures in the combustion test briquettes 50% + 50% coconut leaves are smaller than others. Combustion reaction with minimum briquettes achieved by mixture of 50% +50% coconut leaves.

Keyword: charcoal briquettes waste, used cooking oil, physical properties, axial compressive strength, reaction kinetics

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Naiknya harga bahan bakar minyak dan gas memberi dampak yang sangat mengkhawatirkan bagi masyarakat ekonomi lemah, masyarakat pedesaan akan kembali pada pemanfaatan kayu sebagai sumber bahan bakar, jika hal ini berlangsung lama akan menimbulkan masalah baru yaitu pembabatan hutan sehingga dikhawatirkan dapat merusak lingkungan. Saat ini masyarakat dituntut untuk lebih effisien dalam penggunaan energi dan bila perlu mencari sumber atau bahan bakar baru yang dapat digunakan sebagai energi. Sumber energi alternatif dituntut ramah lingkungan serta dapat diperbarui. Briket arang sampah merupakan salah satu jenis bahan bakar yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui, dibuat dari aneka jenis sampah seperti ranting, daun-daunan, rumput, jerami, sampah pasar, sampah pertanian dan sampah industri yang diolah melalui proses karbonisasi.

Berdasarkan hasil penelitian Nufus [1] briket sampah dengan bahan baku (batok kelapa, daun kering, ranting pohon) yang dicelup dalam minyak jelantah nilai kalornya naik 40%-80% dan titik nyala awal briket lebih cepat 8 menit dari sebelum di celup dalam minyak jelantah, disisi lain batok kelapa memiliki nilai kalor yang tinggi dibanding daun kering dan ranting pohon namun ketersediaan batok kelapa terbatas.

Penelitian ini, akan menguji kualitas fisik briket sampah dan kinetika reaksi. Material biomassa yang dipilih sebagai objek penelitian ini adalah kombinasi dari tiga bahan (batok kelapa, daun kering, ranting pohon), sifat-sifat fisik yang diuji antara lain densitas awal, densitas relaksasi, relaksasi, kuat tekan aksial, ketahanan terhadap air dan kinetika reaksi untuk memperoleh briket arang sampah dengan sifat fisik optimum dan laju pembakarannya optimum, sehingga dapat digunakan untuk memasak di rumah tangga maupun industri rumah tangga (pembuatan tahu, tempe) sebagai bahan bakar.

II. EKSPERIMEN

Metoda penelitian yang digunakan adalah metoda eksperimen, lokasi penelitian di lakukan di Politeknik Negeri Jakarta (laboratorium Teknik Konversi Energi, Laboratorium Teknik Mesin) dan TekMIRA Bandung.

1. Tahap Pemberiketan

Pembriketan dilakukan dengan cara memasukkan campuran serbuk arang sampah dengan prosentase komposisi divariasi (50% batok kelapa+50% daun, 50% batok kelapa+50% ranting, 50% ranting+50% daun dan 33% batok kelapa+33% daun+ 33% ranting) yang telah diberi pengikat larutan kanji 4% kedalam cetakan berukuran diameter 30 mm dan tinggi 20 mm kemudian ditekan dengan menggunakan alat pemberiketan dengan variasi tekanan 300, 500, 700 dan 900 kg/cm^2, Pembriketan setiap variasi prosentase komposisi bahan bakar dan tekanan pembriketan dilakukan dengan waktu penahanan yang sama yaitu 10 detik.

Tahap Uji Sifat Fisik

Uji sifat fisik yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

1. *Initial* dan *relaxed density*
   Pengujian densitas spesimen yaitu; densitas awal setelah keluar dari cetakan (*initial density*), densitas briket setelah mengalami pengeringan dan densitas setelah mengalami relaksasi selama satu minggu (*relaxed density*). Pengujian dilakukan menurut standar *ASAE S269.2 DEC 96* menggunakan metode pengukuran langsung dengan alat jangka sorong digital (*calliper digital*) [2].
2. Uji Ketahanan Air (*Water resistance test*)
   Pengujian ketahanan air (*water resistant*) dilakukan dengan mengadopsi prosedur penelitian yang telah dilakukan oleh Ricards [3].
   Perhitungan index ketahanan air *(water resistant indeks*) briket dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:
   $WRI = 100\% - \%\ penyerapan\ air$
   $\%\ penyerapan\ air = (mb-ma)/ma \times 100\%$
   dengan
   m_b = massa akhir briket setelah diredam selama 30 menit (kg)
   m_a = massa awal briket sebelum direndam (kg)
3. Uji Kuat Tekan Aksial (*Axial Compressive Strength Test*)
   Pengujian sifat mekanik kuat tekan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Alat uji tekan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe *Universal Testing Machine* (UTM). Kuat tekan yang diuji adalah kuat tekan arah aksial (*Axial Compressive Strength*). [4]
   P = F/A

Dengan:
P = kuat tekan aksial briket (kg/cm²)
F = gaya tekan aksial (kg)
A = luas penampang briket (cm²)

4. Tahap Uji Kinetika Reaksi
Uji kinetika reaksi pembakaran menggunakan alat TGA dilakukan di Laboratorium TekMira Bandung. Untuk menganalisis kinetik pembakaran, model mengasumsikan bahwa laju pengurangan massa dari sampel total adalah hanya bergantung pada laju konstan dari massa sampel sisa dan temperatur dengan orde reaksi satu. Penggunaan metode ini adalah mudah dan cepat. Sehingga persamaan Arrhenius dapat dinyatakan dengan bentuk sebagai berikut: [5]

$$\frac{dY}{dt} = Ae^{-E/RT} \qquad \textbf{(1)}$$

dimana: *dY* = penurunan fraksi massa
dt = perubahan waktu
A = faktor pre-eksponensial *RTEAedtdY*−−=15
e = bilangan natural (2,71828)
E = energi aktivasi bahan (J/mol)
R = konstanta gas (8,31 J/mol K)
T_{solid} = temperatur pada briket (K)
Persamaan (1) kemudian diubah menjadi:

$$\ln\frac{dY}{dt} = \ln A - \frac{E}{RT_{solid}} \qquad y = ax + c \longrightarrow \ln\frac{dY}{dt} = -\frac{E}{RT_{solid}} + \ln A \qquad \textbf{(2)}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dianalisis mengenai pengaruh variasi tekanan pembriketan terhadap sifat fisik briket biomasa dan kinetika reaksinya.

1. A. Sifat Initial *Density* dan *Relaxed Density*

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi massa jenis biomasa hasil pemadatan, yaitu: tekanan pembriketan, waktu penahanan, temperatur pembriketan, dan kelembaban tempat penyimpanan briket tersebut [6].

Tabel 1. Densitas (massa jenis) briket sampah ranting + batok kelapa

Tekanan (kg/cm^2)	Initial Densitas (kg/m^3)	Densitas pengeringan (kg/m^3)	Prosentase (%)	Relaxed Densitas (kg/m^3)	Prosentase (%)
300	1046.76	721.76	22.90	649.53	10.00
500	1051.07	807.09	21.15	729.84	9.57
700	1068.15	810.79	24.09	749.19	7.59
900	1047.05	828.73	31.07	756.98	8.65

Tabel 2. Densitas (massa jenis) briket sampah ranting + daun

Tekanan (kg/cm^2)	Initial Densitas (kg/m^3)	Densitas pengeringan (kg/m^3)	Prosentase (%)	Relaxed Densitas (kg/m^3)	Prosentase (%)
300	1036.28	586.79	43.38	557.76	4.95
500	999.65	628.42	37.14	573.71	8.71

700	1007.45	652.99	34.39	648.00	1.96
900	970.32	660.86	32.72	650.96	1.49

Tabel 3 Densitas (massa jenis) briket sampah daun + batok kelapa

Tekanan (kg/cm^2)	Initial Densitas (kg/m^3)	Densitas pengeringan (kg/m^3)	Prosentase (%)	Relaxed Densitas (kg/m^3)	Prosentase (%)
300	1105.66	779.07	29.54	711.48	8.68
500	1112.33	795.99	28.44	745.27	6.47
700	1112.21	820.75	26.21	743.66	9.14
900	1105.64	813.14	24.65	762.83	8.44

Tabel 4. Densitas (massa jenis) briket sampah ranting+ daun+batok kelapa

Tekanan (kg/cm^2)	Initial Densitas (kg/m^3)	Densitas pengeringan (kg/m^3)	Prosentase (%)	Relaxed Densitas (kg/m^3)	Prosentase (%)
300	1088.71	715.58	34.27	658.82	7.93
500	1080.47	728.78	32.55	691.71	5.09
700	993.80	781.32	21.38	706.33	9.59
900	1087.83	791.79	29.05	717.17	9.42

Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran *initial densitas*, *densitas pengeringan* dan *relaxed density* (batok kelapa+daun, batok kelapa+ranting, ranting+daun dan batok kelapa+daun+ ranting). Initial densitas atau densitas ketika keluar dari cetakan untuk keempat jenis briket hampir sama nilainya, keempat briket tersebut setelah diberi perlakuan pengeringan (densitas pengeringan) densitasnya berkurang yaitu sekitar 20-35%. Setelah satu minggu (relaxed densitas) keempat briket tersebut berkurang juga, namun tidak sebesar yang awal yaitu berkisar 0-10%.

2. Sifat Kuat Tekan Aksial Briket Biomasa (*Axial Compressive Strength*)

Kuat tekan aksial merupakan salah satu sifat yang perlu diperhatikan pada briket biomasa karena briket seringkali ditumpuk saat disimpan maupun di dalam ruang pembakaran. Oleh karena itu diperlukan adanya briket yang tidak mudah hancur ketika tertindih. Menurut standar nasional Indonesia, kuat tekan briket batubara minimal sebesar 60 kgf/cm^2 (SNI, 1998a) dan kuat tekan briket serbuk sabut kelapa minimal sebesar 3 kgf/cm^2 (SNI, 1998b) [7].
Data-data hasil pengujian kuat tekan aksial briket biomasa ditampilkan dalam tabel 5

Tabel 5. Data sifat kuat tekan aksial briket biomasa

Tekanan (kg/cm^2)	Kuat Tekan Aksial (kg/cm^2)			
	ranting+ daun	ranting+ batok	batok+ daun	ranting+batok+ daun
300	6.37	17.7	10.06	14.16
500	5.66	10.26	13.45	11.33
700	6.02	16.29	18.41	13.1
900	5.66	12.38	9.56	14.16

Dari data hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 5 bahwa kuat tekan briket campuran ranting+batok kelapa ternyata paling rendah dibanding dengan briket campuran lainnya. Nilai ini

lebih besar dari kuat tekan briket sabut kelapa sebesar 3 kg/cm^2 (SNI, 1998b) namun lebih kecil batubara minimal sebesar 60 kg/cm^2 (SNI, 1998a)

3. Sifat ketahanan briket biomassa terhadap air (*water resistance*).

Pengujian ketahanan air (*water resistance*) dilakukan dengan mengadopsi prosedur penelitian yang telah dilakukan oleh Ricards [3]. rosedur pengujiannya yaitu: menimbang massa awal briket, merendam briket di dalam air selama 30 menit, menimbang massa akhir briket setelah 30 menit, mencatat perubahan massa briket.

Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian ketahanan air (WRI) ditampilkan dalam table 6, tampak terlihat briket sampah tersebut bila dicelup langsung dalam air selama 30 menit maka briket hancur, yang paling cepat hancur adalah briket sampah daun+ranting.

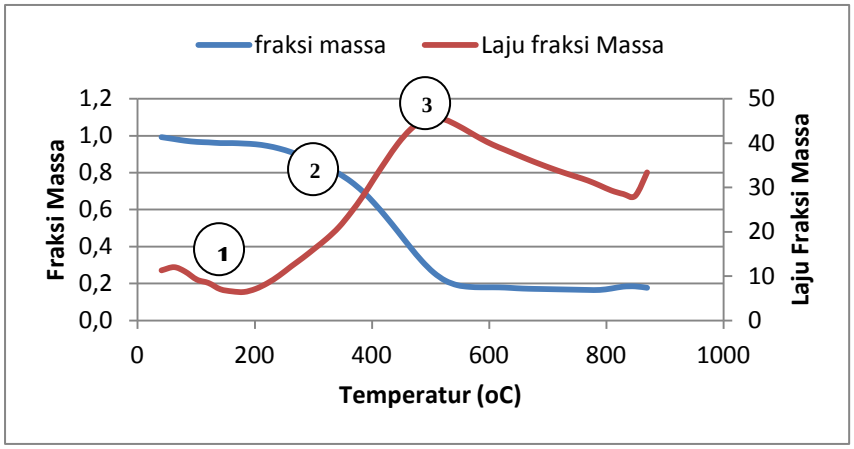
Tabel 6. Indeks ketahanan air (*water resistance*) briket biomassa

Tekanan (kg/cm^2)	WRI (%) Briket tidak dicelup dalam minyak jelantah				WRI (%) Briket dicelup dalam minyak jelantah			
	R+B	R+D	D+B	R+D+B	R+B	R+D	D+B	R+D+B
300	0	0	0	0	98.37	85.44	98.13	86.87
500	0	0	0	0	97.40	76.04	99.30	84.12
700	0	0	0	0	96.88	81.74	99.36	87.07
900	0	0	0	0	97.36	87.44	92.67	85.35

Hal ini disebabkan briket tersebut sangat mudah menyerap air artinya ketika briket biomasa ini direndam dalam air, air memasuki celah-celah antar partikel dan mengakibatkan jarak antar partikel melebar dan briket menjadi hancur. Selanjutnya jika briket tersebut dicelup dahulu dalam minyak jelantah lalu dilanjutkan dicelup dalam air ternyata briket tidak hancur, hal ini disebabkan karena molekul-molekul air yang mengisi ruang pada briket tersebut tidak banyak karena sebagian besar ruang dalam briket sudah terisi oleh molekul minyak jelantah. Jadi jelas bahwa yang paling tahan terhadap air adalah briket sampah ranting+batok, briket ini mampu menahan serangan air dalam kisaran ditas 96% sedang yang kurang tahan terhadap air adalah ranting+daun, walaupun demikian briket ranting+daun masih mampu menahan serangan air pada kisaran diatas 75%, disisi lain untuk meningkatkan daya tahan air pada briket sampah ranting adalah mencampurkannya briket tersebut dengan sampah batok kelapa atau daun.

4. Sifat Kinetika Pembakaran

Pengujian sifat kinetika reaksi pembakaran briket biomasa dilakukan terhadap briket batok kelapa+daun, batok kelapa+ranting, ranting+daun dan batok kelapa+daun+ranting). Pengujian sifat kinetika pembakaran akan memberikan gambaran mengenai laju pembakaran dari briket tersebut dan nilai energi aktivas (E). [9]



Gambar 1. Hubungan antara fraksi massa dan laju perubahan fraksi massa terhadap temperatur pada pembakaran briket batok kelapa + ranting.

Berdasarkan grafik pada Gambar 1, diperoleh 1. nilai temperatur awal pertama dimana massa mulai turun, 2. temperature awal kedua dimana laju penurunan massa dipercepat, 3.*peak temperature atau* temperatur puncak dimanan laju pengurangan massa maksimum. Temperatur puncak untuk masing-masing komposisi briket biomassa yang dibakar diperlihatkan pada tabel 6.

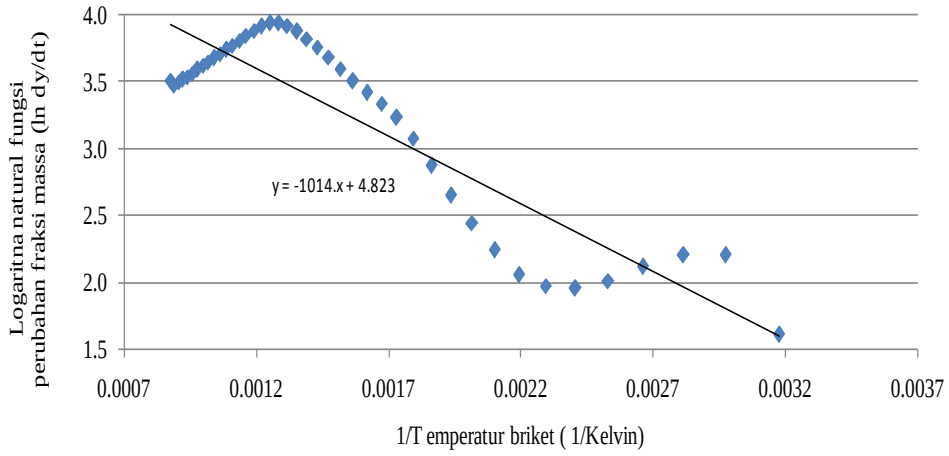
Tabel 6. Peak Temperatur untuk masing-masing spesimen briket biomassa

No	Jenis briket	Temperatur puncak (^{0}C)
1	Batok Kelapa+Daun	522.50
2	Batok Kelapa+Ranting	529.46
3	Ranting+Daun	798.87
4	Batok Kelapa+Daun+Ranting	797.96

Peak temperature terkecil pada tabel 6 dicapai pada komposisi briket 50% batok kelapa+50% daun, hal ini menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut memiliki reaktifitas yang tinggi atau briket tersebut lebih mudah terbakar dibanding yang lainnya.

5. Energi Aktivasi dan faktor eksponensial

Energi aktivasi adalah energi minimum yang diperlukan suatu bahan untuk terjadinya proses reaksi. Hal ini reaksi yang dimaksud adalah reaksi pembakaran. Nilai energi aktivasi dan nilai faktor pre-eksponensial dicari dengan melakukan regresi dari grafik ln(dY/dt) terhadap 1/T*solid*. Dari hasil regresi diperoleh persamaan linier. Persamaan linier tersebut menunjukkan nilai energi aktivasi (E) dan faktor pre-eksponensial (A).



Gambar 2. Hubungan antara logaritma natural fungsi perubahan fraksi massa terhadap (1/temperatur briket) pada pembakaran briket batok kelapa+ranting.

Tabel 7. Nilai energi aktivasi

No	Jenis briket	Energi Aktivasi (KJ/mol)
1	Batok Kelapa+Daun	7.383
2	Batok Kelapa+Ranting	5.923
3	Ranting+Daun	8.426
4	Batok Kelapa+Daun+Ranting	7.100

Gambar 2 memperlihatkan kurva persamaan 2 untuk briket batok kelapa+ranting yang berfungsi untuk menentukan energi aktivasi (E) pada kurva terlihat persamaan Y = -1014X+4.823 artinya besarnya E = 1014x 8.31 J/mol K = 8.426 KJ/mol. Energi aktivasi untuk briket yang lain diperoleh dengan cara yang sama dan hasilnya diperlihatkan pada table 7. Nilai terkecil energi aktivasi dicapai pada briket batok kelapa+ranting yaitu sebesar 5.923 KJ/mol. Nilai energi aktivasi yang diperoleh lebih kecil bila dibandingkan dengan nilai energi aktivasi batubara yang telah dilakukan oleh Altun [8] yaitu sebesar 39,71 KJ/mol dan nilai energi aktivasi sekam padi oleh Tresnadi [11] yaitu sebesar 19,44 KJ/mol. Artinya energi diperlukan oleh bahan bakar dengan komposisi 50% batok kelapa+50% ranting untuk proses pembakaran paling kecil.

IV. KESIMPULAN

Penelitian tentang uji kualitas sifat fisik dan kinetika reaksi briket sampah dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengurangan densitas briket sampah ketika dikeringkan rata-rata sebesar 30% sedang pengurangan densitas setelah satu minggu kisarannya sekitar 5-10%.
2. Kuat tekan aksial tertinggi diperoleh pada briket sampah batok+ranting yaitu berkisar antara 10-17 kg/cm^2.
3. Pencelupan briket dalam minyak jelantah dapat membantu meningkatkan nilai indeks ketahanan air (water resistance index) briket hingga 90%.
4. *Peak temperature* pada uji pembakaran briket 50% batok kelapa+ 50% ranting 529.46^{0}C
5. Reaksi pembakaran dengan energi aktivasi minimum dicapai oleh briket campuran 50% batok kelapa+50% ranting.
6. Briket briket 50% batok kelapa+ 50% ranting merupakan briket yang terbaik.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Nufus, T., Budimulyani,E., Rebet,I., pengaruh campuran minyak jelantah terhadap karakteristik briket arang sampah sebagai bahan bakar alternatif, Jakart. 2011.
[2] Zaki, Uji kualitas fisik dan uji kinetika reaksi briket jerami padi dengan penambahan kayu kalimatan merbau, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, 2010
[3] Richards, S.R., *Physical Testing of Fuel Briquettes*, Fuel Processing Technology, Vol. 25 pp. 89-100, 1989.
[4] Imam, F., Pengaruh Bahan Pengikat terhadap Karakteristik Pembakaran dan Sifat Mekanis Briket Campuran Green Coke-Breze Coke. Makalah Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2006.
[5] Istanto, T., Suyitno, dan E.J., Wibawa, Pengaruh Ukuran Partikel, Kadar Air, dan Temperatur Pembriketan Terhadap Sifat Fisik Biomasa, Jurnal Gema Teknik, Nomor 2 Tahun IX Juli 2006
[6] Ndiema, C.K.W,. Manga P.N., Ruttoh, *Influence of Die Pressure on Relaxation Characteristics of Briquetted Biomass*, Energy Conversion and Management , Vol. 43 pp 2157-2161, 2001.
[7] Othman, N.F., Shamsuddin, A.H., *Coal Combustion Studies Using Thermogravimetric Analysis*, Jurnal Mekanikal, Bil. 15,97-107, Juni 2003.
[8] Altun, N.E., 2003, *Influence of Coal Briquette Size on the Combustion Kinetics*, Mining Engineering Department of Middle East Technical University.
[9] Suyitno, Istanto, T., dan E.J., Wibawa, *Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Pembakaran Biomasa*, Jurnal Gema Teknik, Nomor 2 Tahun IX Juli 2006.
[10] Tamam, Tamami, T.C.S., Studi Eksperimental Karakteristik Kuat Tekan Dan Karakteristik Pembakaran Briket Daun Cengkeh dan Jerami Padi, Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas, 2005.
[11] Tresnadi, H., *Analisis Kualitas briket sampah*, Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia. Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumber Daya Alam, BPPT, Jakarta,1999.

Rancang Bangun Alat dan Eksperimen Proses Pembekuan Searah pada Paduan Al-(1-12)%Si

Muhamad[1]; Suyitno[2]

1. Mahasiswa Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
2. Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

e-mail: ptmebdg@gmail.com

Abstrak

Studi ini adalah pembentukan struktur mikro butiran *columnar* pada material paduan Al-Si dengan metode pembekuan searah secara vertikal telah dilakukan. Studi eksperimen dimulai dengan perancangan dan pembuatan tungku listrik untuk peleburan dan pembekuan searah *(unidirectional solidification)*. Sampel paduan Al-Si dengan konsentrasi 1.6, 2.8, 3.9, 5.6, 7.4 dan 10.8 wt%Si dilebur dalam tungku listrik kemudian dicetak dalam cetakan *stainless steel tube* tipis diameter dalam 11/16", diameter luar 3/8" dan panjang 80 mm. Selanjutnya sampel dibekukan dibawah kondisi *steady* dalam tungku listrik yang dilengkapi sistem pembekuan searah secara vertikal melalui *chiller* logam yang didinginkan dengan air dipasang pada bagian bawah cetakan, dengan laju pertumbuhan konstan (6.67 μm/detik) pada gradien suhu antara 1 – 1.86 K/mm. Termokopel tipe K dipasang pada jarak 10mm, 25mm dan 40mm dari permukaan antara cetakan dan *chiller* untuk mengukur perubahan temperatur selama proses pembekuan searah. Parameter struktur mikro (jarak intermetalik eutektik, jarak lengan dendrit primer, jarak lengan dendrit sekunder) telah diukur sebagai fungsi dari kandungan silikon. Hasil eksperimen mengungkapkan bahwa konsentrasi silikon mempengaruhi parameter struktur mikro pada pembekuan searah.

Kata Kunci : Pembekuan searah, Al-Si, mikrostruktur, *columnar*, dendrit.

Abstract

This study is the formation of columnar grain microstructure on material Al-Si alloy with vertical unidirectional solidification method has been performed. Experimental studies began with the design and manufacture of electric furnaces for melting and unidirectional solidification. Al-Si alloy samples with concentrations of 1.6, 2.8, 3.9, 5.6, 7.4 and 10.8 wt% Si are melted in an electric furnace and then inserted in the mold of a thin stainless steel tube (ID 11/16", OD 3/8" and length of 80 mm). Subsequently the samples solidified under the conditions of steady on electric furnace equipped with unidirectional solidification system vertically through the water-cooled metal chiller mounted on the bottom of the mold, with a constant growth rate (6.67 μm / sec) on the temperature gradient between 1 - 1.86 K/mm. Type K thermocouple mounted at a distance of 10mm, 25mm and 40mm from the surface of the mold and the chiller to measure the temperature changes during directional solidification process. Microstructural parameters (distance of intermetallic eutectic, primary dendrite arm spacing, secondary dendrite arm spacing) has been measured as a function of the silicon content. The experimental results revealed that the concentration of silicon affect microstructural parameters on the unidirectional solidification.

Keywords : Directional solidification, Al-Si, microstructure, columnar, dendrite.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Modifikasi struktur merupakan salah satu cara untuk meningkatkan sifat bahan menjadi lebih baik. Bahan dengan struktur mikro *columnar* mempunyai sifat tahan terhadap *creep* yang baik dan mempunyai *creep strain* lebih besar. Kelebihan sifat ini juga terdapat pada bahan dengan struktur mikro *single crystal* yang proses pembentukannya diawali dari bentuk struktur butir *columnar*, bahkan struktur *single crystal* mempunyai sifat tahan terhadap *creep* dan *thermal shock* yang terbaik [1]. Struktur mikro *columnar* dapat dibentuk dengan metode pembekuan searah (*unidirection solidification*), dimana dalam proses ini pertumbuhan butir diarahkan searah dengan laju aliran kalor [3, 5,6].

Pembentukan struktur *columnar* telah diteliti pada bahan paduan aluminium-silikon dengan metode pembekuan searah. Paduan aluminium-silikon termasuk logam ringan yang memiliki kekuatan yang baik, tahan terhadap karat, memiliki *ductility* yang bagus pada kondisi dingin dan daya tahan korosi yang tinggi serta merupakan konduktor listrik yang cukup baik [2]. Bahan ini dipakai secara luas dalam bidang transportasi, kimia, listrik, bangunan dan alat-alat penyimpanan. Proses pembentukan struktur mikro *columnar* menggunakan metode pembekuan searah pada bahan paduan aluminium-

silkon ini dapat diaplikasikan untuk meningkatkan sifat-sifat bahan menjadi lebih baik terutama untuk meningkatkan kemampuan terhadap *creep*.

2. Paduan Al-Si

Bahan aluminium banyak diproduksi dengan berbagai jenis paduan. Salah satu dari sekian banyak jenis paduan aluminium adalah paduan aluminium-silikon (Al-Si) yang merupakan paduan paling banyak dipakai dalam proses pembuatan produk-produk aluminium tuang. Silikon (Si) dalam material ini meningkatkan mampu cor (terutama fluiditas dan ketahanan terhadap *hot tear*), meningkatkan kekuatan dan kekerasan, serta menurunkan berat jenis material. Pada konsentrasi Si > 12%, akan terbentuk kristal Si primer yang keras. Hal ini menyebabkan ekspansi *thermal* menjadi rendah, *machinability* kurang baik, namun ketahanan aus meningkat. Pada paduan yang mengandung Si lebih dari 1.65% pada struktur mikronya terdapat primary dendrite (α) dan dikelilingi oleh campuran eutektik antara Al-Si. Penyebab munculnya campuran eutektik diantara batas dendrit dikarenakan struktur eutektik terbentuk dari logam yang paling akhir membeku, eutektik tersebut akan mengisi ruang kosong diantara lengan dendrit. Pada paduan Si 12% struktur mikro paduan seluruhnya terdiri dari fasa eutektik. Jika komposisi paduan lebih bergerak kearah kanan maka mikrostruktur akan mengandung kristal Si primer. Jika lebih ke kanan lagi pada akhirnya akan mendapati Si murni [2,5].

Studi ini menggunakan logam paduan Al-Si untuk diteliti pengaruh konsentrasi Si pada pembekuan searah terhadap pembentukan struktur mikro butiran *columnar*. Paduan Al-Si dengan berbagai tingkat konsentrasi Si dilebur dan dibekukan dengan pembekuan searah secara vertikal, selanjutnya dilakukan pengujian mikrostruktur pada sampel. Makalah ini melaporkan hasil kerja alat dan pengaruh konsentrasi Si terhadap pertumbuhan butir pada proses eksperimen pembekuan searah.

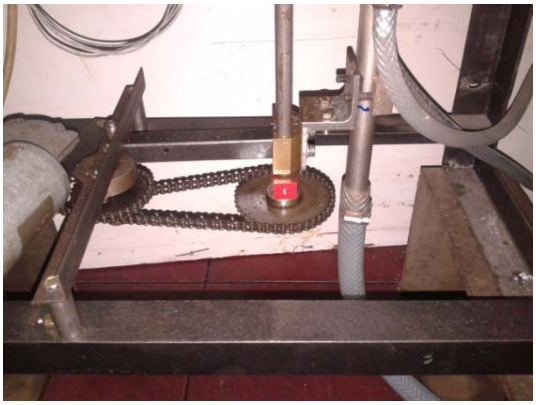
II. EKSPERIMEN

1. Tungku Peleburan dan Pembekuan

Tungku untuk peleburan dan pembekuan searah secara vertikal telah dirancang dan dibuat dengan spesifikasi sebagai berikut: Sumber energi panas tungku adalah dari listrik dengan konsumsi arus listrik maksimum 8 Amper pada tegangan 220volt AC, menggunakan *solid state regulator* untuk mengatur arus listrik. Tungku memiliki volume ruang panas untuk peleburan diameter 50mm x 200mm dan mampu bekerja sampai temperatur 850°C dengan laju pemanasan 0.15°C/detik. Dudukan cetakan dipasang ditengah-tengah tungku bagian bawah pada sebuah *sliding mechanism* yang digerakkan oleh ulir, dihubungkan melalui transmisi rantai dengan motor dc yang dapat diatur kecepatannya. Sistem pendinginan terarah menggunakan sirkulasi air dan dudukan cetakan dibuat dari *stainless steel* berfungsi juga sebagai *chiller*. Adapun sisi bagian atas cetakan dipasang *ceramic tube* untuk proteksi dan tempat kabel termokopel. Termokopel tipe K dipasang pada dinding cetakan untuk mengamati perubahan temperatur selama proses solidifikasi.



Gambar 1. Tungku Listrik Untuk Peleburan dan Pembekuan Searah



Gambar 2. Sliding Mechanism & Cooling System



Gambar 3. Pemasangan spesimen

2. Persiapan Spesimen

Paduan aluminium *die casting* ADC12 dan Al-Mg-Si digunakan sebagai *master* paduan. Tabel 1.1 mencantumkan komposisi kimia *master* paduan. Dua *master* paduan tersebut dikombinasikan untuk mendapatkan berbagai konsentrasi kandungan Si dengan perbandingan seperti yang tercantum dalam tabel 1.2.

Tabel 1.1 Komposisi kimia master paduan

Master Paduan	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Lain-lain
ADC12	84.82	10.83	0.87	1.85	0.19	0.26	0.86	0.32
Al-Mg-Si	97.51	0.53	0.44	0.19	0.05	1.01	0.16	0.11

Tabel 1.2 Komposisi jenis paduan (berdasarkan wt.%)

Jenis Paduan	ADC12	Al-Mg-Si	%Si paduan
A	1/8	7/8	1.6
B	1/4	3/4	2.8
C	1/3	2/3	3.9
D	1/2	1/2	5.6
E	2/3	1/3	7.4
F	1	-	10.8

3. Prosedur Eksperimen

Sampel yang telah dipersiapkan sesuai dengan jenis paduannya dibentuk dan dimasukkan ke dalam cetakan *stainless steel tube* tipis (diameter dalam 11/16”, diameter luar 3/8” dan panjang 80mm), ditempatkan pada bagian atas dudukan cetakan *(chiller)*. Sampel dipanaskan sampai mencapai titik cair atau mencapai temperatur diatas garis likuidus pada diagram fasa paduan Al-Si, selanjutnya dibekukan dibawah kondisi *steady* dalam tungku listrik yang dilengkapi sistem pembekuan searah secara vertikal menggunakan *chiller* logam yang didinginkan dengan air dipasang pada bagian bawah cetakan. Pertumbuhan butir pada spesimen selama proses solidifikasi dilakukan dengan menarik ke bawah pada kecepatan konstan dari *sliding mechanism* yang dihubungkan oleh suatu

transmisi ke penggerak motor dc. Proses solidifikasi sampel ini dilakukan dibawah kondisi *steady* dengan tingkat pertumbuhan konstan (6.67 µm/detik) dan *temperature gradient* yang berbeda (1 – 1.86K/mm).

Sampel yang telah dingin setelah proses pembekuan searah, selanjutnya dikeluarkan dari cetakan dan dibelah di bagian tengah dengan orientasi penampang pembelahan membujur, kemudian dipotong sesuai ukuran panjang tertentu untuk dipersiapkan menjadi *metallography specimen (mounting, grinding, polishing, etching and microscopic analysis)*

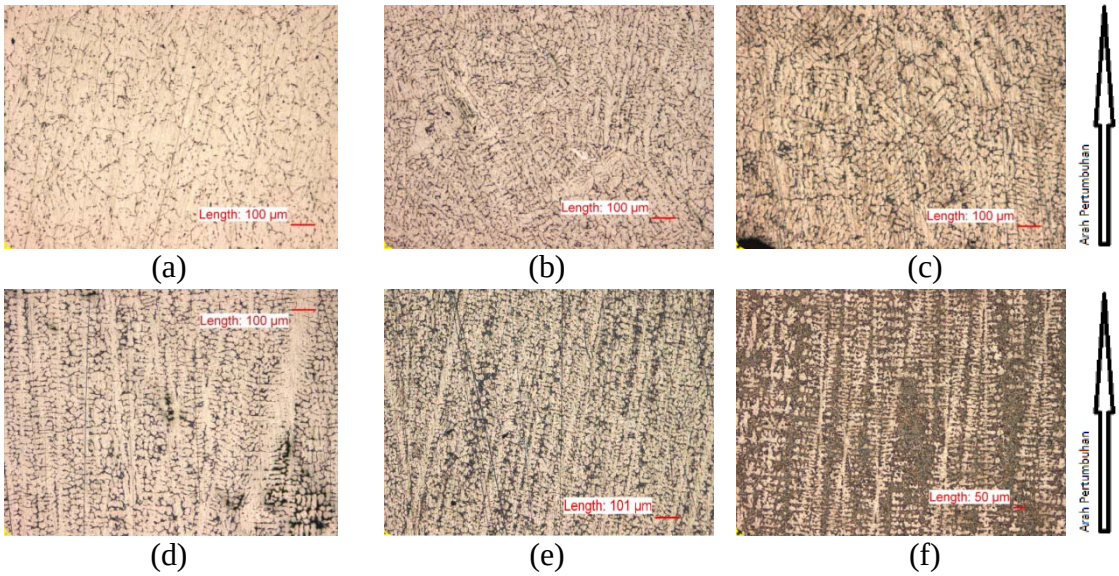
4. Prosedur Analisa Mikrostruktur

Mikrostruktur dianalisa menggunakan mikroskop optik cahaya, dan analisa ukuran partikel dan gambar dilakukan menggunakan perangkat lunak *analysis.* Gambar diambil dari berbagai daerah dengan orientasi penampang membujur dan posisi jarak dari permukaan kontak dengan *chiller* yang sama untuk setiap sampel. Semua sampel yang digunakan untuk mikroskop optik cahaya dan analisa gambar dietsa dengan *reagen Kellers*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Mikrostruktur

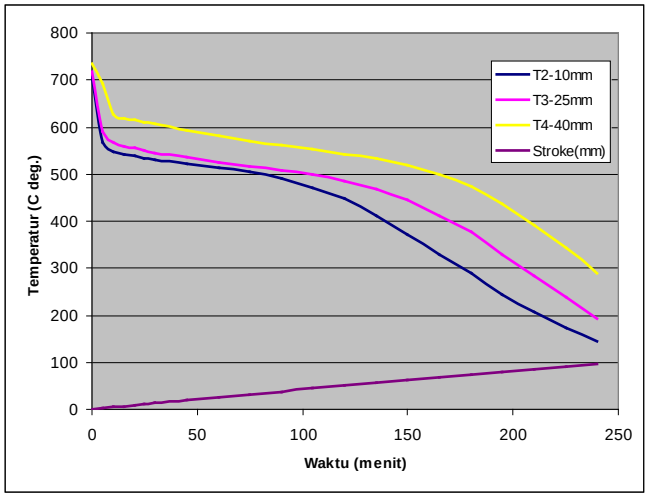
Karaktrisasi fitur mikrostruktur dari proses pembekuan searah dengan laju pertumbuhan 6.67 µm/detik dan *temperature gradient* (1-1.86K/mm) telah dilakukan dengan mikroskop optik cahaya dan analisa gambar menggunakan perangkat lunak *analysis*. Mikrostruktur pada penampang longitudinal di bagian tengah dari sampel paduan Al-Si dengan konsentrasi Si 1.6, 2.8, 3.9, 5.6, 7.4 dan 10.8wt%Si masing-masing ditampilkan pada gambar 4 (a), (b), (c), (d), (e) dan (f). Mikrograf memperlihatkan bahwa paduan dengan konsentrasi 1.6, 2.8 dan 3.9wt% Si setelah melalui proses pembekuan searah terlihat pada gambar bentuk struktur *equiaxed grain* yang memanjang, seragam dan besar. Orientasi struktur *dendrite columnar* pada paduan dengan konsentrasi Si yang rendah ini belum terlihat searah dengan arah pertumbuhan atau laju pendinginan. Pada konsentrasi 3.9wt% Si (c) mulai terlihat struktur *dendrite columnar* membentuk formasi memanjang searah dengan arah laju pendinginan. Bentuk struktur ini sebagaimana bentuk khas mikrostruktur dari paduan aluminium *die casting*. Sedangkan mikrograf dari sampel dengan konsentrasi 5.6, 7.4 dan 10.8wt% Si menunjukkan formasi struktur *dendrite columnar* yang memanjang searah dengan laju pendinginan. Maka untuk sampel dengan tingkat konsentrasi Si yang tinggi terlihat perubahan tingkat morfologi *primery dendrite* dari *eqiaxed grain* ke *dendrite columnar*. *Dendrit* tumbuh dari sebuah nukleat yang hanya memiliki diameter yang sangat kecil, konsentrasi kandungan Si memungkinkan memberikan kontribusi yang besar terbentuknya nukleat. Akan tetapi semakin tinggi kandungan Si akan mengurangi pertumbuhan lengan dendrit primer dan sekunder karena sebagian kandungan Si membentuk kristal Si primer seperti ditunjukkan pada mikrograf (f) gambar 4. Konsentrasi Si yang meningkat akan mengurangi terbentuknya *dendrite columnar* terlihat dari berkurangnya volume *primary dendrite arm* dan bertambahnya kristal Si primer.



Gambar 4. Penampang longitudinal di bagian tengah dari sampel silinder: (a) 1.6wt%Si, (b) 2.8wt%Si, (c) 3.9wt%Si, (d) 5.6wt%Si, (e) 7.4wt%Si, (f) 10.8wt%Si

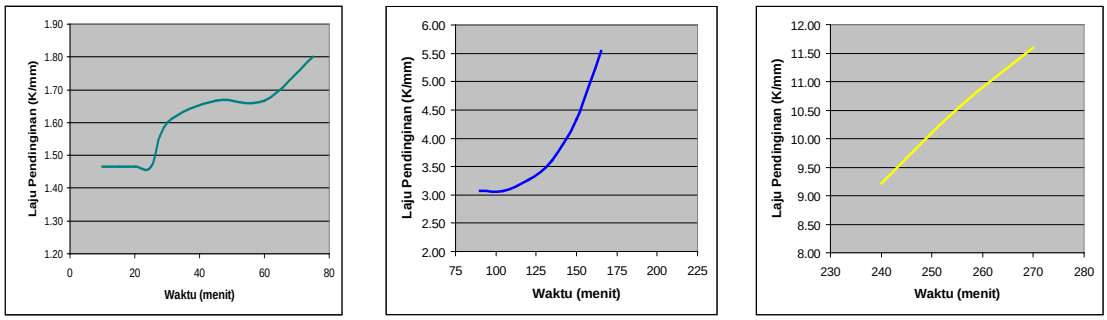
2. Pengamatan Kurva Pembekuan

Pengamatan temperatur selama proses pembekuan searah secara vertikal pada beberapa jarak pengukuran dari permukaan kontak spesimen dengan *chiller* merupakan hasil akuisisi data seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



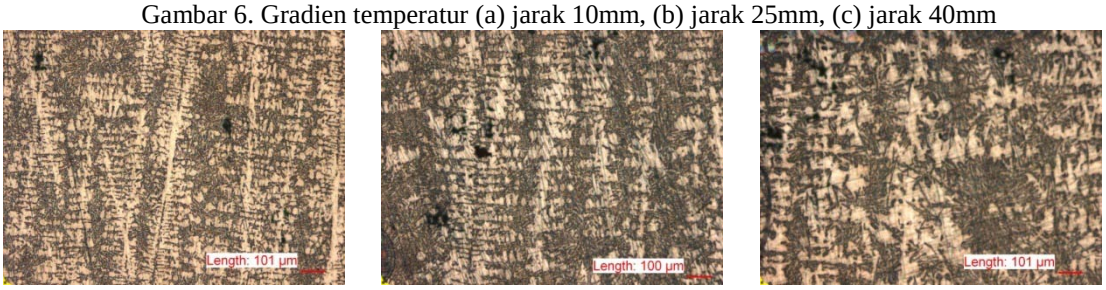
Gambar 5. Kurva pembekuan Al-10.8wt%Si

Selanjutnya kurva pembekuan ini digunakan untuk menentukan *temperature gradient* proses pembekuan searah. Kisaran temperatur untuk pertumbuhan Al-Si eutektik adalah dari garis likuidus sampai garis solidus 577°C pada diagram fasa paduan Al-Si (EAA, 1999), maka dari data gambar 5 dapat dibuat kurva untuk menentukan *temperature gradient* dari 3 posisi yang berbeda dengan regresi linear seperti ditunjukkan dalam gambar 6. Pada posisi 10mm dari permukaan *chiller temperature gradient* 1.47-1.8/mm, pada posisi 25mm *temperature gradient* 3.07-5.53K/mm dan pada posisi 40mm *temperature gradient* 9.22-11.59K/mm. Semakin jauh jarak dari permukaan *chiller,* semakin meningkat *temperature gradient*. Perbedaan *temperature gradient* ini memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan butir *columnar*. Gambar 7 menunjukkan pertumbuhan butir yang berubah seiring dengan perubahan *temperature gradient.* Semakin besar *temperature gradient* maka semakin bertambah ukuran *secondary dendrite arm* dan semakin berkurang jumlah *primary dendrite arm.*



(a) (b) (c)

Gambar 6. Gradien temperatur (a) jarak 10mm, (b) jarak 25mm, (c) jarak 40mm



(a) (b) (c)

Gambar 7. Perbedaan pertumbuhan butir pada temperature gradient (TG) yang berbeda paduan Al-10.8wt%Si (a) TG 1.47-1.8K/mm (b) TG 3.07-5.53K/mm dan (c)TG 9.22-11.59K/mm

IV. KESIMPULAN

a. Proses pembekuan searah dapat dilakukan pada sebuah tungku pelebur yang dilengkapi dengan sistem *sliding mechanism* untuk proses solidifikasi terarah dengan pendinginan dari *chiller*. Tungku ini menghasilkan *temperature gradient* yang berubah-ubah sehingga pembentukan *dendrite columnar* tidak seragam baik ukuran jarak lengan primer maupun sekunder.
b. Konsentrasi kandungan Si memberikan pengaruh pada terbentuknya nukleat sehingga pembentukan *dendrite* selama proses solidifikasi akan terpacu karena berasal dari sebuah nukleat. Akan tetapi kelebihan kandungan Si akan membentuk kristal primer Si yang akan mengurangi terbentuknya *dendrite columnar*. Studi tentang optimasi kandungan Si, kecepatan pendinginan dan laju pertumbuhan pada paduan Al-Si dalam pembentukan *dendrite columnar* menjadi rencana penelitian lebih lanjut.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Beeley, P., **"Foundry Technology"**, pp. 51-99; Butterworth Heinemann New Delhi: 2001.
[2] Callister, D., **"Material Science and Engineering"**, 7th ed., John Willey: 2007.
[3] Campbell, J., **"Casting"**, pp.125-138; University of Brimingham: 2003.
[4] Coan, P., **"Microtomography of the columnar to equiaxed transition in Al-Ni and Al-Si alloys"**, ESRF: 2007.
[5] Fleming, M.C., **"Solidification Processing"**, pp.188-183; Mc Graw Hill Book Company New York: 1974.
[6] Gunduz, M., Adirli, E.C., **"Directional Solidification of Aluminium- Copper Alloys**pp.167-185**"**, A327, Material Science and Engineering: 2002.
[7] Heiberg, G., Nogita, K., Dahle, A.K., Amberg, L., **"Columnar to equiaxed Transition of Eutectic in Hypoeutctic"**, volume 50, pp.2537-2546; Acta Materialia: 2002.
[8] Kaya, H., Cadirli, E., Gunduz, M., dan Ulgen, A., **"Effect of the Temperature Gradient, Growth Rate, and the interflake Spacing on Microhardness in the Directionally Solidified Al-Si Eutectic Alloy"**, volume 12, pp.544-551; JMEPEG: 2003.
[9] Rodrigues, P., J.R., Mello, M., dan Santos, R., **"Analysis of Permeability of interdendrite channels during solidification of aluminium magnesium alloys"**, volume 31, pp.47-52; JAMME: 2008.
[10] Sahin, H.H, Kocatepe, K., Kayikci, R., dan Akar, N., **"Determination of unidirectional heat transfer coefficient during unsteady-state solidification at metal casting-chill interface"**, volume 47, pp.19-34; ELSEVIER: 2006.

Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan Asam Sulfat Terhadap Ketahanan Korosi Hasil Proses Anodisasi Aluminium

Deden Masruri
Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung
dedenmasruri@ymail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan ketahanan korosi logam aluminium seri 1230 dengan metodologi perlakuan permukaan. Dalam penelitian ini dipilih proses *anodizing*yang meliputi tahap persiapan, tahap proses dan tahap akhir. Pada tahap persiapan dilakukan pengerjaan bahan uji meliputi pembersihan permukaan, baik secara mekanik maupun kimiawi. Tahap proses, dicelupkan dalam larutan – larutan elektrolit yang tujuannya untuk pengoksidasian permukaan. Tahap akhir merupakan proses *sealing* agar oksidasi berhasil sempurna. Hasil penelitian diharapkan memberikan konstribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu material, khususnya teknik perlakuan permukaan logam.

Penelitian dimulai dengan pengujian komposisi unsur bahan uji aluminium. Kemudian dilakukan pembentukan bahan uji, pembuatan larutan-larutan yang diperlukan, proses anodisasi, pengujian laju korosi, kesimpulan hasil pengujian.

Anodisasi merupakan suatu proses elektrolisis untuk ketebalan dan kestabilan film oksida pada logam dasar. Film anodik merupakan kunci untuk pengecatan dan pewarnaan atau perlakuan pasivasi suatu permukaan yang dilakukan secara listrik.

Pengujian korosi menggunakan metoda potensio dinamik berupa fluktuasi arus. Penetapan harga laju korosi berbanding lurus dengan besar intensitas korosi (I_{kor}) suatu logam. Selanjutnya dengan menggunakan data input yang dihasilkan dari pengujian diperoleh laju korosi.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan, variasi konsentrasi larutan asam sulfat dengan rapat arus yang berbeda pada proses *anodizing* dapat meningkatkan ketahanan korosi logam aluminium seri 1230. Laju korosi Al tanpa *anodizing*adalah 158,71 *mpy*, setelah proses *anodizing*laju korosi menurun dengan nilai terendah 46,79 *mpy*, hal ini berarti ketahanan korosi meningkat.

Kata kunci : ketahanan korosi, laju korosi, *anodizing*, *sealing*, *mills per years.*

Abstract

This studyaims to determine theincrease incorrosion resistancewith a1230series aluminummetalsurface treatmentmethodology. Inthe current studyanodizingprocessthat includesthe preparation stage, the stage of the process andthe final stage. In the preparation phaseworkdoneincludingcleaningthe surface ofthe test material,eithermechanicallyorchemically. Stageprocess,immersed in a solution-an electrolyte solutionwhich aimstosurfaceoxidation. The final stageis anoxidationprocessthatmade it perfectsealing.The resultsare expected toprovideausefulcontributionto the development ofmaterials science,in particularmetalsurface treatment techniques. The studybeginsby examiningthe elemental composition ofthe test materialaluminum. Then do theestablishmentof test materials, the manufacture ofthe necessarysolutions,anodizingprocess, testingthe corrosion rate, the conclusion of the test.

Based on theresults ofthis study concluded, the variation of the concentration ofsulfuricacid solutionwithdifferentcurrent densityanodizingprocesscan improvethe corrosion resistance of1230seriesaluminum metal.Alcorrosion ratempywithoutanodizingis158.71, afteranodizingprocesscorrosion ratedecreases withthe lowestvalue of46.79mpy, this meansimprovedcorrosion resistance.

Keywords: corrosion resistance, corrosion rate, anodizing, sealing, mills per years.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi industri yang semakin pesat, diperlukan penyempurnaan sifat-sifat suatu material. Logam aluminium banyak dipergunakan untuk elemen mesin, konstruksi bangunan, komponen otomotif, komponen pesawat terbang, peralatan kantor, peralatan rumah tangga. Keunggulan aluminium dibandingkan dengan logam lain adalah mempunyai sifat ringan, mudah dibentukserta ketahanan korosi yang baik (Tata Surdia,1995). Namun demikian sifat dari logam aluminium perlu ditingkatkan lagi dengan cara berbagai metode, diantaranya dengan perlakuan permukaan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa peningkatan ketahanan korosi logam aluminium seri 1230 dengan metode perlakuan permukaan sehingga diperoleh perbaikan sifat-sifat material. Kemudian penelitian ini diharapkan memberikan tambahan informasi dan metode untuk perbaikan, pengembangan dan peningkatan sifat-sifat permukaan logam aluminium melalui proses anodisasi, sebagai salah satu cara perbaikan sifat permukaan, sehingga ketahanan korosi dapat ditingkatkan.
Proses *anodizing* adalah salah satu metodeperlakuan permukaan yang mempunyai keunggulan karena dapat dilakukan pada suhu kamar sehingga tidak menimbulkan distorsi atau perubahan struktur pada *substrate*.

II. EKSPERIMEN

1. Bahan Uji

Digunakan pelat aluminium dengan ketebalan 0,8 mm. Proses pembentukkan bahan uji menggunakan mesin potong, dibentuk berukuran 0,8 x 75 x 75 (mm), diperhalus menggunakan ampelas ukuran 600, 1000, 1500 dan 2000 mesh.
Kemudian bahan uji diproses *anodizing*, selanjutnya dilakukan pengujian laju korosi.

2. Parameter Pengujian

Pengujian komposisi menggunakan mesin uji spektrometer. Pengujian ini untuk mengetahui kandungan komposisi dari bahan uji sebelum proses *anodizing*. Hasil pengujian dijadikan acuan untuk menentukan parameter dalam pengujian laju korosi.

Tabel 1. Bahan uji laju korosi

Nomor	Bahan uji
1	Tanpa *anodizing*
2	10% H_2SO_4 1,5 A/dm^2
3	15% H_2SO_4 1,5 A/dm^2
4	20% H_2SO_4 1,5 A/dm^2
5	10% H_2SO_4 3 A/dm^2
6	15% H_2SO_4 3 A/dm^2
7	20% H_2SO_4 3 A/dm^2

Pengujian laju korosi dilakukan pada bahan uji awal dan setelah proses *anodizing*.Pada pengujian ini akan diperoleh perbandingan hasil laju korosi antara bahan uji awal dan setelah proses *anodizing*.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan pembahasan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Bahan uji aluminium seri 1230 (kadar 99,33 %)
2. Konsentrasi larutan asam sulfat (H_2SO_4) : 10 , 15 dan 20 %
3. Rapat arus (I): 1,5 dan 3 A/dm^2
4. Waktu *anodizing* : 30 menit

III. LANDASAN TEORI

1. Anodizing

Merupakan suatu proses elektrolisis untuk kestabilan film oksida pada logam dasar [2]. Peristiwa oksidasi terjadi pada anoda dan reduksi pada katoda.Film anodik merupakan kunci untuk pengecatan dan pewarnaan atau perlakuan pasivasi suatu permukaan yang dilakukan secara listrik. Hal ini paling umum dilakukan untuk logam aluminium. Ion ini dengan adanya oksigen terlarut atau

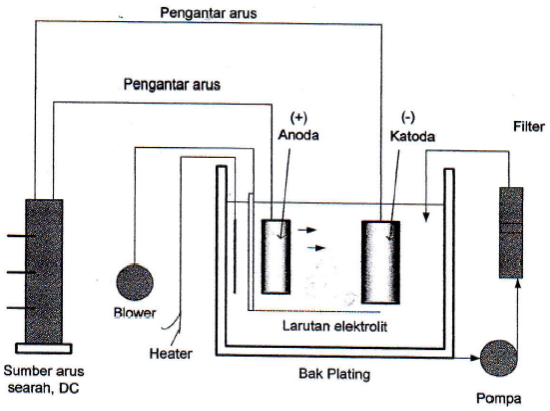
ion hidroksil membentuk oksida aluminium, kemudian oksida akan membentuk lapisan permukaan. Lapisan yang terjadi adalah lapisan oksida yang mempunyai pori-pori bila diproses pada kebanyakan larutan asam, mempunyai sifat susah mengalirkan arus listrik dan keras, karena lapisan berpori-pori inilah maka lapisan ini baik sekali menyerap zat warna. Jumlah zat yang terendapkan dapat dihitung berdasarkan hukum Faraday. Menurut hukum Faraday: Apabila rapat arus dan waktu semakin besar, maka jumlah zat yang dihasilkan pada elektroda juga semakin besar . Pada proses *anodizing* terjadi pembentukan Al_2O_3 pada permukaan anoda, besarnya dapat dihitung sebagai berikut:

$m =$ —(1)

dengan :

m = reaksi massa
I = rapat arus
t = waktu
a =berat atom
n = jumlah perpindahan *equivalent*
F = konstanta (*96,500 coulomb/eq)*

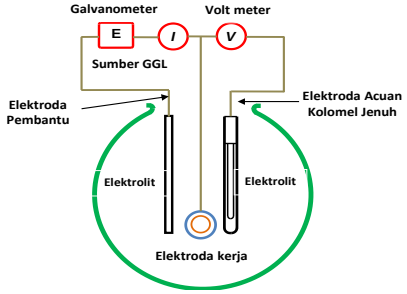
Ilustrasi proses dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 1. Skema*anodizing* [2]

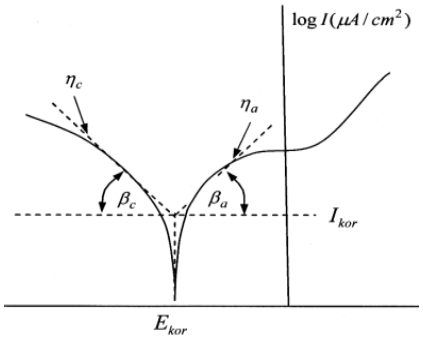
2. Korosi

Korosi merupakan kerusakan material yang disebabkan oleh interaksi / reaksi material dengan media sekelilingnya. Korosi merupakan hal yang tidak dapat dihindarkan tetapi hanya dapat dikendalikan. Hal penting dalam mengendalikan korosi adalah pemilihan bahan secara tepat serta perawatan yang teratur. Pengujian dilakukan dengan alat uji tipe sel tiga elektroda potensiat tipe PGS–201T



Gambar 2. Skema alat uji korosi sel tiga elektroda

Pengujian dilakukan dengan mengukur intensitas arus korosi (I_{kor}) benda uji di dalam lingkungan air garam. Kecermatan harga intensitas arus korosi sangat penting karena berbanding langsung dengan besarnya laju korosi logam di dalam lingkungannya. Perhitungan untuk mengetahui laju korosi dari percobaan menggunakan metoda berikut



Gbr 3. Kurva potensial korosi-log intensitas arus (Fontana, 1987)

Rapat arus korosi (I_{kor}) diperoleh dari hasil kurva potensial lawan logaritma intensitas arus yaitu dengan cara menentukan titik perpotongan garis tafel reaksi reduksi (ηc) dan garis tafel reaksi oksidasi (ηα) pada garis potensial korosi (E_{kor}).
Nilai ηc dan ηα ditentukan dengan persamaan berikut:

= Log ─ (2)

= Log─ (3)

= tafel reaksi oksida
= tafel reaksi reduksi
ia = arus pada reaksi anoda
ic = arus reaksi katoda
io = arus saat perubahan reaksi - reduksi menuju reaksi oksidasi
= gradien tafel reaksi anoda
= gradien tafel reaksi katoda

Harga rapat arus korosi secara tepat sangat diperlukan, sebab rapat arus korosi sebanding dengan laju korosi suatu logam dalam lingkungannya.Hal ini sesuai dengan persamaan laju korosi dalam satuan milli inchi per tahun (*mills per years*) seperti persamaan berikut:

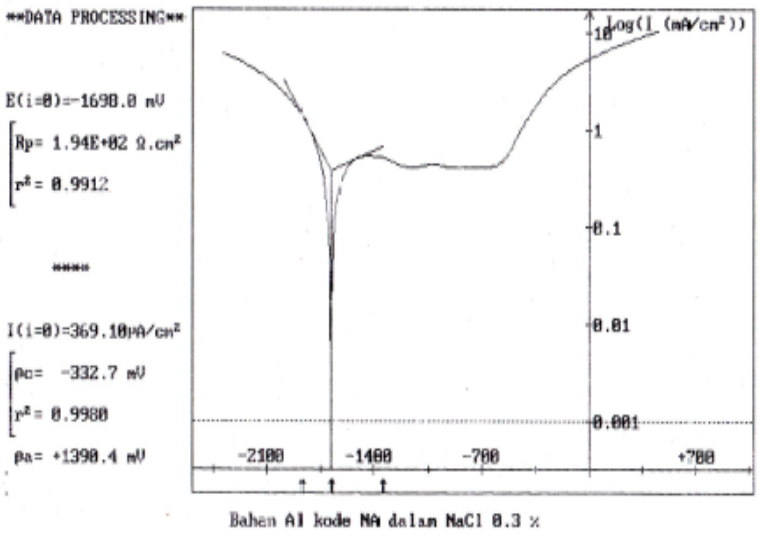
r = 0,129 ─── (*mpy*) (4)

r = laju korosi, α = nomor massa atom
i_{kor}= rapat arus korosi (^{2})
n = elektron valensi
D= berat jenis specimen (gr/cm^3)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Laju Korosi

Data diperoleh dengan menggunakan metoda potensio dinamik berupa fluktuasi arus. Penetapan harga laju korosi berbanding lurus dengan besar intensitas korosi (I_{kor}) suatu logam. Selanjutnya dengan menggunakan data input yang dihasilkan dari pengujian diperoleh laju korosi.Untuk menjelaskan intensitas arus yang diperoleh, dijelaskan dengan Gambar 4, dan hasil pengujiann lainnya dijelaskan pada tabel 2 dan tabel 3.



Gambar 4. Menjelaskan kurva potensial korosi *vs*log intensitas arus. (I_{kor}) = 369,10 µA/cm^2
(Bahan uji aluminium 1230)

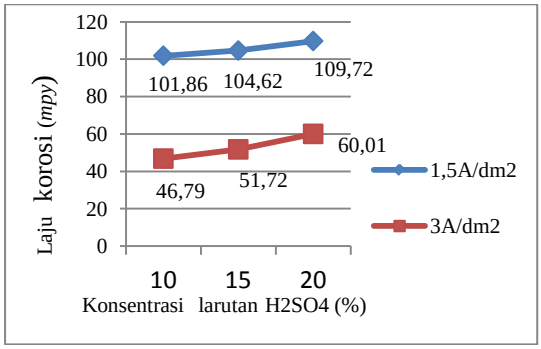
Tabel 2. Intensitas rapat arus korosi (I_{kor}) hasil pengujian.

Nomor	Bahan uji di anodisasi	µA/cm^2.
1	Tanpa *anodizing*	369,10
2	10% H_2SO_4 1,5 A/dm^2	236,89
3	15% H_2SO_4 1,5 A/dm^2	243,31
4	20% H_2SO_4 1,5 A/dm^2	255,17
5	10% H_2SO_4 3A/dm^2	108,83
6	15% H_2SO_4 3 A/dm^2	120,29
7	20% H_2SO_4 3 A/dm^2	139,57

Tabel 3. Nilai laju korosi (r) hasil pengujian berdasarkan nilai Intensitas rapat arus korosi (I_{kor})

Nomor	Intensitas rapat arus korosi (µA/cm^2)	Nilai laju korosi (mpy)
1	369,10	158,71
2	236,89	101,86
3	243,31	104,62
4	255,17	109,72
5	108,83	46,79
6	120,29	51,72
7	139,57	60,01

Dengan menggunakan persamaan (4), maka akan dihasilkan besaran laju korosi (r) seperti dijelaskan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan nilai laju korosidengan konsentrasi larutan asam sulfat (H2SO4) dan rapat arus.

V. KESIMPULAN

1. Proses anodizingdengan variasi konsentrasi larutan H2SO4 menyebabkan perbedaan nilai laju korosi pada bahan uji.
2. Berdasarkan data Tabel 3, Ketahanan korosi dari permukaan logam aluminium meningkat. Laju korosi Al tanpa anodisasi 158,71 mpy, setelah dianodisasi laju korosi menurun dengan nilai terendah 46,79 mpy,
3. Dengan penurunan laju korosi, berarti ketahanan korosi meningkat.
4. Berdasarkan data Gambar 5,Laju korosi mempunyai nilai optimum pada konsentrasi larutan 10% H2SO4rapat arus 3A/dm2 sebesar 46,79 mpy.
5. Dengan penelitian ini, diharapkan akan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dibidang material.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Fontana, M.G., 1987 " *Corrosion Engineering* ", 3 ed., McGraw Hill Book Company, New York, pp. 162-173.
[2] Gabe, H.R., 1978, *Principles of Metal Surface Treatment and Protection;* 2ed., Pergamon Press, London.
[3] Jones, D.A.,1991, " *Principles and Prevention of Corrosion* ", Mcmillan Publishing Company, New York, pp. 75-89.
[4] Lowenhein,F.A.,1981,*ElectroplatingFundamental of Surface Finishing*, University of Minnesota, USA, Buuterworth & Co Ltd.
[5] Patrick, M.R., 1996, *Anodizing Aluminum*, pp. 3–13.
[6] Walgren Company., 2001-2007, *Anodize systems* : side arm, split rail, overhead hoist, for Type I Chromic Acid Anodize, Type II Sulfuric Acid Anodize, Type III Hardcoat, PAA, BSAA, 1, 2, 3.

Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Kecepatan Aliran Air Pada Komposit Filter Keramik yang Mengandung Sekam Padi

Iwan Susanto
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Depok
ionesoesanto@yahoo.com

Abstrak

Saat ini, masih sering ditemukan adanya bakteri koliform dan kandungan logam berbahaya di dalam air minum yang bersumber dari air tanah. Sekam padi selain mengandung antosianin yang bermanfaat bagi kesehatan juga mampu menyerap logam berat dalam larutan. Meskipun demikian, ternyata pemanfaatannya di Indonesia masih belum optimal, dan bahkan masih merupakan limbah di industri pertanian. Penelitian ini dimaksudkan untuk lebih memanfaatkan sumber daya hayati negara Indonesia yang melimpah, meningkatkan pendapatan keluarga petani, serta menjaga kelestarian dan kesehatan lingkungan. Dan, tujuan khusus dari penelitian ini adalah membuat sebuah model komposit filter keramik untuk pengolahan air minum skala rumah tangga dengan memanfaatkan sekam padi. Dalam penelitian ini, sekam padi yang merupakan residu akan dicampur dengan tanah liat dengan komposisi campuran 60%, 50% dan 40%, dibentuk, dikeringkan, dan disintering pada suhu 800°C, 850°C dan 900°C. Selanjutnya, pengujian dilakukan untuk melihat suhu sintering optimum dan kecepatan aliran air setelah melalui komposit filter keramik. Hasil penelitian menujukkan bahwa suhu sintering optimum diperoleh pada 850°C dan laju aliran 406 mL/jam diperoleh pada komposisi campuran 40% berat sekam.

Kata kunci : Kesehatan, Limbah, Sekam Padi, Sintering, Filter Air Keramik.

Abstract

Currently, it is often found coliform bacteria and hazardous metal content in the drinking water which comes from ground water. Husks contains anthocyanins that are beneficial to health and absorb of heavy metals in solution. Nevertheless, it turns out its use in Indonesia is still not optimal, and even still a waste in the agricultural industry. This research in intended to better utilize biological resources of Indonesia, not only increasing family income of farmers, but olso to take care preserving and health environment. The important purpose of the research is to create a modal of composite ceramic filter the drinking water processing system household level, by utilizing rice husks. In this research, rice husks will be mixed with the clay mixture with a composition of 60%, 50%, and 40% weight, formed, dried and sintered at a temperature of 800^{o}C, 850^{o}C and 900^{o}C. Furthermore, testing was conducted to see the optimum sitering temperature and the water flow after the screening. The results showed that the optimum sintering temperature is obtained at 850^{o}C and the velocity 406 mL/hour on the composition of 40% weight husks.

Keywords**:** Health, Garbage, Husks, Sintering, Ceramic water filter.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Selama ini, produksi padi yang telah memberikan kontribusi lebih dari Rp 120 triliun bagi perekonomian nasional, ternyata belum mampu memberikan nilai tambah yang layak bagi keluarga petani. Padahal kandungan *anhocyanin* dan senyawa silikat dalam sekam padi mempunyai peluang untuk diproses menjadi produk yang bernilai tinggi, baik sebagai inhibitor korosi atau sebagai zeolite alami[1].

Sekam padi saat ini merupakan sumber senyawa silikon, termasuk diantaranya *silicon carbide*, *silica*, *silicon nitride*, *silicon tetrachloride*, *zeolite*, dan *pure silicon*[2]. Aplikasi dari material turunan dari sekam padi sangatlah komprehensif. Akan tetapi, dari beberapa material tersebut di atas, hanya *silicon carbide* saja yang telah diproduksi dalam skala industri. Sementara itu, material lain masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

Isu – isu lingkungan mengenai penggunaan inhibitor korosi di industri telah menjadi perhatian dunia. Hal ini dikarenakan inhibitor merupakan salah satu metode dalam pencegahan dan pengendalian korosi yang cukup efektif [3] meski diperlukan beberapa pertimbangan dalam pemilihan jenisnya[9]. Sebagai contoh, penggunaan chromate sebagai inhibitor dalam proses pretreatment paduan aluminium yang dinyatakan bersifat racun dan karsinogen, sehingga banyak

dikembangkan alternatif inhibitor korosi lain untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap manusia, hewan, dan lingkungan[4].

Seperti diketahui, sekam padi banyak terdapat di negara kita, dan penelitian tentang sekam padi untuk pemanfaatannya lebih lanjut masih sedikit. Dari penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa sekam padi mampu menyerap logam berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) dalam larutan[5]. Dengan konsentrasi sekam padi 10% b/v dalam larutan logam Cd terserap sebesar 37% dan dengan konsentrasi yang sama logam Pb terserap sebesar 10%. Di samping itu, daya serap dari sekam padi mengalami kenaikan dengan bertambahnya waktu kontak dan mencapai maksimal dalam waktu 2 jam untuk logam Cd dan 1,5 jam untuk logam Pb. Akan tetapi, dengan bertambahnya waktu kontak akan terjadi penurunan daya serap.

Beberapa peneliti juga telah membuktikan bahwa logam berat dalam lingkungan dapat diserap dengan biosorben[6], arang tongkol jagung[7], sabut kelapa dan kulit pohon jati[8] serta abu limbah karet ban[9] [10] [11].

Pengadaan air bersih untuk kepentingan rumah tangga : untuk air minum, air mandi, dan keperluan lainnya, harus memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan sesuai peraturan internasional (WHO dan PHA) ataupun peraturan nasional atau setempat. Dalam hal ini kualitas air bersih di Indonesia harus memenuhi persyaratan yang tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010, Tanggal : 19 April 2010 dimana setiap komponen yang diperkenankan berada di dalamnya harus sesuai. Kualitas air tersebut menyangkut kualitas fisik yang meliputi kekeruhan, temperatur, warna, bau dan rasa serta kualitas kimia yang berhubungan dengan ion-ion senyawa ataupun logam yang membahayakan, di samping residu dari senyawa lainnya yang bersifat racun, seperti residu pestisida.

Untuk mendapatkan kualitas air yang disyaratkan tersebut, metode penyaringan(filtrasi) merupakan salah satu metode ramah lingkunkungan yang terus dikembangkan. Filtrasi dapat dibedakan menjadi dua yaitu : filtrasi dengan pasir dan filtrasi membran. Filtrasi pasir untuk memisahkan partikel berukuran besar (>3 mikrometer), mikrofiltrasi membran dapat memisahkan partikel berukuran lebih kecil (0,08 mikrometer), ultrafiltrasi dapat memisahkan makromolekul, nanofiltrasi dapat memisahkan mikromolekul dan ion-ion bervalensi dua (misalnya Mg,Ca). Adapun ion-ion dapat dipisahkan dengan membrane ”*reverses osmosis*”. Dengan demikian, penggunaan mikrofiltrasi dapat memisahkan bakteri, dan penggunaan ultrafiltrasi dapat memisahkan bakteri dan virus. Bahan tersuspensi dapat dihilangkan dengan cara koagulasi/flokulasi, sedimentasi, filtrasi pasir atau membran filtrasi (mikrofiltrasi). Bahan-bahan terlarut dapat dihilangkan dengan aerasi (misalnya Fe dan Mn), oksidasi (misalnya dengan ozonisasi atau radiasi UV), adsorpsi dengan karbon aktif atau mebran filtrasi (reversed osmosis) [7], [8]. Proses pengolahan air minum pada prinsipnya harus mampu menghilangkan semua jenis polutan, baik pencemaran fisik, kimia maupun mikrobiologis. Munculnya usaha air minum isi ulang merupakan fenomena yang tidak dapat dihilangkan. Dengan menjamurnya usaha tersebut, yang diperlukan adalah pengaturan berupa standar produk dan prosesnya. Dengan begitu bukan hanya pihak konsumen yang terlindungi tetapi juga usaha air minum isi ulang itu sendiri.

Penelitian ini dimaksudkan untuk lebih memanfaatkan sumber daya hayati negara Indonesia yang melimpah, meningkatkan ketahanan pangan nasional, dan meningkatkan pendapatan keluarga petani, serta menjaga kelestarian dan kesehatan lingkungan. Dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, telah membuktikan bahwa ekstrak sekam padi cukup efektif dalam menghambat korosi logam mild steel dalam larutan 1 M HCl[12].

Adapun tujuan khusus dari penelitian kali ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu sintering terhadap debit air bersih yang dihasilkan. Untuk itu, dalam penelitian ini akan dikaji beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah cara membuat composite keramik filter dengan memanfaatkan sekam padi?
2. Bagaimanakah pengaruh suhu sintering composite filter keramik terhadap debit air yang dihasilkan?

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah eksperimen di laboratorium, guna memecahkan permasalahan. Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dibuat model *composite ceramik filter* yang berbahan dasar campuran tanah liat dan sekam padi dengan komposisi tertentu. Adapun sekam yang digunakan adalah sekam sisa dari pembuatan inhibitor korosi.

1. Ekstraksi Sekam Padi

Sekam padi dalam penelitian ini berasal dari sebuah penggilingan padi di kota Karanganyar. Sekam dibersihkan dari kotoran dan dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam gelas ukur yang berisi 800 mL ethanol 70% yang telah mengalami proses pemanasan awal 60°C. Setelah itu, keduanya dipanaskan lagi pada temperatur 60°C selama 15 menit. Setelah dingin, campuran tersebut disaring dengan kertas saring whatman no.1 untuk memisahkan filtrat yang terbentuk. Lalu, dilakukan proses pemisahan bahan aktif sekam dari pelarutnya dengan cara dipanaskan sampai temperatur 79°C.

2. Pembuatan Filter Keramik

1. Bahan yang Digunakan
   - Sekam padi (sisa pembuatan inhibitor yang telah diolah)
   - NaOHp.a
   - Aqua bebas mineral (aquademineralisata)
   - Tanah liat
2. Pengolahan Residu Sekam Padi
   - Sekam padi direndam dalam larutan NaOH 10% dan didiamkan selama 3 x 24 jam.
   - Sekam padi yang telah "Diolah" dicuci dengan aquademineralisata sampai netral dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.
   - Sekam padi yang telah bersih dan kering kemudian digiling hingga menjadi serbuk.
   - Serbuk sekam padi kemudian diayak pada alat pengayak yang berukuran 100 mesh

3. Pembuatan Filter Keramik
   - Campurkan serbuk sekam yang telah diayak dengan tanah liat dengan perbandingan berat tertentu 40%, 50% dan 60%,
   - Aduk sampai merata campuran tanah liat dan serbuk sekam tersebut,
   - Tambahkan air sedikit demi sedikit pada campuran sekam + tanah liat, sehingga terbentuk adonan,
   - Biarkan adonan selama satu hari untuk menguapkan kandungan air,
   - Bentuk adonan seperti gelas, dan keringkan secara alami untuk mengurangi kadar air,
   - Masukkan filter ke dalam tungku untuk disintering dengan suhu 800, 850, dan 900°C, selama 20 jam.
   - Filter yang telah kering, siap untuk dilakukan pengujian.

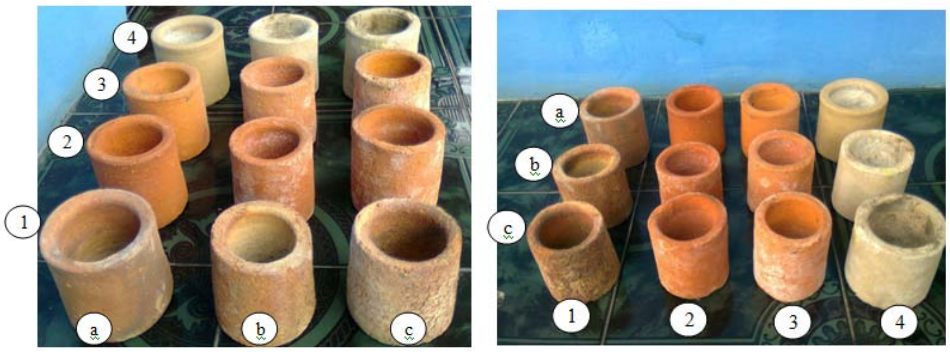
3. Metode Pengambilan Data Pengujian Kecepatan Aliran.

Metode pengambilan data pengujian kecepatan aliran dilakukan dengan mengikuti ketentuan sebagai berikut:

1. Letakkan composite filter dan tuangkan sedikit demi sedikit air tanah ke dalamnya.
2. Tunggu beberapa menit hingga air meresap keseluruh bagian filter keramik
3. Setelah air meresap keseluruh bagian filter keramik, tampung tetesan air setelah melewati filter keramik di dalam gelas ukur.
4. Jaga agar tidak ada air yang keluar dari gelas ukur
5. Hitung berapa mL air yang melewati filter keramik selama 1 jam.
6. Lakukan prosedur di atas untuk tiap variasi komposisi dan temperatur, masing-masing 3 sampel.
7. Catat hasilnya, dan masukkan ke dalam tabel.

III. HASIL DAN ANALISIS

1. Data Visual Hasil Sintering.



(i) (ii)

Gambar 3.1 Hasil Sintering *Composite Ceramic Filter* dimana angka (1),(2),(3) dan (4) secara berurutan adalah suhu sintering 900°C, 850°C, 800°C dan sebelum di sintering. Sedangkan (a), (b) dan (c) secara berurutan adalah komposisi sekam 60%, 50% dan 40%.

Gambar 3.1, menunjukkan hasil sintering filter air keramik untuk variasi suhu sintering dan komposisi sekam. Hasil sintering didapatkan tekstur yang berbeda-beda, dimana tekstur yang paling halus terlihat pada sampel-sampel dengan komposisi sekam paling rendah Gambar 3.2(iii). Dimana pori pada permukaan filter air keramik terlihat lebih sedikit dibandingkan pada Gambar 3.2(i),(ii). Hal ini diduga karena banyak sekam yang terbakar dan terlepas di permukaan pada saat proses sintering terjadi.

Kemudian suhu sintering optimum diperoleh pada 850°C. Hal ini diduga terjadi karena pemuaian optimum dari tanah liat tercapai pada suhu tersebut Gambar 3.2(i)2, (ii)2 dan (iii)2. Sampel-sampel tersebut terlihat berwarna orange.



(i) (ii) (iii)

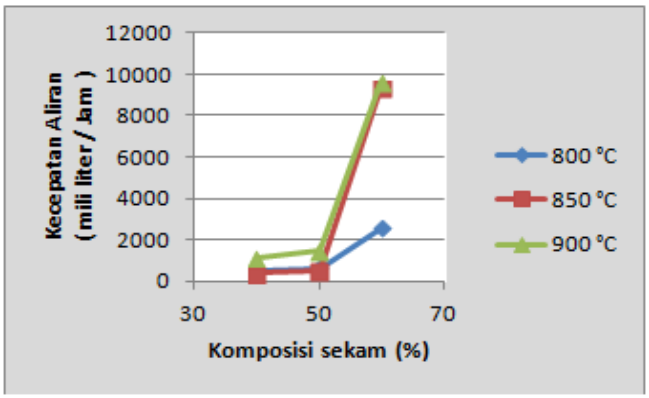
Gambar 3.2 Hasil sintering *Composite Ceramic Filter* berdasarkan variasi suhu sintering dan variasi komposisi sekam. Gambar (i), (ii) dan (iii) secara berurutan adalah hasil sintering dengan komposisi sekam 60%, 50% dan 40% serta angkat (1), (2), (3) dan (4) adalah suhu sintering 900°C, 850°C, 800°C dan sebelum di sintering

2. Data Pengujian Kecepatan Aliran.

Tabel 3.1 Kecepatan aliran air yang melewati filter keramik dalam (ml Air/jam)

Suhu Sintering	800°C			850°C			900°C		
Komposisi (% sekam)	40	50	60	40	50	60	40	50	60
1	492	625	2496	408	510	9500	1220	1530	9480
2	485	615	2680	415	480	9300	1100	1460	9500
3	525	650	2540	395	525	9250	1180	1470	9800
Average	501	630	2572	406	505	9350	1167	1487	9593

Dari Tabel 3.1 didapatkan hubungan antara komposisi sekam, suhu sintering dan kecepatan aliran. Hasil dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :



Gambar 3.3 Grafik hubungan komposisi sekam dan suhu sintering dengan kecepatan aliran.

Dari Tabel 3.1 terlihat bahwa sampel dengan suhu sintering 850°C mempunyai kecepatan aliran yang lebih rendah bila dibandingkan dengan sampel sintering pada 800°C dan 900°C. Hal ini diduga akibat pengaruh pori-pori yang kecil dan lebih sedikit dibandingkan dengan sampel lain. Selain itu terlihat bahwa semakin rendahnya komposisi sekam ternyata juga memperkecil debit aliran yang melewati filter keramik.

Dengan demikian, pada penelitian ini didapatkan bahwa kecepatan aliran air setelah melewati filter keramik dipengaruhi oleh suhu sintering dan jumlah komposisi sekam pada saat proses pembuatan filter keramik tersebut. Namun demikian, untuk mendapatkan jumlah sekam yang optimum masih diperlukan data pengujian kualitas air terutama uji mikrobiologi.

IV. KESIMPULAN

Dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan aliran air setelah melewati composite filter dipengaruhi oleh suhu sintering dan jumlah komposisi sekam
2. Temperatur sintering optimum composite filter adalah pada 850°C sehingga temperatur ideal ini yang akan digunakan untuk membuat komposit filter keramik lainnya.
3. Menurunya laju aliran air disebabkan oleh semakin kecilnya pori-pori dan komposisi sekam yang terdapat pada komposit filter keramik. Hal ini akan meningkatkan kuwalitas penyaringan airnya.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Rahman and B. Hartono, “PENYARINGAN AIR TANAH DENGAN ZEOLIT ALAMI UNTUK MENURUNKAN KADAR BESI DAN MANGAN,” *Makara Kesehatan*, vol. 8, no. 1, pp. 1–6, 2004.

[2] L. Sun and K. Gong, “Silicon-Based Materials from Rice Husks and Their Applications,” *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 40, no. 25, pp. 5861–5877, 2001.

[3] P. R. Roberge, “Aqueous Corrosion,” in *Handbook of Corrosion Engineering*, McGraw-Hill, 2000.

[4] G. H. Koch, M. P. H. Brongers, and N. G. Thompson, “Corrosion Cost and Preventive Strategies in The United States,” *NACE International*, pp. 3–4, 2002.

[5] Wiwik, “Penggunaan Sekam Padi sebagai Penyerap Logam Berat Kadmium dan Timbal.” 1995.

[6] J. C. Igwe and A. A.A., “A bioseparation process for removing heavy metals from waste water using biosorbents,” *African Journal of Biotechnology*, vol. 5, no. June, pp. 1167–1179, 2006.

[7] E. E. Akporhonor and P. A. Egwaikhide, “Removal of selected metal ions from aqueous solution by adsorption onto chemically modified maize cobs,” *Scientific Research and Essay*, vol. 2, no. April, pp. 132–134, 2007.

[8] O. O. Kehinde, T. A. Oluwatoyin, and O. O. Aderonke, “Comparative analysis of the efficiencies of two low cost adsorbents in the removal of Cr (VI) and Ni (II) from aqueous solution,” *Science And Technology*, vol. 3, no. November, pp. 360–369, 2009.

[9] H. Z. Mousavi, A. Hosseynifar, V. Jahed, and S. A. M. Dehghani, “REMOVAL OF LEAD FROM AQUEOUS SOLUTION USING WASTE TIRE RUBBER ASH AS,” *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, vol. 27, no. 01, pp. 79 – 87, 2010.

[10] S. Tangjuank, N. Insuk, V. Udeye, and J. Tontrakoon, “Chromium (III) sorption from aqueous solutions using activated carbon prepared from cashew nut shells,” *International Journal*, vol. 4, no. 8, pp. 412–417, 2009.

[11] E. O. Aluyor, I. O. Oboh, and K. O. Obahiagbon, “Equilibrium sorption isotherm for lead (Pb) ions on hydrogen peroxide modified rice hulls,” *International Journal of Physical Sciences*, vol. 4, no. 80, pp. 423–427, 2009.
[12] A. Maksum, “Efektifitas Ethanol Ekstrak Sekam Padi Beras Hitam Pada Penghambatan Korosi Logam Mild Steel Dalam Media 1M HCl,” in *Proceeding SNP2M*, 2010.

BIDANG HUMANIORA DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Integrasi Antara Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) dengan Sistem Manajemen Mutu ISO-9001:2008

Tri Widjatmaka; Muhammad Zakinura
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
widjatmaka@yahoo.com

Abstrak

Undang-Undang No. 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi mengamanatkan keharusan adanya penjaminan mutu di perguruan tinggi. Dari beberapa sistem penjaminan mutu, dua diantaranya adalah Sistem Manajemen Mutu [SMM] ISO-9001 dan Sistem Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi (SPM-PT) Dikti. SPM-PT terdiri dari Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) dan Sistem Penjaminan Mutu Eksternal (SPME). Penerapan kedua sistem mutu tersebut di PNJ yang menggunakan dua jenis dokumen yang berbeda berdampak pada rendahnya efektivitas dan efisiensinya. Penelitian ini mencoba untuk memberikan solusi dengan menganalisis kemungkinan pengintegrasian antara kedua dokumen.

Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan dan mengkonfirmasikan Dokumen SPMI dan Dokumen SMM-ISO-9001:2008, dengan mengacu kepada persyaratan atau standar masing-masing dokumen. Acuan SPMI adalah Pasal-pasal pada PP-19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan, sementara acuan ISO-9001:2008 adalah Pasal-pasal pada standar ISO tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesamaan redaksional antara kedua dokumen sangat rendah, walaupun secara substansial kesamaannya cukup tinggi. Dengan kondisi demikian masih sulit untuk dapat mengintegrasikan kedua dokumen mutu tersebut, dan perlu penelaahan yang lebih mendalam serta melibatkan para pakar manajemen mutu.

Kata kunci: ISO-9001; SPMI; Penjaminan Mutu; SNP; PNJ.

Abstract

One of the message of the UU No. 12 / 2012 about Higher Education is that all of higher education institutions must implement a quality assurance system. There are many of quality assurance systems, most of higher education institutions implement ISO-9001 Quality Management System [SMM-ISO] and Higher Education Institutions Quality Assurance System [Sistem Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi = SPM-PT]. The SPM-PT consists Internal Quality Assurance System [Sistem Penjaminan Internal = SPMI] and External Quality Assurance System [Sistem Penjaminan Mutu Eksternal = SPME]. In the implementations of ISO-9001:2008 and SPMI, Politeknik Negeri Jakarta [PNJ] uses each of different documents. The use of different documenst cause ineffectiveness and inefficiency of quality assurance implementation in PNJ. To answer these problems, this study provides a solution to integrate its different documents.

This study was approved by comparing and confirming each documents (ISO-9001:2008 and SPMI), and this is in accordance with the requirements and standards of each document (Pasal-Pasal ISO-9001:2008 and Standar Nasional Pendidikan=SNP).

The results of this study showed that the level of *"redaksional"* differentiation between each documents is high, but its level of substantial differentiation is low. These conditions make it difficult to integrate ISO-9001:2008's documents with SPMI's documents. An in depth study of quality assurance which involves quality managements experts should be conducted to slove this problems.

Kata kunci: ISO-9001; SPMI; Quality Assurance; SNP; PNJ.

I. PENDAHULUAN

Undang-Undang No. 12 Tahun 2012 menyatakan bahwa penjaminan mutu Pendidikan Tinggi merupakan kegiatan sistemik untuk meningkatkan mutu pendidikan tinggi secara berencana dan berkelanjutan. Penjaminan mutu tersebut dilakukan melalui penetapan, pelaksanaan, evaluasi, pengendalian, dan dan peningkatan Standar Nasional Pendidikan Tinggi. Sistem penjaminan mutu Pendidikan Tinggi terdiri atas sistem penjaminan mutu internal (SPMI) yang dikembangkan oleh Perguruan Tinggi dan sistem penjaminan mutu eksternal (SPME) yang dilakukan melalui akreditasi **[1]**. Ditjen Dikti Kemendikbud dalam Buku Sistem Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi (2010, hal. 16) menyatakan bahwa SPMI di suatu perguruan tinggi merupakan kegiatan mandiri dari perguruan tinggi bersangkutan. Unsur-unsur yang terkandung di dalam SPMI dimuat dalam dokumen Kebijakan, Manual, Standar dan Formulir **[2].** Perguruan tinggi merencanakan, menerapkan, mengendalikan, dan mengembangkan standar mutu pendidikan tinggi. Standar mutu tersebut saat

ini masih mengacu kepada PP No. 19 Tahun 2005 ditambah dengan Standar Penelitian dan Standar Pengabdian kepada Masyarakat. Sehingga standar lengkapnya terdiri atas Standar Kompetensi Lulusan; Standar Isi, Standar Proses; Standar Pendidik & Tenaga Kependidikan; Standar Sarana & Prasarana; Standar Pengelolaan; Standar Pembiayaan; Standar Penilaian Pendidikan; Standar Penelitian; dan Standar Pengabdian kepada Masyarakat**.**

Sistem penjaminan mutu lainnya yang diterapkan oleh perguruan tinggi dan merupakan amanat dari Renstra Diknas 2005-2009 adalah Sistem Manajemen Mutu (SMM) ISO-9001. Sabana (2010, hal. 11) menyatakan bahwa SMM-ISO 9001 didefinisikan sebagai sistem yang berorientasi pada proses **[3]**. Sedangkan Gaspersz (2012, hal. 12) menyatakan bahwa SMM-ISO 9001disusun berlandaskan pada delapan prinsip manajemen kualitas, yaitu (1) Customer Focus; (2) Leadership; (3) Keterlibatan semua orang; (4) Pendekatan Proses; (5) Pendekatan Sistem; (6) Perbaikan berkelanjutan; (7) Pendekatan Fakta sebagai Dasar Pengambilan Keputusan; (8) Kerjasama yang saling menguntungkan dengan pemasok **[4]**. ISO-9001 terdiri dari 8 bagian, yang masing-masing dijabarkan dalam klausul-klausul/pasal-pasal. Revisi terhadap standar ISO 9000 telah dilakukan pada tahun 1994; 2000 dan 2008.

Politeknik Negeri Jakarta [PNJ] telah menerapkan sistem penjaminan mutu ISO-9001:2008 sejak bulan Nopember 2009 untuk lingkup Pusat Layanan Administrasi [Direktorat], Jurusan Administrasi Niaga, Teknik Sipil dan Teknik Elektro. Sedangkan implementasi SPMI baru dimulai tahun 2011.

Adanya dua jenis sistem penjaminan mutu yang diterapkan di PNJ berdampak pada rendahnya efektifitas dan efisiensi dalam implementasinya. Dokumen yang berbeda membingungkan semua sumber daya yang ada, dan pelaksanaan yang tumpang tindih ataupun berulang (misalnya dalam hal audit), menyebabkan kebosanan dan kerja yang kurang bermanfaat. Untuk menjawab persoalan itu, penelitian ini akan membahasnya dengan rumusan masalah bagaimana mengintegrasikan dua sistem manajemen mutu yang diterapkan di PNJ, yaitu SPMI dan ISO-9001:2008.

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah (1) Memperoleh informasi tentang muatan dokumen yang bisa diacu oleh kedua sistem manajemen mutu; (2) berdasarkan informasi tersebut diharapkan dapat disusun suatu dokumen terintegrasi ISO-9001:2008 dan SPMI di PNJ.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode analisis deskriptif, yaitu dengan membandingkan dokumen mutu yang sudah ada di PNJ (ISO-9001:2008 dan SPMI-PNJ). Data dari kedua dokumen mutu tersebut dianalisis dengan mengacu pada persyaratan standar ISO-9001:2008 dan Pedoman SPMI Dikti yang mengacu pada UU No. 12 Tahun 2012 dan PP 19 Tahun 2005

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Konfirmasi Dokumen SPMI-PNJ dengan " 8 Prinsip ISO"

Dokumen SPMI-PNJ dibuat semata-mata mengacu pada Buku Panduan SPMI dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang berbasis pada PP No. 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan, jadi belum dipertimbangkan keseuaiannya dengan "8 Prinsip ISO-9001:2008". Agar dokumen SPMI-PNJ tersebut dapat digunakan dalam SMM-ISO 9001:2008, maka dokumen tersebut harus dianalisa apakah sudah memenuhi tuntutan prinsip-prinsip ISO atau tidak. Jika belum memenuhi tentunya harus ditambahkan/diperbaiki. Berikut ini akan dianalisis tentang konfirmasi dokumen SPMI-PNJ dengan prinsip-prinsip ISO tersebut.

Tabel-3.1. Konfirmasi Dokumen SPMI-PNJ dengan " 8 Prinsip ISO"

No.	PRINSIP ISO	Konfirmasi di SPMI	Penjelasan
[1]	[2]	[4]	[5]
1.	Fokus Pelanggan	√	• Menjamin bahwa setiap mahasiswa (pelanggan) dilakukan sesuai standar dst. • SPMI PNJ dirancang, …., ditingkatkan mutunya secara berkelanjutan … • Prinsip melaksanakan SPMI berorientasi kepada pemangku kepentingan internal dan

No.	PRINSIP ISO	Konfirmasi di SPMI	Penjelasan
			eksternal.
2.	Kepemimpinan:	√	• Standar Isi → pertimbangan pemasok dan pemakai (SMTA dan industri) • Visi selalu menjadi acuan setiap dokumen. • Sasaran diwujudkan dalam pernyataan standar. • Standar personalia dan standar Pendidik → persyaratan kompetensi.
3.	Keterlibatan Orang	√	• Secara substansial SPMI sudah menunjukkan adanya keterlibatan semua orang dalam menjalankannya. • Kebijakan SPMI mencakup semua aspek penyelenggaraan pendidikan tinggi, … dst. • Kebijakan berlaku untuk semua unit kerja yang ada di PNJ, …dst. • Mengajak semua pihak dalam PNJ untuk bekerja mencapai tujuan dengan berpatokan pada standar …dst. • Melibatkan secara aktif semua civitas academika sejak tahap perencanaan hingga tahap evaluasi dan tahap pengembangan. • Di dalam standar, manual /prosedur, selalu tercantum siapa pihak yang bertanggung jawab untuk melaksanakan.
4.	Pendekatan Proses	√	• Pendekatan proses tidak dinyatakan secara eksplisit pada SPMI, tetapi semua dokumen berisi tentang bagaimana proses dilaksanakan dengan efektif dan efisien sesuai dengan visi dan misinya. • Pendekatan proses tidak didekati dengan pendekatan input-output, tetapi didekati dengan pendekatan fungsional (unit kerja/tupoksi/struktur organisasi).
5.	Pendekatan Sistem	√	• Dalam proses penjaminan mutu di PNJ, pendekatan sistem tercermin dalam kesatuan tujuan (visi/misi) sebagai dasar penetapan kegiatan di semua unit kerja. • Pada semua dokumen, selalu ada format yang menyatakan unit kerja yang bertanggung jawab dan kaitannya dengan unit kerja lainnya.
6.	Peningkatan Terus Menerus	√	• Tercermin pada kebijakan mutu SPMI antara lain dalam model penjaminan mutu yang dianut yaitu PDCA. • Prinsip dalam melaksanakan SPMI: – Inovasi, belajar dan perbaikan secara berkelanjutan, dst
7.	Pendekatan Faktual dam Pembuatan Keputusan	√	• Tidak dinyatakan secara eksplisit mengenai pendekatan berdasarkan fakta di SPMI. • Pada manual dinayatakan antaralain: – Lakukan pemantauan secara periodik, dst. – Catat/rekam semua temuan, dst – Buat laporan tertulis secara periodik, dst.
8.	Hubungan Pemasok yang Saling Menguntungkan	√	• Tidak dinyatakan secara ekplisit, dan belum banyak pernyataan di dokumen yang mengatur tentang hubungannya dengan pemasok. • Pada standar isi tertulis, bahwa untuk menyusun kurikulum harus melibatkan pula pemasok (yaitu SMTA).

Tabel-3.2. Konfirmasi Pasal-Pasal ISO-9001:2008 dengan SPMI-PNJ

ISO-9001:2008			SPMI	
			Redaksi	Substansi
1. Lingkup	1.1. Umum		-	-
	1.2. Penerapan		-	-
2. Acuan yang mengatur			-	-
3. Istilah dan Definisi			-	-
4. Sistem Manajemen Mutu	4.1. Persyaratan Umum		X	√
	4.2. Persyaratan Dokumentasi	4.2.1. Umum	X	√
		4.2.2. Pedoman Mutu	X	√
		4.2.3. Pengendalian Dokumen	X	X
		4.2.4. Pengendalian Rekaman	X	X
5. Tanggung Jawab Manajemen	5.1. Ikrar Pelibatan (Komitmen) Manajemen		X	√
	5.2. Pusat Perhatian pada Pelanggan (Fokus)		√	√
	5.3. Kebijakan Mutu		X	√
	5.4. Perencanaan	5.4.1. Sasaran Mutu	X	√
		1.4.2. Perencanaan sistem manajemen mutu	X	√

	1.5. Tanggung jawab, wewenang dan komunikasi	5.5.1. Tanggung jawab dan wewenang	X	√
		5.5.2. Wakil manajemen	X	√
		5.5.3. Komunikasi intern	X	√
	5.6. Tinjauan Manajemen	5.6.1. Umum	X	√
		5.6.2. Masukan tinjauan	X	√
		5.6.3. Keluaran tinjauan	X	√
6. Pengelolaan Sumber Daya	6.1. Penyediaan sumber daya		√	√
	6.2. Sumber daya manusia	6.2.1. Umum	√	√
		1.2.2. Kemampuan/kompetensi, pelatihan dan kesadaran	√	√
	6.3. Prasarana		√	√
	6.4. Lingkungan kerja		√	√
7. Realisasi produk	7.1. Perencanaan realisas produk		X	√
	7.2. Proses berkaitan dengan pelanggan	7.2.1. Penetapan persyaratan yang berkaitan dengan produk.	X	√
		7.2.2. Tinjauan persyaratan dengan produk	X	X
		7.2.3. Komunikasi pelanggan	√	√
	7.3. Perancangan dan pengembangan	7.3.1. Perencanaan perancangan dan pengembangan.	X	√
		7.3.2. Masukan perancangan dan pengembangan.	√	√
		7.3.3. Keluaran perancangan dan pengembangan.	X	X
		7.3.4. Tinjauan perancangan dan pengembangan.	X	X
		7.3.5. Verifikasi perancangan dan pengembangan.	X	X
		7.3.6. Pembenaran perancangan dan pengembangan	X	X
		7.3.7. Pengendalian perubahan perancangan dan pengembangan.	X	X
	7.4. Pembelian	7.4.1. Proses pembelian	X	X
		7.4.2. Informasi pembelian	X	X
		7.4.3. Verifikasi produk yang dibeli.	X	X
	7.5. Produksi dan penyediaan jasa	7.5.1. Pengendalian produksi dan penyediaan jasa.	√	√
		7.5.2. Validasi proses untuk produksi dan penyediaan jasa.	X	X
		7.5.3. Identifikasi dan mampu telusur.	X	X
		7.5.4. Barang milik pelanggan	X	X
		7.5.6. Pengawetan/Penjagaan produk	X	X
	7.6. Pengendalian sarana Pemantauan dan pengukuran		X	X
8. Pengukuran, analisis dan perbaikan	8.1. Umum		√	√
	8.2. Pemantauan dan pengukuran	8.2.1. Kepuasan pelanggan	X	√
		8.2.2. Audit internal	√	√
		8.2.3. Pemantauan dan pengukuran proses	√	√
		8.2.4. Pemantauan dan pengukuran produk	√	√
	8.3. Pengendalian produk tidak sesuai		X	X
	8.4. Analisis data		X	X
	8.5. Perbaikan/Peningkatan	1.5.1. Peningkatan berkelanjutan	√	√
		1.5.2. Tindakan koreksi	√	√
		1.5.3. Tindakan pencegahan	X	X

Rangkuman:
Redaksional → √ = 27%; X = 73%
Substansional → √ = 63%; X = 37%

2. Pembahasan

Sistem Penjaminan Mutu Internal merupakan tuntutan dari Ditjen Dikti terhadap semua perguruan tinggi dalam rangka pemenuhan perundang-undangan, khususnya UU No 12 Tahun 2012 dan PP 19 tahun 2005. Implementasi peraturan perundang-undangan tersebut dan mengacu kepada pedoman dari Ditjen Dikti, ditetapkanlah sistem penjaminan mutu internal di PNJ, yaitu SPMI-PNJ. Dokumen SPMI-PNJ terdiri dari Kebijakan Mutu, Manual Mutu, Standar Mutu, Prosedur Mutu, dan Formulir pendukungnya.

Di lain pihak, sistem manajemen mutu ISO-9001:2008 merupakan sistem manajemen mutu standar internasional yang sifatnya sangat umum (generik), yang menitik beratkan pada bagaimana sistem manajemen mutu dijalankan oleh perusahaan/organisasi.

Hasil analisis dengan cara melakukan pembandingan dan konfirmasi antara sistem manajemen mutu ISO-9001:2008 terhadap isi dokumen SPMI-PNJ, dapatlah diuraikan hasilnya beberapa hal:

- Hasil konfirmasi menunjukkan bahwa kesesuaian antara persyaratan pasal-pasal ISO-9001 dengan SPMI secara redaksional sangat rendah [27%], walaupun secara substansial persyaratan tersebut cukup tinggi [63%]. Oleh karena itu akan relatif sulit untuk menggunakan dokumen SPMI tanpa dokumen ISO tersendiri untuk pelaksanaannya.
- Hasil analisis lebih lanjut didapatkan bahwa ada perbedaan yang mendasar tentang cara pendekatan antara sistem ISO-9001:2008 dengan SPMI-PNJ. Pasal-pasal yang ada di ISO-9001 mengatur secara umum berbasis fungsi-fungsi manajemen yang diterapkan pada mutu, mulai dari fungsi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian. Sedangkan SPMI mendasarkan diri secara utuh pada butir-butir atau pasal-pasal pada PP No. 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan, yang sifatnya lebih spesifik/operasional. Perbandingan antara kedua dokumen dapat diuraikan seperti pada tabel di bawah.

Tabel-3.3. Perbandingan SPMI vs ISO-9001

No.	Dokumen	SPMI	ISO-9001
1.	Kebijakan Mutu	Kebijakan mutu SPMI berisi uraian lengkap, dimulai dari Visi & Misi, dilengkapi dengan Profil PNJ, Tujuan Kebijakan, Ruang lingkup, Pihak-pihak yang terkena kebijakan, Istilah dan Definisi, Model manajemen yang digunakan, prinsip, strategi,pelaksanaan SPMI, ditambah dengan Daftar Standar dan Daftar Prosedur.	Kebijakan Mutu hanya satu halaman, yang memuat komitmen seluruh personil, penegasan adanya sasaran mutu, dan perlunya adanya peninjauan secara periodik.
2.	Sasaran Mutu	Tidak mengenal sasaran mutu. Sasaran mutu di SPMI tertulis secara detil pada Standar Mutu SPMI.	Sasaran mutu merupakan ciri khas ISO, yaitu target yang akan dicapai. Sasaran mutu ada di tingkat pusat maupun di setiap unit kerja. Sasaran mutu ini harus ada, karena tuntutan Pasal ISO-9001.
3.	Pedoman Mutu (Manual Mutu)	Manual mutu di SPMI-PNJ hanya berisi tentang manual penetapan standar, manual pelaksanaan standar, manual pengendalian standar, dan manual pengembangan/peningkatan standar. Formatnya dimulai dari visi-misi, tujuan manual, ruang lingkup, definisi istilah, langkah/prosedur, pejabat pelaksana, catatan dan referensi.	Pedoman Mutu ISO-9001:2008 di PNJ berisi uraian ringkas pasal-pasal ISO. Dimulai dari Ruang lingkup, dilanjutkan dengan Profil PNJ, Sistem manajemen mutu, tanggung jawab manajemen, pengelolaan sumberdaya, realisasi produk, pengukuran, analisis dan perbaikan.Dokumen Pedoman Mutu dilengkapi dengan Peta Proses dan Daftar Prosedur.
4.	Standar	Di SPMI merupakan pokok, karena standar inilah inti dari SPMI. Standar ini mencakup10 standar SNP wajib, dan 1 standar tambahan. Pernyataan standar	Di ISO tidak mengenal istilah standar secara khusus. Standar di ISO berlaku umum, artinya penjaminan mutu harus standar,

		harus SMART sama halnya untuk Sasaran Mutu pada ISO. Format standar dimulai dari Visi-Misi, rasional, subyek/pihak penanggungjawab pelaksanan standar, definisi istilah, pernyataan isi standar, strategi pencapaian standar, indikator keberhasilan standar, dokumen terkait, dan referensi.	misalnya saasaran mutu, pengendalian dokumen, cara audit, dan lain sebagainya.
5.	Prosedur	Prosedur di SPMI adalah bagaimana langkah-langkah yang harus ditempuh dalam melaksanakan sesuatu dalam rangka mencapai standar. Format prosedur adalah dimulai dari tujuan prosedur, ruang lingkup prosedur, standar yang memerlukan prosedur ini, defisnisi istilah, prosedur pokoknya, penanggung jawab, bagan alir, catatan, dan dokumen terkait. Tidak dikenal prosedur wajib (6). Hanya saja untuk level pelaksanaan standar umum diistilahkan manual. Jadi tidak ada prosedur khusus yang mengatur tentang pengendalian dokumen, rekaman, tatacara audit, dsb.	Dikenal adanya prosedur wajib yang bersitat umum, dan prosedur dan IK untuk operasional di unit kerja. Prosedur wajib adalah prosedur pengendalian dokumen, prosedur pengendalian rekaman, prosedur audit internal, prosedur pengendalian produk tidak sesuai, dan prosedur tindakan perbaikan dan pencegahan.
6	Formulir	Formulir digunakan sebagai sarana dalam pelaksanaan penjaminan mutu, untuk melaksanakan prosedur, untuk mencapai standar. Formulir disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan/unit kerja.	Formulir digunakan sebagai sarana dalam pelaksanaan penjaminan mutu, untuk melaksanakan prosedur, untuk mencapai sasaran mutu. Formulir disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan/unit kerja.
7.	Pengesahan	Diperlukan pengesahan, tetapi tidak diatur secara khusus pada prosedur.	Diperlukan pengesahan, diatur secara khusus pada prosedur wajib.
8.	Penomoran	Diperlukan penomoran secara khusus, tetapi tidak diatur secara khusus pada prosedur.	Penomoran diatur dalam prosedur wajib.

Menjawab tujuan penelitian ini, maka dalam jangka pendek masih relatif sulit untuk dapat mengintegrasikan kedua dokumen, yaitu dokumen SPMI-PNJ dan Dokumen ISO-9001:2008 PNJ, menjadi satu dokumen. Masih diperlukan waktu untuk penelaahan yang lebih mendalam dan intensif, yang melibatkan pakar dalam dua bidang tersebut, sampai dapat disusun suatu dokumen yang terintegrasi antara SPMI-PNJ dengan ISO-9001:2008 PNJ.

IV. KESIMPULAN

1. Secara redaksional, sangat sedikit pasal-pasal ISO-9001:2008 yang dapat diakomodasi oleh dokumen SPMI, baik kebijakan, standar, maupun manual SPMI.
2. Secara substansial, persyaratan ISO-9001:2008 yang tercermin dalam pasal-pasalnya cukup banyak sehingga memungkinkan dilaksanakan jika menerapkan SPMI.
3. Pada dasarnya cara pendekatan penjaminan mutu SPMI dan ISO-9001:2008 adalah berbeda. Sehingga dalam jangka pendek sulit untuk mengintegrasikan kedua dokumen tersebut. Masih perlu waktu dan usaha yang lebih intensif untuk menggunakan satu dokumen saja dalam mengimplementasikan SPMI dan ISO-9001:2008 di PNJ.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] _____, “Undang-Undang No. 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi, Bab III: Penjaminan Mutu”, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 No. 158, halaman : 37-41.

[2] _____, “Sistem Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi (SPM-PT)”, halaman 10-24, Ditjen Dikti, Kemendiknas, 2010.

[3] Sobana, H.E., “Tips Memahami Sistem Manajemen Mutu ISO-9001”, halaman: 9-47, Alfa Beta, Bandung, 2012.

[4] Gaspersz, Vincent, “Three-In-One ISO-9001-ISO 14001 dan OHSAS 18001”, halaman: 11-22, Vinchristo, Bogor, 2012.

Upaya Peningkatan Mutu dan Kinerja Laboratorium Teknik Konversi Energi

Emir Ridwan[1], Andi Ulfiana[1]
Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
emir.ridwan@yahoo.com

Abstrak

Inti kajian difokuskan pada faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas proses pembelajaran, khususnya eksternal. Faktor ekternal yang diteliti adalah pengelolaan laboratorium Teknik Konversi Energi dalam upaya untuk meningkatkan mutu dan kinerja laboratorium.

Penelitian ini bertujuan mengetahui gambaran pengelolaan laboratorium Teknik Konversi Energi, menganalisis kontribusi pengelolaan laboratorium Teknik Konversi Energi terhadap efektivitas proses pembelajaran, membuat standar kerja (SOP) yang berkaitan dengan pengelolaan laboratorium, menganalisis standar prosedur operasional bekerja di laboratorium dan mendeskripsikan aspek-aspek keamanan dan keselamatan kerja di laboratorium. metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif deskriptif. Sumber data diperoleh dari survey, wawancara informan, dokumen dan arsip serta observasi lapangan. Teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling yaitu dengan memilih informan yang dianggap mengetahui informasi sesuai permasalahan penelitian.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis interaktif yang mencakup tiga komponen yaitu sajian data, reduksi data dan penarikan kesimpulan. Survey dilakukan terhadap mahasiswa Program Studi Teknik Konversi Energi, JurusanTeknikMesin, PoliteknikNegeri Jakarta denganjumlahsampel 74 mahasiswa. Instrumen berupa angket dengan skala Likert. Wawancara dilakukan terhadap teknisi dan dosen pembimbing praktikum di Laboratorium Teknik Konversi Energi. Hasil Penelitian di Laboratorium Teknik Konversi Energi menunjukkan bahwa pengelolaanl aboratorium berkriteria cukup baik.

Keyword : Laboratory ofEnergy Conversion Engineering, Management, Performance, SOP, Learning Effectiveness

Abstract

Core study focused on the factors that influence the effectiveness of the learning process, especially externally. External factors studied were management Energy Conversion Engineering Laboratory in an effort to improve the quality and performance of the laboratory.

This study aims tofind a picture of Energy Conversion Engineering laboratory management, laboratory management analyzes the contribution of Energy Conversion Engineeringon the effectiveness of learningprocess, making labor standards (SOP) relating to the management of the laboratory, analyzed the working standard operating procedures in the laboratory and describe easpects of security and safety workin the laboratory. methods used in thisresearchis descriptive qualitative. Sources of data obtained from the survey, informant interviews, document sandarchives as well as field observations. The sampling technique use dispurposive sampling to select informants whoknow the information deemedappropriate research problems.

Data analysis techniquesused in this study using the interactive analysis includes three components: data presentation, data reduction and conclusion. Surveys were administered to students of Energy Conversion Engineering, Department of Mechanical Engineering, Polytechnic of Jakarta with a sample of 74 students. Instrumentsin the form of a questionnaire with Likert scale. Interviews were conducted with labtechnician and supervisor at Energy Conversion ngineering Laboratory. Research in Energy Conversion Engineering Laboratory showed that laboratory management good.

Keyword: Laboratory ofEnergy Conversion Engineering, Management, Performance, SOP, Learning Effectiveness

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Peningkatan dan perombakan komponen pendidikan terus dilakukan untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Berbagai program dan kebijakan digulirkan baik oleh pemerintah maupun perguruan tinggi, begitu pula dalam pemenuhan sarana dan prasarana pendukung pembelajaran. Hal ini harus dibarengi dengan pengelolaan yang baik dan sesuai dengan standar nasional serta landasan pembelajaran yang berlaku.

Pengelolaan merupakan proses memberdayaan sumber daya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu sasaran yang diharapkan secara optimal dengan memperhatikan keberlanjutan fungsi sumber daya. *Henri Fayol (1996: 86)* menyatakan bahwa pengelolaan hendaknya dijalankan

berkaitan dengan unsur atau fungsi-fungsi manajer, yakni perencanaan, pengorganisasian, pemberian komando, pengkoordinasian, dan pengendalian. Sementara *Luther M. Gullick (1993:31)* menyatakan fungsi-fungsi manajemen yang penting adalah perencanaan, pengorganisasian, pengadaan tenaga kerja, pemberian bimbingan, pengkoordinasian, pelaporan, dan penganggaran. Pengelolaan laboratorium berkaitan dengan pengelola dan pengguna, fasilitas laboratorium (bangunan, peralatan laboratorium), dan aktivitas yang dilaksanakan di laboratorium yang menjaga keberlanjutan fungsinya.

Pengelolaan laboratorium merupakan tanggung jawab bersama baik pengelola maupun pengguna. Oleh karena itu, setiap orang yang terlibat harus memiliki kesadaran dan merasa terpanggil untuk mengatur, memelihara, dan mengusahakan keselamatankerja. Mengatur dan memelihara laboratorium merupakan upaya agar laboratorium selalu tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Sedangkan upaya menjaga keselamatan kerja mencakup usaha untuk selalu mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan sewaktu bekerja di laboratorium dan penanganannya bila terjadi kecelakaan. Para pengelola laboratorium hendaknya memiliki pemahaman dan keterampilan kerja di laboratorium, bekerja sesuai tugas dan tanggung jawabnya, dan mengikuti peraturan. Pengelola laboratorium umumnya sebagai berikut :

- Kepala Program Studi
- KepalaLaboratorium
- Teknisi

Laboratorium merupakan ujung tombak pendidikan, penelitian dan pengabdian pada masyarakat suatu perguruan tinggi. Laboratorium adalah suatu kamar atau ruangan untuk melakukan kegiatan atau penelitian yang ditunjang oleh adanya sarana dan prasarana laboratorium yang lengkap.

Dalam upaya peningkatan mutu dan kualitas Laboratorium Teknik Konversi Energi maka dilakukan penelitian. Penelitian ini berjudul : “Upaya Peningkatan Mutu dan Kinerja Laboratorium Teknik Konversi Energi”. Penelitian ini dilakukan untuk peningkatan sumberdaya manusia dan sarana prasarana laboratorium sehingga dapat meningkatkan ketrampilan mahasiswa.

II. METODE PENELITIAN

1. Sumber Data

Sumber data ini adalah dari personil yang terdiri dari mahasiswa semester 3 dan 5 (74 orang), teknisi, dosen dan data kondisi lab saat ini.

2. Cara Pengambilan data

Cara Pengambilan data dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Angket mahasiswa (74 orang), dengan metode Likert
- Wawancara teknisi, dosen
- Pengumpulan dan evaluasi dokumen

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis interaktif yang mencakup tiga komponen yaitu sajian data, reduksi data dan penarikan kesimpulan.

Angket dibuat berdasarkan 4 kategoriyaitu :

- Sumber Daya Manusia (SDM)
- Saranadan Prasarana (Fisik)
- Equipment (Peralatan)
- Harapan (Keinginan)

Dalam pembuatan angket dibuat 4 peringkat dan memiliki nilai (skor) yaitu :

- Sangatbaik = (4)
- Baik = (3)
- Cukup = (2)
- Kurang = (1)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil angket dan wawancara dari responden sebanyak 74 mahasiswa terdiri dari dua angkatan semester 3 dan 5 ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 3.1 Hasil angket per item pertanyaan.

No	Aspek yang dinilai	Nilai
1	Apakah anda puas dengan pelayanan lab energy	2,62
2	Bagaimana pendapat anda dengan petugas teknisi	2,78
3	Kecepatan waktu Pelayanan	2,55
4	Keramahan Pelayanan	2,86
5	Apakah anda puas dengan Fasilitas lab energy	2,31
6	Bagaimana pendapat anda tentang sarana dan prasarana lab energy	2.27
7	Kebersihan Ruang Praktek	3,01
8	Bagaimana pendapat anda tentang alat praktek	2.12
9	Apakah spesifikasi praktek sudah memenuhi kebutuhan perkuliahan	2,31
10	Apakah sitem operasi alat sudah mendukung perkuliahan anda	2,36
11	Kesiapan Alat Praktek	2,47
12	Apakah anda membutuhkan fasilitas internet di lab Energi	3,48
13	Apakah fasilitas lab bisa and apakai diluar jam kuliah	2,21

Dari tabel 3.1 di atas terlihat bahwa nilai terendah 2.12 terdapat pada item no.8 yaitu Kondisi Peralatan Praktek kurang memadai. Hal tersebut di atas lebih diperjelas lagi dengan komentar-komenta rmahasiswa yang menyatakan bahwa jumlah peralatan praktek dirasa masihkurang, serta kemutakhiran dari peralatan praktek yang dirasakan sudah ketinggalan jaman.

Sementara itu, rasio penggunaan peralatan praktek saat ini adalah 1:8 untuk peralatan elektrikal dan 1:6 untuk peralatan mekanikal. Sedangkan rasio standar yang ditetapkan untuk penyelenggaraan praktek yang baik adalah 1:4. Untuk itu perlu dilakukan usaha terus-menerus agar penyelenggaraan praktek dapat dilakukan sesuai standar dengan harapan kompetensi lulusan pun dapat meningkat sesuai dengan yang ditargetkan.

Tabel 3.2.Hasil Angket berdasarkan Kategori

No	Kategori	Aspek yang dinilai	Nilai Rata-Rata per Item	Nilai Rata-Rata per Kategori
1	Sumber Daya Manusia (SDM)	Apakah anda puas dengan pelayanan lab energy	2.62	2.70
2		Bagaimana pendapat anda dengan petugas teknisi	2.78	
3		Kecepatan waktu Pelayanan	2.55	
4		Keramahan Pelayanan	2.86	
5	Sarana dan Prasarana (Fisik)	Apakah anda puas dengan Fasilitas lab energy	2.31	2.53
6		Bagaimana pendapat anda tentang sarana dan prasarana lab energy	2.27	
7		Kebersihan Ruang Praktek	3.01	
8	Equipment (Peralatan)	Bagaimana pendapat anda tentang alat praktek	2.12	2.32
9		Apakah spesifikasi praktek sudah memenuhi kebutuhan perkuliahan	2.31	
10		Apakah sitem operasi alat sudah mendukung perkuliahan anda	2.36	
11		Kesiapan Alat Praktek	2.47	
12	Harapan (Keinginan)	Apakah anda membutuhkan fasilitas internet di lab Energi	3.48	2.85
13		Apakah fasilitas lab bisa anda pakai diluar jam kuliah	2.21	

Dari tabel 3.2 di atas terlihat bahwa nilai berdasarkan kategori yaitu :

- Sumber Daya Manusia (SDM) = 2,70
- Sarana dan Prasarana (Fisik) = 2.53
- Equipment (Peralatan) = 2,32
- Harapan (Keinginan) = 2,85

Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia di Laboratorium Teknik Konversi Energi terdiri dari :

1. Kepala laboratorium.
   Kepala laboratorium bertugas mengelola laboratorium sehingga kegiatan praktikum maupun penelitian di laboratorium berjalan lancar. Kepala laboratorium perlu meningkatkan kemampuannya dalam mengelola laboratorium sehingga kegiatan di laboratorium dapat terlaksana dengan baik.
2. Dosen pembimbing praktikum,
   Sejauh ini, dosen pembimbing dengan kapasitas ilmunya tidak mempunyai kendala berarti dalam membimbing mahasiswa saat pelaksanaan praktikum. Jika ada alat baru, dilakukan pelatihan penggunaan alat terlebih dahulu terhadap dosen dan teknisi dapat menggunakan alat dengan benar dan aman.
3. Teknisi
   Laboratorium Teknik Konversi Energi mempunyai 2 (dua) orang teknisi dengan latar belakang ilmu listrik dan mekanik. Bidang ilmu listrik dan mekanik merupakan bagian dari bidang ilmu teknik konversi energi. Untuk meningkatkan kemampuan teknisi maka dilakukan pelatihan-pelatihan terhadap teknisi.
4. Praktikan
   Praktikan adalah mahasiswa dan peneliti yang menggunakan peralatan laboratorium. Peneliti di Laboratorium Teknik Konversi Energi adalah dosen yang melakukan penelitian dalam pelaksanaan tri dharma perguruan tinggi. Sejauh ini, peneliti tidak mendapatkan kesulitan dalam pengoperasian alat. Pelaksanaan praktikum oleh mahasiswa dibawah bimbingan dosen yang sudah memahami penggunaan peralatan laboratorium, sehingga kegiatan praktikum dapat berjalan lancar.

Sarana dan Prasarana Laboratorium

Sarana dan prasarana Laboratorium Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Jakarta sudah cukup lengkap dan sesuai GBPP dan SAP setiap mata kuliah yang membutuhkan kegiatan praktek, hanya ada beberapa alat yang sedang dalam perbaikan.

Equipment (Peralatan)

Peralatan yang ada di Laboratorium Teknik Konversi Energi sudah cukup lengkap untuk kegiatan praktikum dan penelitian. Setiap tahun dilaksanakan pengadaan barang dan peralatan laboratorium sehingga kebutuhan peralatan di laboratorium Teknik Konversi Energi tercukupi.
Beberapa peralatan yang mengalami kerusakan karena usia yang sudah tua sedang dalam perbaikan.
Pada umumnya alat-alat ukur yang digunakan sekarang adalah alat-alat ukur baru. Alat-alat ukur lama yang masih dapat digunakan tetap dipertahankan.
Peralatan yang baru membuat motivasi dosen dan mahasiswa untuk melaksanakan praktikum lebih meningkat, karena peralatan baru mempunyai teknologi yang lebih baik dibanding peralatan lama.

IV. KESIMPULAN

1. Peralatan di Laboratorium Teknik Konversi Energi sudah sesuai dengan GBPP dan SAP mata kuliah praktik. Hanya ada beberapa alat yang masih dalam perbaikan.Beberapa peralatan sudah diperbarui
2. Sumber daya manusia cukup kompeten tetapi masih memerlukan peningkatan kualitas dengan mengikuti pelatihan yang sesuai.

3. Laboratorium Teknik Konversi Energi sudah dilengkapi dengan standar prosedur kerja (SOP) untuk hampir semua peralatannya.
4. Mata kuliah praktik sudah dilengkapi dengan penuntun praktikum (SOP) sehingga mempermudah dalam pelaksanaan praktikum.
5. Laboratorium Teknik Konversi Energi sudah dilengkapi dengan standar keamanan dan keselamatan kerja. Peralatan penunjangnya antara lain adalah sarung tangan dengan kemampuan isolasi terhadap tegangan tinggi dan peralatan pemadam kebakaran. Setiap mahasiswa diharuskan menggunakan sepatu karet pada saat pelaksanaan praktikum. Jika terjadi arus yang cukup besar melebihi kemampuan alat, alat pengaman memberi respon yang cepat dengan memutuskan arus listrik. Terdapat jalur evakuasi yang cukup luas.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Henri Fayol, prinsip-prinsip Manajemen, (1996: 86)
[2] Luther M. Gullick, Papers on the Science ofAdministration", www.*arifcintaselvia.wordpress.com/kuliah/manajemen-publik/posdcorb/*(1993:31)

Peningkatan Keterampilan Berbicara Bahasa Inggris Melalui Teknik Role Play (Penelitian Tindakan Pada Mahasiswa Program Studi Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta)

Wardah Hanafiah; Dedi Junaedi
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
wardah_hanafiah@yahoo.com

Abstrak

Penelitian tindakan ini bertujuan untuk meningkatkan *education atmosphere* melalui peningkatan kualitas pembelajaran dengan optimalisasi kerja sumber daya manusia dalam hal ini pengajar dengan hasil akhir adalah meningkatnya keterampilan berbicara bahasa Inggris mahasiswa.
Penelitian telah dilakukan pada mahasiswa semester dua (2) Program Studi Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta yang terdiri dari dua kelas yang berjumlah 31 mahasiswa.
Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode kualitatif berupa penerapan teknik *role play* dengan desain penelitian yang terdiri dari dua siklus. Data terdiri dari data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif dikumpulkan melalui teknik pencatatan pengamatan dan wawancara. Data kuantitatif diperoleh melalui tes berbicara bahasa Inggris. Kemudian data dianalisis dengan analisis matriks.
Hasil yang diperoleh bahwa 1) Setelah siklus kedua, 50% dari mehasiswa kelas 2P memperoleh nilai standar minimal 70. Dan kelas 2K 53%. Ini menunjukkan bahwa target keberhasilan penelitian tercapai yakni lebih dari 50% mahasiswa mencapai nilai standar minimal 70. 2) Dari hasil pengamatan dan wawancara bahwa pembelajaran berbicara bahasa Inggris dengan teknik role play memberi pengaruh positif terhadap sikap mahasiswa dalam pembelajaran bahasa Inggris.

Kata Kunci: penelitian tindakan, bermain peran, pendekatan komunikasi, keterampilan berbicara, akurasi, kefasihan, siklus, peningkatan.

Abstract

This reserach was aimed to improve the education atmosphere by increasing teaching and learning process through human resource working optimal in this case to improve students speaking skill. This research was conducted at Heavy Equipment Study Program of State Polytechnic of Jakarta in the second semester of 2011/2012 academic year with the sample of thirty students.
The reserch findings show that: 1) after the second cycle stage, 50% from 2P students got the minimal standard score of 70, and 53% for 2K students. It means that the research has successfully reached the target, that is: more than 50% of students get the minimal standard score of 70 for speaking skill. 2) Through observation and interview the research findings prove the effectiveness of role play technic gives the positive sides to the students in learning English.

Key Words : action research, role play, communicative approach, speaking skil, accuracy, fluency, cycle stage, improve

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

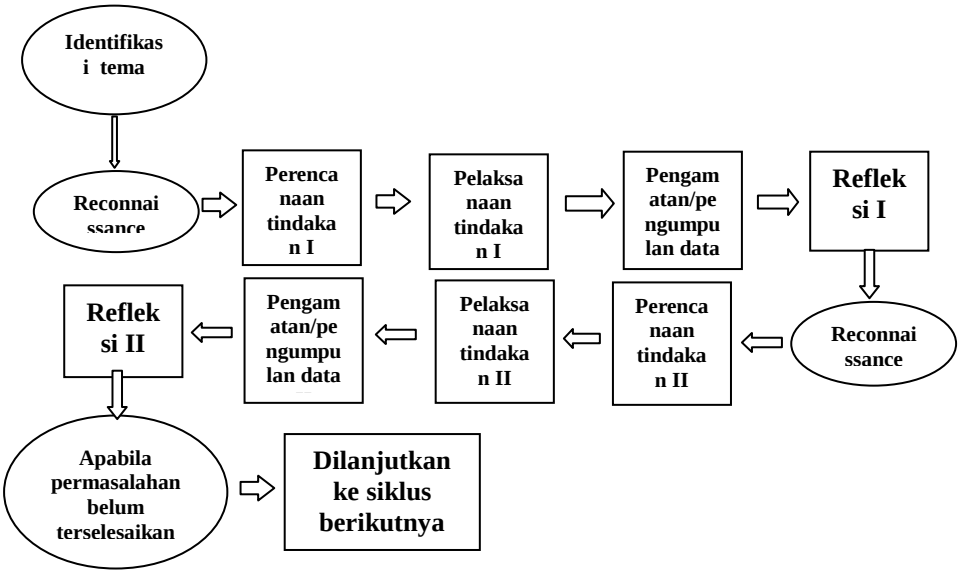
Keterampilan berbicara merupakan indikator bahwa pembelajar telah menguasai bahasa Inggris dengan baik. Permasalahan yang ditemukan pada mahasiswa semester 2 Program Studi Teknik Alat Berat adalah kemampuan berbicara bahasa Inggris mahasiswa kurang fasih (*fluency*) dan kurang tepat (*accuracy,)* respon kurang baik, kurang aktif, lebih sering mencampur dengan bahasa Indonesia (*code mixing*).
Untuk mengatasi masalah yng terjadi, telah dikakukan penelitian tindakan dengan menggunakan teknik bermain peran. Pendekatan penelitian tindakan merupakan penerapan prinsip ”*learning by doing*” dari sekelompok partisipan yang menemukan dan mengidentifikasi adanya suatu masalah, kemudian mengupayakan solusinya, mengadakan pengamatan hasilnya, bila belum sesuai dengan yang diharapkan maka dilakukan pengulangan kembali. Penelitian ini telah dilaksanakan dalam dua siklus.
Penelitan ini menggunakan *Role play* yang merupakan sebuah bentuk improvisasi dengan pendekatan berbasis komunikatif. Fungsi *role play* adalah untuk memfasilitasi terjadinya komunikasi dan interaksi yang bermakna bagi pembelajar bahasa karena dikaitkan dengan

komunikasi nyata. Dalam pelaksanaannya, mahasiswa diberi kesempatan untuk mempraktikkan komunikasi dan memainkan peran yang berbeda dari kesehariannya dalam sebuah situasi yang sudah ditentukan. Hal ini berarti situasi dan kondisi pembelajaran seolah-olah berada di luar kelas, meskipun saat itu pembelajaran terjadi di dalam kelas.

Selanjutnya penerapan teknik *role play* untuk meningkatkan keterampilan berbicara telah dilakukan penelitian oleh Siti Fathonah untuk thesisnya pada Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta, 2009 yang berjudul "Upaya Meningkatkan Keterampilan Berbicara Bahasa Indonesia melalui Teknik Bermain Peran pada Mahasiswa", Siti Fathonah melaporkan bahwa teknik beermain peran (*role play*) cukup efektif untuk meningkatkan keterampilan berbicara mahasiswa semester II PBSID FKIP UMP. Mahasiswa memenuhi ketuntasan belajar, lebih antusias dan bersemangat dalam proses pembelajaran, lebih berani dalam mengekspresikan ide, pikiran dan perasaan. Namun penelitian Siti Fathonah digunakan untuk meningkatkan keterampilan berbicara bahasa Indonesia. Oleh karena itu dalam penelitian ini, dilakukan untuk meningkatkan keterampilan berbicara bahasa Inggris.(Siti Fathonah, 2009)

II. METODE PENELITIAN

Rancangan tindakan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu kepada model penelitian tindakan John Elliot yang dielaborasi dari model penelitian tindakan Kemmis dan Mc Taggart yang berlangsung dalam dua siklus (David Hopkins, 2002:47) Rancangan tersebut dapat dilihat dalam bagan berikut ini:



Gambar 3.1. Rancangan Tindakan

Jenis data yang diperoleh adalah data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh melalui wawancara dan lembar pengamatan. Data kuantitatif diperoleh melalui tes berbicara bahasa Inggris.

1. Pengumpulan Data
   Instrumen utama dalam pengumpulan data adalah peneliti sendiri. Pengumpulan data dilakukan mengacu kepada Mills dan Cresswell dengan menggunakan teknik 3 E yaitu:
   a. Teknik *Experiencing*, melalui pencatatan pengamatan oleh peneliti dan kolabolator selama pelaksanaan tindakan.
   b. Teknik *Examining*, melalui pemeriksaan hasil tes keterampilan berbicara bahasa Ingris mahasiswa.
   c. Teknik *Enquiring*, dengan melakukan wawancara kepada mahasiswa. (George E. Mills, 2003:91 dan John W. Cresswell, 2008:611)
2. Analisis Data
   Data dianalisis dengan merujuk kepada Miles dan Huberman dalam Hopkins melalui matriks analisis data model interaktif yang terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut:

a. Reduksi Data (*data reduction*), yang meliputi proses pemilihan (*selecting*), pemusatan perhatian (*focusing*), penyederhanaan (*simplifying*) dan pentransformasian data mentah yang muncul dalam catatan di lapangan.
b. Penyajian Data (*data display*), menyajikan data menjadi informasi yang memungkinkan peneliti untuk melakukan tahap selanjutnya yaitu:
c. Penarikan kesimpulan (David Hopkins, 2002:33-35)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Teknik pengajaran bahasa Inggris pada program study Teknik Alat Berat telah diperbaiki untuk perbaikan dan peningkatan keterampilan berbicara bahasa Inggris Mahasiswa dalam suatu penelitian tindakan sebagaimana yang disarankan oleh Kenneth Zeichner dan Susan Noffke dalam Gall dan Borg (Gall Borg, 2003: 579)
2. Mahasiswa dikondisikan pada situasi tertentu di luar kelas, meskipun saat itu pembelajaran terjadi di dalam kelas. Freeman mengatakan dengan teknik role play kegiatan dapat diatur secara teratur maupun secara bebas yang membuat mahasiswa lebih aktif. (Larsen-Freeman, 2001: 134)
3. Mahasiswa diberi kesempatan untuk mempraktekkan keterampilan berbicara dalam sebuah kegiatan yakni bermain peran dan dapat berbicara dengan fasih (fluency) dan tepat (accuracy) sebagaimana diungkapkan oleh Brown pentingnya kefasihan dan ketepatan dalam berbicara. (H. Douglas Brown, 2007:323)
4. Kegiatan role play telah dilakasanakan dalam dua siklus dengan hasil sebagai berikut:
   a. Hasil Siklus I

      Hasil tes menunjukkan bahwa mahasiswa yang memenuhi standar nilai minimal 70 yang ditetapkan sebagai indikator keberhasilan penelitian di kelas 2P adalah 4 orang (25%). Dibandingkan dengan nilai pra-tindakan yang memenuhi standar minimal 70, hanya 1 orang (6,25%), hasil tes siklus I menunjukkan peningkatan sebesar 18,75%. Sementara di kelas 2K hasil tes di atas menunjukkan bahwa mahasiswa yang memenuhi standar nilai minimal 70 yang ditetapkan sebagai indikator keberhasilan penelitian adalah 5 orang (33,3%). Sama dengan nilai pra-tindakan yang memenuhi standar minimal 70 sebanyak orang 5 orang (33,3%), hasil tes siklus I belum menunjukkan peningkatan.
   b. Hasil Wawancara I

      Untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap kegiatan peningkatan keterampilan berbicara bahasa Inggris dengan teknik role play ini, peneliti mewawancarai 5 orang mahasiswa dari kelas 2P. Dari kelas 2K, peneliti mewawancarai hanya 3 orang mahasiswa yang mewakili seluruh mahasiswa dari kelas tersebut karena seluruh mahasiswa terlihat sangat bersemangat.

      Hasil wawancara menunjukkan bahwa, mahasiswa kelas 2P menunjukkan motivasi yang tinggi untuk meningkatkan keterampilan berbicara bahasa Inggris. Mereka mengatakan sangat ingin bisa berbicara bahasa Inggris dengan lancar mengingat semester depan akan mengikuti On Job Training (OJT). Dari kelas 2K diperoleh kesimpulan bahwa lancar berbicara bahasa Inggris sangat penting untuk berbagai kegiatan di kampus atau di luar di mana saja dan kapan saja

      Data dari Kolaborator

      Menurut kolaborator, jika dibandingkan dengan nilai pra- pada tindakan, maka perkembangan keterampilan berbicara mahasiswa pada siklus I masih perlu dilanjutkan siklus II terutama kelas 2P. kalimat-kalimat mahasiswa masih perlu perbaikan, demikian juga pemakaian kata-kata masih ada yang kurang tepat.

      Berdasarkan hasil pengamatan pelaksanaan tindakan, hasil tes keterampilan berbicara bahasa Inggris dan wawancara dengan beberapa mahasiswa mengungkapkan beberapa penemuan. Penemuan penelitian pada siklus I ini adalah sebagai berikut:

1. Aktivitas *role play* belum berjalan dengan lancar, mahasiswa masih terlihat ragu-ragu, kurang percaya diri dan bahkan masih ada yang takut karena belum dapat berbicara dengan bahasa Inggris. Terutama pada kelas 2P.
2. Pada saat permainan peran berlangsung, peneliti membetulkan kalimat mahasiswa dan membantu kata-kata ketika mahasiswa lupa atau tidak mengetahui kata tersebut dalam bahasa Inggris yang seharusnya dilakukan pada saat evaluasi.
3. Respon mahasiswa terhadap kegiatan peningkatan keterampilan berbicara bahasa Inggris dengan teknik *roleplay* pada sikuls I menunjukkan sikap yang positif, dan cukup bersemangat.
4. Rerata nilai ketrampilan berbicara mahasiswa kelas 2P sebesar 63,4 hal ini menunjukkan sedikit meningkat dibandingkan dengan nilai rata-rata pra-tindakan 59,8. Demikian pula untuk kelas 2K, nilai rata-rata pra-tindakan adalah 68,9 dan nilai rata-rata hasil tes siklus I adalah 69,4 yang berarti hanya sedikit sekali peningkatan. Peningkatan ini belum memenuhi target penelitian yaitu nilai minimal 70 mencapai lebih dari 50% mahasiswa. Karena belum mencapai target berarti belum memenuhi indikator keberhasilan penelitian, maka kegiatan peningkatan keterampilan berbicara dengan menggunakan teknik *roleplay* perlu dilanjutkan pada siklus II.

c. Hasil Siklus II

Hasil tes siklus II menunjukkan bahwa mahasiswa yang memenuhi standar nilai minimal 70 yang ditetapkan sebagai indikator keberhasilan penelitian di kelas 2P adalah 8 orang (50%). Dibandingkan dengan nilai siklus I yang memenuhi standar minimal 70 hanya 4 orang (25%), hasil tes siklus I menunjukkan peningkatan sebesar 25%. Sementara di kelas 2K hasil tes siklus II menunjukkan bahwa mahasiswa yang memenuhi standar nilai minimal 70 yang ditetapkan sebagai indikator keberhasilan penelitian adalah 9 orang (60%). Dibandingkan hasil tes siklus I hanya 5 orang (33,3%),.

d. Hasil Wawancara II

Wawancara dilakukan pada akhir siklus II pada tanggal 28 Mei 2012 untuk mengetahui pendapat mahasiswa mengenai penerapan teknik role play untuk meningkatkan keterampilan berbicara bahasa Inggris. Dari mahasiswa kelas 2P, dapat disimpulkan bahwa dengan teknik bermain peran, mereka sangat merasakan peningkatan keterampilan berbicara. Sebelumnya ada rasa takut salah, sekarang mereka jadi lebih berani untuk berbicara karena teman-teman lainnya semua harus berbicara.

Sedangkan mahasiswa kelas 2K mengatakan senang dengan praktik seperti ini, walaupun belum begitu signifikan peningkatannya, tapi membuatnya lebih berani dan juga menambah perbendaharaan kata.

IV. KESIMPULAN

1. Keterampilan berbicara bahasa Inggris mahasiswa dapat diangkat melalui penerapan teknik *role play*.
2. Keterampilan berbicara bahasa Inggris mahasiswa dapat diangkat melalui penerapan teknik *role play*.
3. Teknik ini memberi pengaruh sikap positif mahasiswa dalam pembelajaran berbicara bahasa Inggris. lebih berani mengungkapkan pendapatnya, dan lebih bersemangat dalam meningkatkan keterampilan berbicara.
4. Tidak semua mahasiswa dapat meningkatkan keterampilan berbicaranya secara signifikan melalui teknik *role play*. Mahasiswa yang berkemampuan rendah, kurang percaya diri dan ragu-ragu belum dapat meningkatkan keterampilan berbicaranya, sehingga mereka memerlukan perlakuan khusus.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Brown, H. Douglas. "Teaching by Principles: Interactive Approach to Language Pedagody", p.323. New York; Pearson education; 2007.
[2] Cresswell, John W. "Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research. 3rd ed.". p.611 New Jersey; Prentice Hall; 2008.
[3] Fatonah, Siti. "Upaya Meningkatkan Keterampilan Berbicara Bahasa Indonesia melalui Teknik Bermain Peran pada Mahasiswa"; 2009.
[4] Freeman, Diane Larsen. "**Techniques and Principles in Language Teaching, Second Edition**".p.134 UK: Oxford University Press; 2001.
[5] Gall, Meredith D., Joyce P. Gall, & Walter R. Borg, "**Educational Research: An Introduction. 7thed."** P.579; Boston; Pearson Education, Inc.; 2003.
[6] Joyce, Bruce, Marsha Weil and Emily Calhoun, "**Models of Teaching**"; p.482; USA: Pearson Education; 2000.
[7] Hopkins, David, "**A Teacher's Guide to Classroom Research. 3rd ed.";** p.47; Buckingham: Open University Press; 2002
[8] Mills, George E, "Action Research: A Guide for the Teacher Researcher. Second Edition. "; p.91; New Jersey: Prentice Hall; 2003

Penggunaan Metode Transporasi pada Jaringan Distribusi Barang dalam Rantai Pasokan untuk Mengoptimalkan Hasil

Indriyani Rebet
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negri Jakarta
Indriyanirebet_01@yahoo.com

Abstrak

Produk yang dihasilkan oleh pabrik akan didistribusikan ke pengecer melalui distributor. Sehingga perlu ditentukan strategi terbaik untuk mendistribusikan produk dari pabrik ke distributor dan dari distributor ke pelanggan sesuai kebutuhan pelanggan. Masalah pendistribusian produk ini merupakan bagian dari masalah pengelolaan rantai pasok. Pada penelitian ini dibahas pengelolaan rantai pasokan yang terdiri dua tahap. Pertama, tahap dimana produk yang dihasilkan pabrik didistribusikan ke distributor. Kedua, tahap dimana distributor mendistribusikan produk ke pengecer. Tujuan penelitian mencari perencanaan transportasi produk dari pabrik ke pengecer melalui jaringan distributor agar dapat melayani permintaan pelanggan sesuai dengan kapasitas produksi menggunakan biaya transportasi. Penelitian dimulai dengan menentukan penyelesaian pada setiap tahap menggunakan metode transportasi. Setiap tahap dilihat sebagai sub masalah yang dapat diselesaikan dengan mempertimbangkan keadaan yang mungkin dan terkait pada tahap berikutnya hanya oleh keadaan akhir pada tahap sebelumnya. Selanjutnya untuk menentukan penyelesaian secara keseluruhan dapat digunakan prinsip keoptimuman Bellman, sehingga solusi optimal secara keseluruhan merupakan gabungan dari solusi optimal setiap tahap. Hasil dari penelitian ini adalah perencanaan transportasi produk dari pabrik ke pengecer melalui jaringan distributor untuk melayani permintaan pelanggan sesuai kapasitas produksi dengan menggunakan biaya yang minimum diperoleh dengan menggabungkan solusi optimal dari setiap tahap.

Kata kunci: Rantai pasokan, metode transportasi, prinsip ke optimuman Bellman.

Abstract

The products produced by the plant will be distributed to retailers through distributors. So it is necessary to determine the best strategy to distribute products from the factory to the distributor and from the distributor to the customer according to customer requirements. The product distribution issues are part of the supply chain management problems. In this study addressed the management of the supply chain consists of two stages. First, the stage where the factory produced products distributed to distributors. Second, the stage in which the distributor distributes products to retailers. The research objective for transportation planning products from factories to retailers through a network of distributors in order to serve customer demand in accordance with a production capacity of using transportation costs. The study began by determining at each stage of completion method of transportation. Each stage is seen as sub-problems that can be solved by considering the relevant circumstances and likely only at a later stage by the end of the state at the previous stage. Furthermore, to determine the overall settlement keoptimuman Bellman principle can be used, so that the overall optimal solution is a combination of the optimal solution every stage. The results of this study are transportation planning products from factories to retailers through a network of distributors to serve customer demand in accordance with a production capacity of using the minimum cost is obtained by combining the optimal solutions of each stage.

Keywords: supply chain, transportation methods, principles to optimuman Bellman.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Aliran pengadaan barang (produk) yang dimulai dari pemasok bahan baku, yang memasok bahan baku ke pabrik untuk diolah, kemudian didistribusikan ke gudang-gudang distributor untuk selanjutnya dikirim ke pengecer dinamakan rantai pasokan. Rantai pasokan terdiri dari supplier (pemasok bahan baku), manufacturer (pabrik yangmembuat produk), distributor (pendistribusi produk), dan retailer (pengecer) yang mendistribusikan produk ke konsumen.

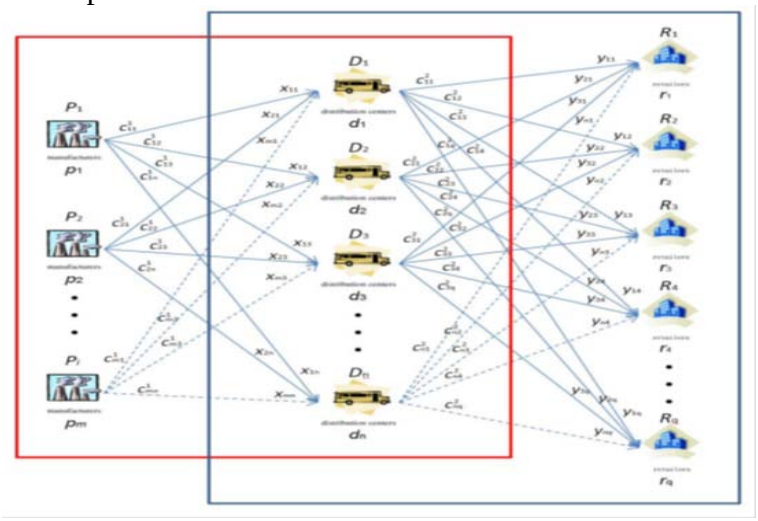
Tujuan pengelolaan rantai pasokan adalah menentukan strategi yang paling baik untuk mengorganisasikan pabrik, transportasi, persediaan, jadwal produksi maupun jadwal pengiriman agar dapat berlangsung dengan biaya yang minimum.

Salah satu masalah terpenting dalam pengelolaan rantai pasokan adalah masalah perancangan jaringan distribusi sistem yang melibatkan penempatan pabrik dan gudang distribusi, dan

menentukan strategi terbaik untuk mendistribusikan produk dari pabrik ke gudang dan dari gudang kepelanggan.

Penelitian ini menggunakan asumsi bahwa setiap tahap dalam rantai pasokan dapat diselesaikan secara tersendiri tahap pertahap menggunakan metode transportasi. Dalam setiap tahap tersebut dibutuhkan biaya-biaya, misalnya biaya pembelian bahan baku, biaya produksi, biaya transportasi, biaya penyimpanan, dan sebagainya. Biaya-biaya tersebut harus diminimalkan.

Penelitian ini membahas masalah transportasi, yang melibatkan dua tahap yaitu pendistribusian produk dari pabrik ke distributor dan dari distributor ke pengecer. Tahap pertama ditunjukkan oleh kotak berwarna merah, dan tahap kedua ditunjukkan oleh kotak berwarna biru. Setiap tahap dilihat sebagai sub masalah yang dapat diselesaikan dengan mempertimbangkan keadaan yang mungkin dan terkait pada tahap berikutnya hanya oleh keadaan akhir pada tahap sebelumnya. Dalam hal ini prinsip keoptimalan Bellman dapat dipergunakan. Setiap sub masalah akan diselesaikan dengan menggunakan metode transportasi

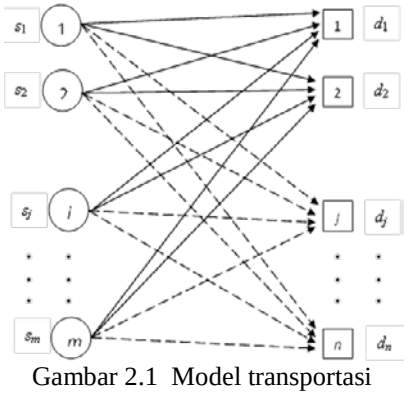


Gambar 1.1. Rantai pasokan dengan m pabrik, n distributor dan q pengecer beserta biaya-biaya dan kapasitasnya

II. MASALAH TRANSPORTASI

Model transportasi berkaitan dengan rencana penentuan biaya transportasi minimum untuk suatu produk dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan. Misalnya terdapat *m* sumber dan *n* tujuan yang meminta produk. Permasalahan ini dapat diperjelas melalui Gambar 2.1 Pada sumber ke-*i*, dengan *i*=1, 2, ..., *m*, terdapat s_i unit produk yang tersedia. Permintaan pada tujuan ke-*j*, dengan *j*=1, 2, ..., *n*, ditunjukkan oleh *dj*.

Biaya transportasi satu unit produk dari sumber ke-*i* tujuan ke-*j* adalah c_{ij} . Misalkan x_{ij}, dengan i = 1,2,..., *m*; *j*=1,2,..., *n* adalah jumlah produk yang dikirim dari sumber ke-*i* ke tujuan ke-*j*. Masalahnya adalah menentukan nilai x_{ij} yang akan meminimumkan keseluruhan biaya transportasi. Solusi optimal pada masalah transportasi disebut sebagai perencanaan transportasi(transportation plan)



Gambar 2.1 Model transportasi

Fungsi tujuan dari masalah transportasi ini adalah:

$$f = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{1} x_{ij}$$

Kendala pada masalah transportasi berkaitan dengan keterbatasan persediaan dan permintaan. Dengan memandang sumber ke-i, diperoleh kendala sumber ke-i yaitu

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = s_i, i = 1,2,...m$$

Dan dengan memandang tujuan ke-j, diperoleh kendala tujuan ke-j yaitu:

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = d_j, j = 1,2,..., n$$

Sehingga masalah transportasi dapat ditulis dalam program linier berikut ini:

Min $x_0 = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{1} x_{ij}$

Dengan kendala:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = s_i, i = 1,2,...m$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = d_j, j = 1,2,..., n$$

$x_{ij} \geq 0, i = 1,2,..., m;\ j = 1,2,...m.$

Jika total permintaan sama dengan total produk yang dikirim maka diperoleh persamaan transportasi seimbang yaitu:

$$\sum_{i=1}^{m} s_i = \sum_{j=1}^{n} d_j$$

III. METODE PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI

Penyelesaian masalah transportasi dibagi dalam dua tahap penyelesaian yaitu penyelesaian awal yang layak dan pemeriksaan keoptimuman dan perbaikan penyelesaian untuk memperoleh penyelesaian yang optimum.

1. Penyelesaian Awal.

Untuk mencari penyelesaian awal, pada penelitian ini digunakan metode Aproximasi Vogel (AV). Penggunaan metode AV.Penggunaannya terdapat pada Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Tabel masalah transportasi

Pabrik	Distributor				Kapasitas Pabrik
	D_1	D_2		D_n	
P_1	c_{11}	c_{12}		c_{1n}	a_1
P_2	c_{21}	c_{22}		c_{2m}	a_2
P_m	c_{m1}	c_{m2}		c_{mn}	a_m
Permintaan	b_1	b_2		b_n	

Isi nilai x_{ij}, i= 1,2,...,m; j= 1,2,...,n pada sel-sel yang terdapat pada tabel.Pengisian

dilakukan sedemikian hingga $\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i$ dan $\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j$

2. Pemeriksaan dan perbaikan penyelesaian.

Keoptimuman penyelesaian awal diperiksa melalui biaya reduksi dari peubah bukan basis, yaitu peubah yang berada dalam sel kosong, jika semua biaya reduksi peubah bukan basis bernilai positif maka penyelesaian awal merupakan penyelesaian yang optimum. Jika biaya reduksi dari peubah bukan basis negatif maka perlu dilakukan perbaikan penyelesaian

3. Prinsip Keoptimuman Bellman.

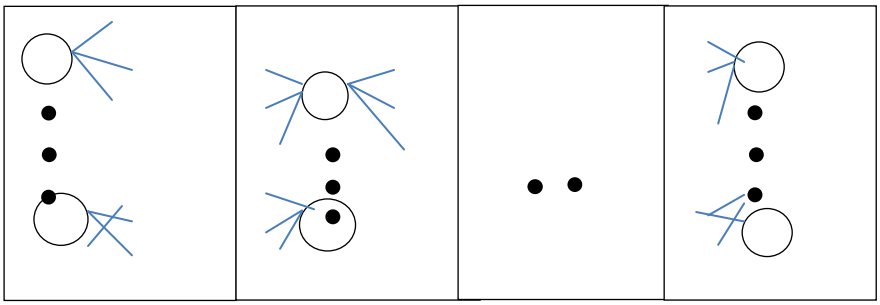
Prinsip keoptimuman Bellman merupakan dasar dalam pemecahan masalah keoptimuman menggunakan pendekatan pemrograman dinamik. Dalam hal ini masalah dibagi menjadi barisan beberapa sub masalah keoptimuman.

Prinsip keoptimuman Bellman : apapun keadaan awal dan keputusan awal, keputusan optimum selanjutnya membentuk kebijakan optimum dengan memperhatikan keadaan yang dihasilkan oleh keputusan awal.

Prinsip keoptimuman tersebut berdasarkan pada pemrograman dinamik, sehingga permasalahan yang akan diselesaikan harus memenuhi karakteristik program dinamik. Adapun karakteristik program dinamik adalah :

1. Permasalahan dapat dibagi menjadi tahapan dimana pada setiap tahap keputusan akan diambil.
2. Tiap tahap mempunyai sejumlah keadaan terkait.
3. Keputusan yang diambil pada setiap tahap menjelaskan bagaimana keadaan pada tahap ini ditransformasikan ke keadaan pada tahap selanjutnya.
4. Diberikan keadaan sekarang kebijakan optimal pada setiap tahap yang tersisa tidak bergantung pada keadaan yang dicapai sebelumnya atau kebijakan yang telah diambil sebelumnya.
5. Hubungan rekursif untuk memperoleh solusi optimum untuk tahap t, dengan solusi optimum untuk tahap t+1, t+2,… telah diketahui.
   Rumusnya menjadi $f_{t+1}(i) = \min\{c_{ij} + f_{t+2}(i)\}$

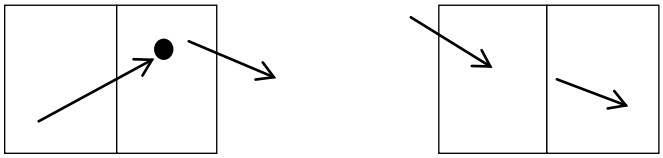
Prinsip tersebut digunakan dalam masalah keoptimuman dalam jaringan multitahap. Keseluruhan jaringan terbentuk dengan mempertimbangkan keputusan optimum yang dihasilkan pada tahap awal. Dengan perkataan lain, keputusan optimum tahap akhir merupakan keputusan optimum dari jaringan seluruh tahap. Dalam hal ini dalam jaringan *n*–1 tahap, keputusan optimum tahap ke-n dibentuk dengan mempertimbangkan keputusan optimum tahap ke-(*n*-1). Keputusan optimum tahap ke-(*n*-1) dibentuk denganmempertimbangkan keputusan optimum tahap ke- (*n*-2). Demikian seterusnya, keputusan tahap ke-2 dibuat dengan keputusan optimum tahap ke-1(tahap awal) sebagai keputusan awal.



Gambar 4.1 Jaringan n Tahap

Menurut prinsip keoptimuman Bellman, keputusan optimum dalam keseluruhan jaringan terbentuk dengan mempertimbangkan keputusan optimum yang dihasilkan pada tahap awal. Sehingga keputusan optimum tahap akhir merupakan keputusan optimum dari jaringan seluruh tahap. Dalam jaringan *n*–tahap, keputusan optimum tahap ke-*n* dibentuk dengan mempertimbangkan keputusan

optimum tahap ke-(n-1). Keputusan optimum tahap ke-(n-1) dibentuk dengan mempertimbangkan keputusan optimum tahap ke-(n-2). Demikian seterusnya, keputusan tahap ke -2 dibuat dengan keputusan optimum tahap ke-1(tahap awal) sebagai keputusan awal. Dengan prinsip keoptimuman tersebut, rumus matematis yang terbentuk merupakan rumus rekursif Optimum f=optimum(f_n(Optimum f_{n-1}(…..(optimum(f0))…)) dengan, f : fungsi keputusan seluruh tahap.
f_i : fungsi keputusan tahap ke-i, i=0,1,2,…,n.
Masalah dalam jaringan yang banyak dikenal menggunakan pemrograman dinamik adalah masalah menentukan lintasan terpendek dari suatu simpul (tahap awal) ke suatu simpul akhir (tahap n). Dalam setiap tahap dibentuk lintasan terpendek (optimum) dengan mempertimbangkan keoptimuman lintasan dari tahap sebelumnya. Skema lintasan terpendek pada seluruh tahap adalah sebagai berikut:

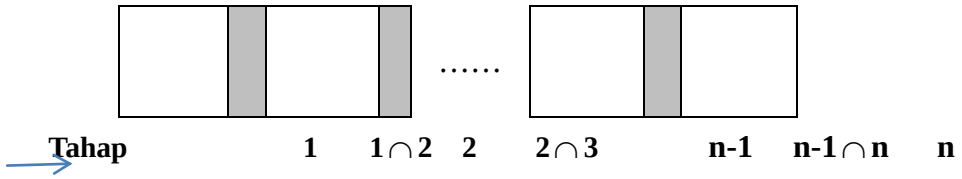


Gambar 4.2 Skema lintasan terpendek

Pada skema di atas, tahap ke-1 dihasilkan busur awal, pada tahap ke-2 dihasilkan busur kedua sebagai sebagai kelanjutan busur awal, demikian seterusnya sampai tahap ke-n, sehingga terbentuk lintasan terpendek.
Pada penelitian ini, jaringan yang dibahas merupakan jaringan transportasi distribusi barang dalam suatu rantai pasokan. Jaringan ini terbagi menjadi beberapa tahapan transportasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

JaringanTransportasi Distribusi Barang Pada Rantai Pasokan. Asumsi-asumsi agar rancangan transportasi barang dari pabrik– distributor -pengecer yang meminimumkan biaya dapat diperoleh, dan ilustrai kasus yang diikuti dengan penyelesaian masalahnya dengan bantuan program komputer. Secara skematis, jaringan transportasi distribusi barang pada rantai pasokan dapat digambarkan sebagai berikut

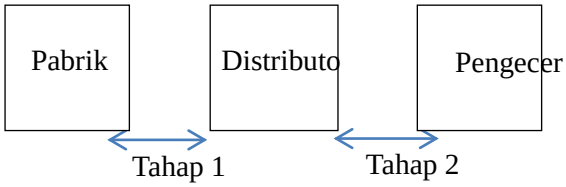


Gambar 5.1Skema 1 transportasi

Pada skema Gambar 5.1 di atas, terdapat bagian 2 tahapan yang saling tumpang tindih. Hal ini karena pada bagian tersebut terdapat aktivitas penurunan dan pemuatan barang. Berbeda dengan skema pada Gambar 4.2 sebelumnya, dimana tidak ada kegiatan penurunan dan pemuatan barang. Kendaraan yang digunakan langsung melewati tempat-tempat antara, karena yang dipertimbangkan adalah lintasan terpendeknya.
Oleh karena itu perlu ditambahkan asumsi agar skema 1 dianggap sebagai skema 2 (Gambar 5.2) sehingga prinsip keoptimuman Bellman berlaku. Dengan mempertimbangkan masalah dalam jaringan distribusi barang pada rantai pasokan berhubungan dengan biaya, maka asumsi yang ditambahkan adalah sebagai berikut:
(i) Pada setiap akhir dan awal di setiap tahap tidak dipertimbangkan biaya penurunan dan pemuatan barang.
(ii) Kendaraan transportasi tersedia.
Jadi, dalam hal ini untuk jaringan distribusi barang dari pabrik ke pengecer, dianggap bahwa tidak dipertimbangkan biaya penurunan barang (dari kendaraan transportasi) yang akan disimpan di

gudang distributor dan biaya pemuatan barang dari gudang ke kendaraan transportasi. Demikian juga tidak dipertimbangkan biaya penurunan barang dari kendaraan transportasi ke gudang pengecer.

Dengan asumsi di atas, maka pada jaringan distribusi barang dalam suatu rantai pasokan dapat diperoleh rancangan transportasi barang dari pabrik– distributor pengecer yang meminimumkan biaya (Gambar 5.2)



Gambar 5.2. Skema 2 transportasi

Jadi, apabila pada tahap1diperoleh rancangan transportasi optimum dan juga pada tahap 2 diperoleh rancangan transportasi optimum, maka akan diperoleh juga rancangan transportasi optimum secara keseluruhan, yaitu dari pabrik-distributor-pengecer.

Ilustrasi Penyelesaian Masalah Rantai Pasokan dengan MetodeTransportasi.

Lokasi pabrik terletak di dua kota, P_1 dan P_2 dengan kapasitas p_1=60 unit, p_2=40 unit. Gudang distributor juga terletak di dua kota D_1 dan D_2 dengan kapasitas d_1=70 unit dan d_2= 30 unit. Biaya transportasi dari pabrik ke distributor D_1 adalah $c_{11}^1 = 18$ dan $c_{12}^1 = 10$ sedangkan biaya transportasi dari pabrik ke distributor D_2 adalah $c_{21}^1 = 20$ dan $c_{22}^1 = 15$. Pengecer berlokasi di tiga kota yaitu R_1, R_2 dan R_3 masing-masing dengan permintaan r_1=50 unit, r_2=30 unit dan r_3 =20 unit. Biaya transportasi dari distributor D_1 ke pengecer R_1, R_2 dan R_3 adalah $c_{11}^2 = 20, c_{12}^2 = 25$, dan $c_{13}^2 = 30$. Biaya transportasidari D_2 ke pengecer R_1, R_2 dan R_3, adalah $c_{21}^2 = 18, c_{22}^2 = 15$, dan $c_{23}^2 = 20$.

Untuk menyelesaikan tahap I digunakan metode transportasi. Dengan menggunakan program diperoleh solusi sebagai berikut:

Table 2. Penyelesaian tahap I metode transportasi

	X_{11}	X_{12}	X_{21}	X_{22}	Total biaya transportasi(dalam ribuan rupiah)
Nilai	30	30	40	0	
Biaya tiap unit	18	10	20	15	
Biaya transportasi	540	300	800	0	1640

Total biaya transportasi minimum untuk mengangkut produk dari kedua pabrik ke semua distributor adalah Rp 1.640.000,-.

Table 3. Penyelesaian tahap II metode transportasi

	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Total Biaya Transportasi (dalam ribuan rupiah)
Nilai	50	0	20	0	30	0	
Biaya tiap unit	20	25	30	18	15	20	
Biaya transportasi	1000	0	600	0	450	0	2050

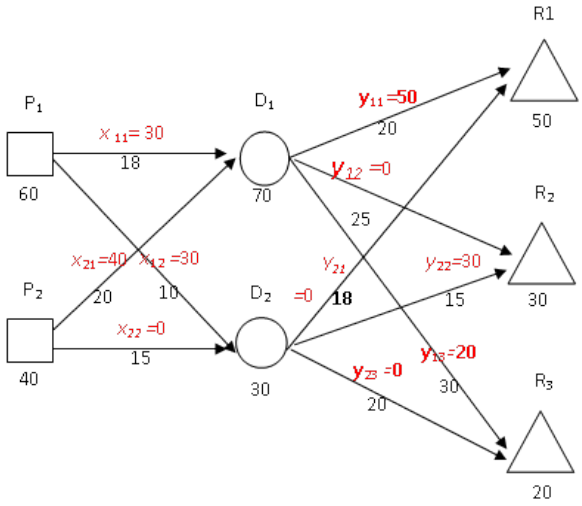
Tahap II diselesaikan dengan metode transportasi. Dengan menggunakan program diperoleh solusi sebagai berikut:

Total biaya minimum pengangkutan produk dari semua distributor kesemua pengecer adalah: Rp 2.050.000,-. Sehingga penyelesaian secara keseluruhan adalah:

Tabel 4. Total biaya minimum

	Tahap I			Tahap II			Total biaya transportasi (dalam ribuan rupiah)
	X_{11}	X_{12}	X_{21}	Y_{11}	Y_{13}	Y_{22}	
Nilai	30	30	40	50	20	30	
Biaya tiap unit	18	10	20	20	30	15	
Biaya transportasi	540	300	800	1000	600	450	3690

Perencanaan Transportasi produk pada rantai pasokan pada persoalan diatas adalah:



Gambar 5.3 Perencanaan Transportasi produk pada rantai pasokan yang terdiri dari 2 pabrik, 2 distributor dan 3 pengecer.

V. KESIMPULAN

Perencanaan transportasi masalah rantai pasok dibagi menjadi beberapa tahap yang saling terpisah, dimana pada setiap akhir dari tahapan sebelumnya dapat digunakan untuk mempertimbangkan tahap selanjutnya, sehingga prinsip keoptimuman Bellman dapat digunakan. Setiap tahap diselesaikan dengan metode transportasi. Sedangkan perencanaan secara keseluruhan merupakan gabungan dari solusi transportasi pada setiap tahap. Menggunakan program yang dibuat telah ditunjukkan solusi optimal dari kasus yang diberikan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Anton, Howard.. Elementary Linear Algebra. John Wiley&Sons,INC:2004
[2] Chang, Ying-Hua, et al., ed. (2008). Applying co-evolutionary Genetic Algoritms to Solve the Supply Chain Network Design Problem- Based on The Textile Industry In Taiwan. Proceeding of Business And Information, Vol 5, issue 1, 2008
[3] Hadley, G. Linear Programming. Addisonn-Wesley Publshing Company,1980
[4] Kerami, Djati. Riset Operasional I, Universitas Terbuka, jakarta, 2.3-2.40, 2009
[5] Rahimi, H, et al, ed. A Heuristic Procedure For Designing a Distribution Network in a Supply Chain System Using Harmony Search Meta-heuristic and Linear Programming. Proceeding of the international Multiconference of Engineers and Computer Scientific 2010, vol III, IMECS, March 17-19, 2010.
[6] Wayne L.W. Introduction to Mathematical Programming,Application and Algoritthms. Duxbury Press, Belmont, California, 772-775: 1995
[7] http//www.math.cuhk.edu.hk/~wei/ipch6.pdf. Chapter 6 Transportation Problems, 3-7, 14/9/2011 jam 14.30

Kinerja Dosen Dalam Melaksanakan Proses Belajar Mengajar di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Suyitno Gatot; Tatun Hayatun Nufus
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
suyitnogt@yahoo.com

Abstrak

Kinerja dosen merupakan suatu hal yang sangat penting dalam upaya lembaga perguruan tinggi untuk mencapai tujuannya. Kinerja dosen dinilai dari bagaimana melaksanakan perencanaan, pelaksanaan dan evaluasi dalam proses belajar mengajar. Pada saat yang bersamaan, dosen sebagai ujung tombak sebuah perguruan tinggi memerlukan umpan balik dari lembaga atas hasil kerja mereka sebagai panduan bagi perilaku mereka di masa yang akan dating. Umpan balik ini dapat dilakukan melalui evaluasi kinerja. Jurusan Teknik Mesin mempunyai tiga program studi (PS), yaitu PS Teknik Mesin dengan tiga konsentrasi (perancangan, produksi dan perawatan), PS Teknik Konversi Energi dan PS Alat Berat, dengan jumlah dosen tetap 65 orang dan dosen *part-time* 8 orang dan jumlah mahasiswa 816 orang. Metode pada penelitian ini adalah observasi dengan menggunakan kuisioner yang disebarkan pada mahasiswa, setiap mahasiswa mengisi kuisioner untuk tiap mata kuliah yang diajarkan dosen. Pada penelitian ini sampel diambil pada semua kelas untuk semua mata kuliah pada semester genap 2011/2012, dan setiap dosen dinilai oleh rata-rata 30 mahasiswa. Hasil penelitian ini dikelompokkan berdasarkan usia kerja sebagai berikut; kelompok usia 26-30 tahun dan 46-50 tahun memperoleh penilaian yang tinggi, sebaliknya kelompok usia 41-45 memperoleh penilaian rendah. Untuk masa kerja 16-20 tahun memiliki kinerja yang tinggi, sebaliknya masa kerja 11-15 tahun memiliki kinerja yang rendah. Berdasarkan atas 8 pertanyaan yang diajukan, Kinerja dosen Teknik Mesin skornya 3.0 – 4.0 (baik).

Kata Kunci : kinerja dosen, proses pembelajaran, evaluasi kinerja.

Abstract

Lecturer performance is a very important institution of higher learning in order to achieve its objectives. Lecturer performance assessed on how to carry out the planning, implementation evaluation and in the learning process. At the same time, lecturers as the spearhead of a college requires feedback from the agencies they work as a guide for their conduct in the future will come. This feedback can be done through the performance evaluation. Department of Mechanical Engineering has three study programs (PS), the PS Mechanical Engineering with three concentrations (design, production and maintenance), PS Energy Conversion Engineering and PS Equipment, the number of permanent lecturer are 65, part-time lecturers are 8 and the number 816 students. Method in this study is the observation by using a questionnaire distributed to students, each student filled in a questionnaire for each subject the teacher taught. In this study, samples were taken in all classes for all courses in the second semester of 2011/2012, and each lecturer assessed by an average of 30 students. The results of this research work is grouped by age as follows: 26-30 years of age group 46-50 years and gained high appraisal, otherwise 41-45 age group obtaining lower valuation. For a period of 16-20 years have high performance, service life of 11-15 years otherwise has a low performance. Based on 8 questions asked, Mechanical Engineering lecturer performance score is 3.0 - 4.0 (good).

Keywords : lecturer performance, learning process, performance evaluation

I. PENDAHULUAN

Kualitas institusi pendidikan sangat dipengaruhi oleh masukan bagi sistim pendidikan diantaranya adalah mahasiswa, dosen dan fasilitas saranan pendukung proses belajar mengajar. Ketiga faktor tersebut saling tergantung dan mempengaruhi satu sama lain dalam menciptakan proses belajar mengajar yang berhasil. Menurut Undang–Undang Guru dan Dosen nomor 14 tahun 2005, dosen adalah pendidik profesional dari ilmuwan dengan tugas utama metransformasikan, mengembangkan dan menyebarluaskan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni melalui pendidikan, penelitian dan pengabdian masyarakat.

Kinerja dosen diukur berdasarkan beban kerja dosen mencakup kegiatan pokok yaitu merencanakan pembelajaran, melaksanakan proses bembelajaran, melakukan evaluasi pembelajaran, membimbing dan melatih, melakukan penelitian, melakukan pengabdian pada masyarakat dan melakukan tugas tambahan. Beban kerja dosen sepadan dengan 12 satuan kredit semester (SKS) dan sebanyak banyaknya 16 satuan kredit semester (SKS). [1].

Proses belajar mengajar merupakan suatu proses yangmengandung serangkaian perbuatan pendidik dan peserta didik atashubungan timbal balik yang berlangsung dalam situasi edukatif untuk mencapai tujuan. Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didikdengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Kemampuan dosen mengajar merupakan dimensi paling utama untuk dilakukan monitoring. Penilaian ini dapat dilakukan oleh dosen sendiri, ketua jurusan maupun oleh mahasiswa melalui persepsinya. [2].

Faktor utama penyebab rendahnya mutu pendidikan adalah kondisi pengajar yaitu kualifikasinya tidak layak atau mengajar tidak sesuai bidang keahliannya. Tantangan yang terkait dengan mutu pendidik mencakup tantangan pribadi, kompetensional pribadi maupun ketrampilan pendidik dalam melaksanakan tugasnya.

Dari data akreditasi 2011 didapatkan data sebagian dosen tidak membuat GBPP, dan SAP. Pada pelaksanaan proses belajar mengajar rata–rata kehadiran dosen di kelas belum tepat waktu.. Beberapa dosen tidak memberikan umpan balik tugas–tugas perkuliahan. Nilai hasil ujian masuk ke bagian evaluasi hanya 30 % dosen yang tepat waktu. Disisi lain kinerja dosen dipengaruhi oleh faktor individu yang meliputi kemampuan, ketrampilan, kepuasan, latar belakang, karakteristik/ demografis (usia, jenis kelamin, status perkawinan, pendidikan) dan faktor psikologi yang meliputi persepsi, sikap, kepribadian, belajar, motivasi serta faktor oragnisasi yang meliputi kepemimpinan, imbalan, kondisi kerja, nilai sosial dan supervisi. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka tujuan penelitian ini mengetahui kinerja dosen dalam melaksanakan proses belajar mengajar di Jurusan Teknik Mesin. Target yang dicapai pada penelitian ini adalah mengetahui kondisi kinerja dosen di Jurusan Teknik Mesin dan menemukan formula yang tepat untuk meningkatkan kinerja dosen tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian observasional yang dilakukan bersifat diskriptif analitik yang akan mengungkap faktor–faktor yang mempengaruhi kinerja dosen dalam melaksanakan proses belajar mengajar.

1. Waktu pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan pada semester genap 2011/2012.

2. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data sebagai berikut:

Jenis Data

1) Data Primer; Pengambilan data primer dilakukan pada saat berlangsungnya penelitian tentang usia, pendidikan, masa kerja, motivasi kerja, kepuasan kerja, persepsi imbalan, persepsi supervisi dan kinerja dosen jurusan teknik mesin dalam melaksanakan proses belajar mengajar
2) Data Sekunder; Data sekunder diperoleh dari hasil laporan akademik semester genap tahun akademik 2011/2012 yang meliputi dokumen SAP, silabi, jurnal dosen, pelaksanaan evaluasi pembelajaran.
3) Variabel Penelitian; Variabel Terikat (Kinerja dalam melaksanakan proses belajar mengajar) dan Variabel Bebas (Usia, Masa kerja)

Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer melalui kuesioner sebelum disebarkan ke responden, maka terlebih dahulu peneliti memberikan pelatihan kepada pelaksana penelitian sehingga dapat dilaksanakan sesuai dengan tujuan penelitian. Setelah pelaksana memahami dengan jelas petunjuk pengsian kuesioner, maka selanjutnya pelaksana peneliti melaksanakan penelitian dengan memberikan kuesioner kepada responden untuk diisi sejujur-jujurnya dengan penjelasan secara serentak dan mudah dipahami responden pada ruang yang sudah disediakan. Untuk melengkapi data kuesiner tersebut, maka langkah selanjutnya dilakukan diskusi kelompok terarah/Focus Group Discution (FGD) kepada 8 orang responden (kurikulum, evaluasi, praktek /kemahasiswaan, bidan, perawat,

D3, D4/S1 dan S2). Tujuan dilakukan FGD agar responden dapat mengeksplorasi lebih dalam dan mengungkapkan pernyataan yang tidak tertuang dalam kuesioner. Pengumpulan data sekunder melalui telaah dokumen kurikulum yang meliputi dokumen SAP, Silabi, jurnal dosen dan kisi-kisi soal.

3. Analisa Data.

Analisa data dilakukan dengan uji statistik dengan menggunakan uji univariat dan uji bivariant

Analisis Univariat

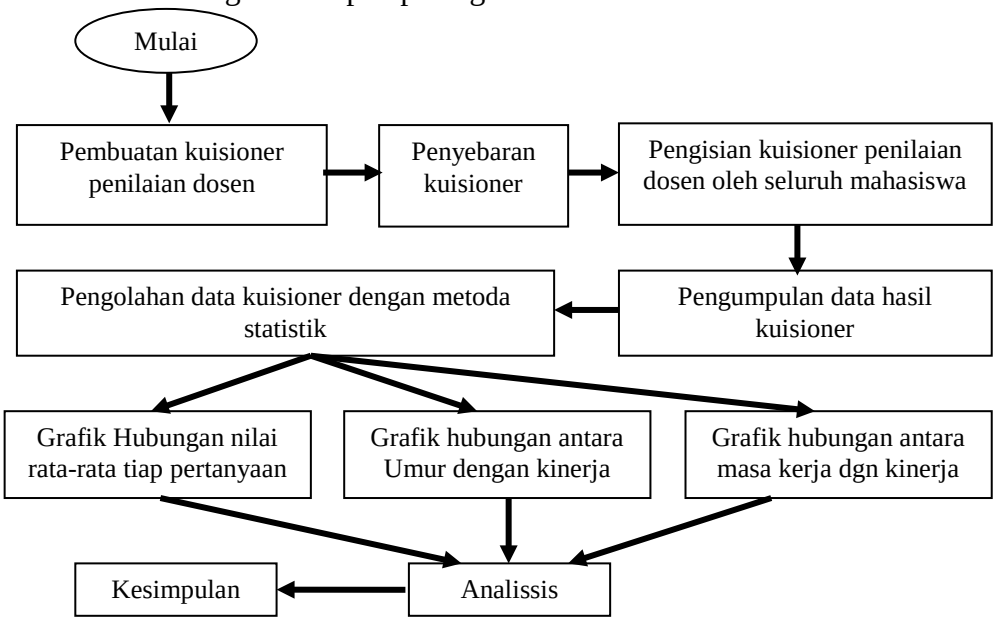
Digunakan untuk mendiskripsikan faktor faktor yang mempengaruhi (usia, masa kerja) dan kinerja dosen dalam melaksanakan proses belajar. Analisis univariat disajikan dengan membuat tabel distribusi frekuensi masing–masing variabel baik variabel bebas maupun variabel terikat.

Analisis Bivariat

Analisis bivariat menggunakan tabulasi silang untuk mengetahui kecenderungan hubungan antara variabel bebas (usia, masa kerja) dan variabel terikat (kinerja dosen dalam melaksanakan proses belajar). Pada penelitian ini oleh karena skala pengukuran variabel bebas berskala ordinal/nominal dan variabel terikat berskala ordinal yang disusun menjadi data kategori, maka analisis hubungan yang dipakai adalah tabel klasifikasi dua arah (tabel konngensi).

Kuisioner disebarkan ke seluruh mahasiswa, setiap mahasiswa mengisi kuisioner untuk tiap mata kuliah yang diajarkan dosen. Pada penelitian ini sampel yang diambil semua kelas untuk semua mata kuliah pada semester genap 2011/20121, setiap dosen akan dinilai oleh rata-rata 30 mahasiswa.

Jumlah pertanyaan pada kuisioner terdiri dari dari 8 point, Contoh kuisioner terlampir. Setiap point pertanyaan dibuat hubungan statistiknya dengan usia dan massa kerja. Lalu dibuat grafik setiap bagiannya dan dianalisa. Diagram tampak pada gambar 1.



Gambar 2.1 Diagram alir metoda penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jurusan Teknik Mesin memiliki tiga program studi (PS) yaitu PS Teknik Mesin dengan tiga konsentrasi (perancangan, produksi dan perawatan), PS Teknik konversi Energi dan PS Alat Berat. Jumlah dosen tetap jurusan Teknik Mesin berjumlah 65 orang dan 8 orang dosen part time. Bila dikelompokkan berdasarkan bidang keahliannya terdapat 10 kelompok bidang keahlian yaitu manufatur, perancangan perawatan, konversi energi, Listrik, Instrumentasi & kendali. Jumlah total mahasiswa 816 orang. Kuisioner disebarkan ke seluruh mahasiswa, setiap mahasiswa mengisi

kuisioner untuk tiap mata kuliah yang diajarkan dosen. Pada penelitian ini sampel diambil pada semua kelas untuk semua mata kuliah pada semester genap 2011/2012, setiap dosen akan dinilai oleh rata-rata 30 mahasiswa.

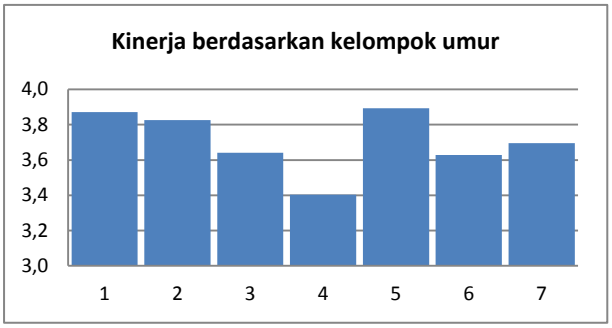
1. Hubungan Kinerja Dosen dengan Kelompok usia Dosen

Hasil penilaian mahasiswa terhadap dosen dikelompokkan berdasarkan usia, tampak pada tabel sebagai berikut:

Tabel 3.1. Hubungan antara Usia dengan semua pertanyaan dari kinerja dosen

Kelompok Usia	1	2	3	4	5	6	7	8	Scor rata-rata
26 - 30	3.8	4.3	3.5	3.8	3.9	3.8	4.2	3.6	3.9
31 - 35	3.9	4.0	4.2	3.7	3.6	3.2	4.0	4.0	3.8
36 - 40	3.4	3.4	3.8	3.9	3.5	3.6	4.1	3.3	3.6
41 - 45	3.7	4.1	3.3	3.2	3.1	3.1	3.5	3.3	3.4
46 - 50	4.1	4.1	3.9	3.6	3.7	3.6	4.4	3.7	3.9
51 - 55	3.8	3.8	3.6	3.5	3.5	3.4	4.1	3.4	3.6
56 - 60	3.9	4.0	3.6	3.5	3.4	3.5	4.2	3.4	3.7

Kelompok Usia	Scor rerata
26 - 30	3.9
31 - 35	3.8
36 - 40	3.6
41 - 45	3.4
46 - 50	3.9
51 - 55	3.6
56 - 60	3.7



Gambar 3.1 Hubungan antara kinerja dan kelompok umur.

Pada gambar 3.1 menunjukaan hubungan antara kinerja dosen dengan kelompok umur, angka satu (1) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 26-30 tahun memiliki kinerja 3.9 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik. Selanjutnya angka dua (2) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 26-30 tahun memiliki kinerja 3.9 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 31-35 tahun memiliki kinerja 3.8 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik.

Angka tiga (3) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 36-40 tahun memiliki kinerja 3.6 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik. Selanjutnya angka empat (4) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 41-45 tahun memiliki kinerja 3.4 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa cukup.

Angka satu (5) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 46-50 tahun memiliki kinerja 3.9 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik. Selanujtnya angka enam (6) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 51-55 tahun memiliki kinerja 3.6 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik. angka tujuh (7) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 56-60 tahun memiliki kinerja 3.7 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik. Diantara ke tujuh kelompok umur tersebut yanga paling tinggi penilaian dosen oleh mahasiswa adalah kelompok 1 (26-30 tahun) dan 5 (46-50 tahun).

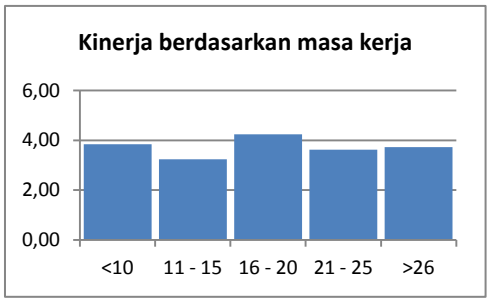
2. Hubungan Kinerja Dosen dengan kelompok massa kerja dosen

Secara keseluruhan hubungan antara kinerja dosen dengan kelompok masa kerja diperlihatkan pada tabel 3.2 dan gambar 3.10, sumbu horizontal menyatakan masa kerja dan sumbu vertical menyatakan penilaian mahasiswa terhadap pertayaan yang diajukan melalui kuisioner, hasilnya masa kerja 16-20 tahun memiliki kinerja yang tinggi dibanding masa kerja lainnya, sebaliknya masa kerja 11-15 tahun kinerja paling rendah diantara kelompok lainnya.

Tabel 3.2 Hubungan antara kinerja dosen dengan massa kerja dosen

Masa kerja	1	2	3	4	5	6	7	8	Scor rata-rata
≤ 10	3.9	4.0	3.9	3.8	3.7	3.7	4.2	3.6	3.8
11 - 15	3.1	3.4	3.1	3.3	3.2	3.2	3.5	3.0	3.2
16 - 20	4.8	4.7	4.2	4.0	4.1	3.8	4.6	3.9	4.2
21 - 25	3.8	3.7	3.5	3.5	3.5	3.4	4.1	3.4	3.6
≥ 26	3.9	4.1	3.7	3.6	3.5	3.5	4.2	3.5	3.7

Masa kerja	Scor rata-rata
≤ 10	3.8
11 - 15	3.2
16 - 20	4.2
21 - 25	3.6
≥ 26	3.7



Gambar 3.2 Hubungan kinerja dosen dan kelompok masa kerja

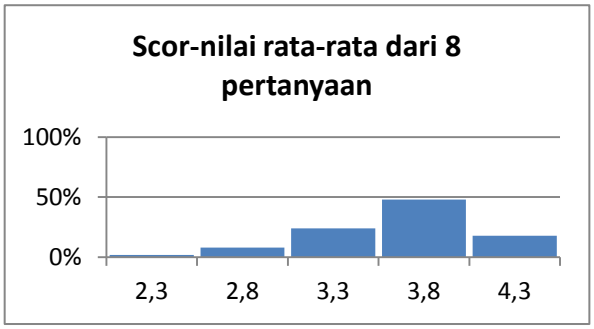
3.3 Kinerja jurusan Teknik Mesin

Untuk mengetahui kinerja dosen Jurusan Teknik Mesin secara keseluruhan dapat ditinjau dari skor rata-rata dari 8 pertanyaan yang disampaikan pada kuisioner. Data pada tabel 3.3 merupakan nilai skor rata-rata dari 8 pertanyaan untuk semua dosen yang dinilai oleh mahasiswa. Selanjutnya data ini diolah dengan menggunakan statistic dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 3.3.

Tabel 3.3 Skor nilai rata-rata dari 8 pertanyaan

Data Scor-nilai rata-rata dari 8 pertanyaan.				
2.5	3.4	3.6	3.9	4.0
2.8	3.4	3.7	3.9	4.1
3.0	3.4	3.7	3.9	4.1
3.0	3.5	3.7	3.9	4.1
3.0	3.5	3.7	3.9	4.2
3.1	3.5	3.8	4.0	4.2
3.2	3.5	3.8	4.0	4.2
3.4	3.6	3.8	4.0	4.3
3.4	3.6	3.8	4.0	4.3
3.4	3.6	3.8	4.0	4.4

Scor-nilai	f	f%
2,1 - 2,5	1	2%
2,6 - 3,0	4	8%
3,1 - 3,5	12	24%
3,6 - 4,0	24	48%
4,1 - 4,5	9	18%
jumlah	50	100%



Rata- rata = 3.70

Gambar 3.3 Grafik penilaian dosen oleh mahasiswa terhadap 8 pertanyaan

Data pada tabel 3.3 merupakan nilai skor untuk semua dosen yang dinilai oleh mahasiswa untuk kedelapan pertanyaan yang diajukan. Selanjutnya data ini diolah dengan menggunakan statistik. Hasilnya tampak pada gambar 3.3, menunjukaan grafik penilaian mahasiswa terhadap dosen untuk semua pertanyaan yang disampaikan. Prosentase tertinggi dicapai pada skor 3.6-4.0 sebesar 48% sedang skor terkecil (2.1-2.5) prosentasenya berkisar 2% artinya dosen Jurusan Teknik Mesin sebagian besar kinerjanya baik.

IV. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian mahasiswa atas 8 pertanyaan yang diajukan, dan didukung oleh hasil analisa dapat disimpulkan bahawa kondisi dosen Jurusan Teknik Mesin saat ini adalah:

1) Tinjauan berdarkan kelompok usia.
2) Kelompok usia 26-30 dan 46-50 memperoleh penilaian yang dilakukan mahasiswa terhadap kinerja dosen yang tinggi sebaliknya kelompok usia 41-45 penilaiannya rendah.
3) Tinjauan berdasarkan massa kerja
4) Masa kerja 16-20 tahun memiliki kinerja yang tinggi sebaliknya masa kerja 11-15 tahun kinerja paling rendah.
5) Tijauan atas seluruh pertanyaan
6) Berdasarkan atas 8 pertanyaan yanga diajukan Kinerja dosen Jurusan Teknik Mesin skornya 3.6-4.0 (baik).

2. Saran

Untuk memperoleh hasil yang akurat maka data harus diambil secara populasi, kegiatan penyebaran kuisioner harus berlangsung secara kontinus, dan sebaiknya faktor- faktor lain selain usia dan masa kerja perlu juga dianalisa.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Rohani A., Ahmadi, A. 1999, *Pengelolaan Pengajaran*, Rineka Cipta, Jakarta.
[2] Mangkunegara,AP.. 2006, *Evaluasi Kinerja SDM*, Refika Aditama, Bandung.
[3] Budijanto, D. 2006, *Pengolahan Data : Analisis Dengan SPSS* , Pusat Penelitian Dan Pengembangan Sistem Dan Kebijakan Kesehatan, Jakarta.

Rancangan Sistem Informasi Kinerja Prodi Alat Berat Jurusan Teknik Mesin PNJ

Azwardi, Sugeng Mulyono
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
azwardiir@gmail.com

Abstrak

Rancang Bangun Sistem Informasi Kinerja Prodi Alat Berat Jurusan teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Alasan mengapa rancangan ini dibuat adalah karena permasalahan-permasalahan yang penulis identifikasi dan telah didata sebelum melakukan penelitian, seperti data-data program studi tidak tersusun dan terkelola dengan baik, mengalami kesulitan dalam pengarsipan, Kepala Program Studi juga bertindak sebagai pengarsip dibantu oleh seorang administrator, memerlukan waktu cukup lama dalam mengumpulkan data, dan memerlukan waktu cukup lama dalam mengukur kinerja program. Ruang lingkup permasalahandalam penelitian adalah analisis kinerja dosen dan mahasiswa pada Prodi, kemudian merancang sistem informasi dengan UML dan GUI serta hasil perancangan dilanjutkan dengan membangun sistem informasi, yaitu pengkodean ke bahasa pemograman menggunakan Microsft SQL server S3 untuk data base, Visual Basic 6 untuk pemograman, Crystal Report 8.5 untuk tampilan table, dan Microsoft Visual Studio digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi console, aplikasi Windows, ataupun aplikasi Web. Tujuan akhir penelitian ini adalah untuk memperoleh Prototype dan membangun Sistem Informasi untuk pengukuran kinerja Prodi. memperoleh Prototype pengambilan keputusan untuk menjaga dan meningkatkan kualitas program Studi.Hasil perancangan dan pembangunan dari penelitian ini akan memberi manfaat, bahwa tingkat keberhasilan pendidikan ma-hasiswa Prodi dalam mengikuti proses belajar mengajar menjadi terukur. Tingkat keberhasilan mengajar dosen Prodi melaksanakan proses belajar mengajar dapat dilaporkan dengan akurat.

Kata kunci : Sistem informasi, kinerja, dan efektifitas

Abstract

Design of Information Systems Prodi Performance Equipment Engineering Department of Polytechnic of Jakarta techniques. The reason why this design was made is because the problems that the authors have identified and recorded prior to the study, such data are not structured study program and managed properly, have difficulty in archiving, Chief Program also acts as an archivist assisted by an administrator, takes a long time to collect the data, and takes a long time to measure programper-formance. The scope ofthe problemin the research is the analysis of student performan ceon thelec-turerand Prodi, then the design of information systems with UML and design the GUI and the results continue to build information systems, the programming language encoding to use S3 for Microsft SQL server data base, for Visual Basic 6 programming, Crystal Report 8.5 for the display table, and Microsoft Visual Studio is used to perform application development, be it business applications, personalapp-lication, or application component, in the form of console applications, Windows applications, or web applications. The final goal of this research is to acquire and construct Information System Prototype for measuring the performance of Prodi. Prototype acquire decision-making to maintain and improve the quality of design and construction Studi. Hasil program of study will provide the benefits, that the level of educational success of students Prodiin following the teaching and learning process to be measured. Success rate of teaching faculty Prodi implementing the learning processcanbe reported accurately.

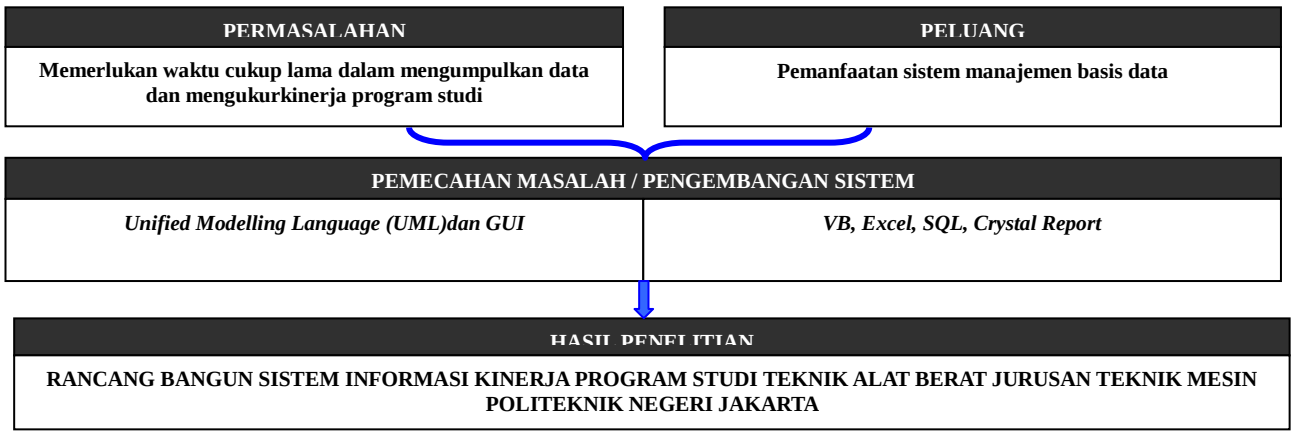
Keywords: Information systems, faculty, and effectiveness

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Program Studi Teknik Alat Berat adalah program kerjasama Politeknik Negeri Jakarta dengan Lembaga Bantuan Pendidikan (LBP) MitratamaTrakindo dan PT.Trakindo Utama. Program kerjasama ini memfokuskan setiap upaya yang dilakukan pada pembenahan program yang sudah disusun bersama dan mengembangkannya serta meningkatkan kualitas pendidikan sesuai kebutuhan industri alat berat. Program ini memandang maha-siswa sebagai masukan yang sangat penting, karena tujuan utama lembaga pendidikan adalah menghasilkan lulusan yang siap mengembangkan pengetahuan dan keterampilan secara ber-kelanjutan dengan proaktif dalam memberikan kontribusi bagi kepentingan masyarakat.Salah satu bagian dari pengembangan dan peningkatan kualitas pendidikan maka diperlukan suatu sistem pengukuran kinerja terhadap proses belajar mengajar se-hingga proses yang dilakukan dapat benar-benar terukur. Disamping itu penyajian data laporandan

analisanya pada pimpinan dapat diintegrasikan, sehingga dapat dilakukan proses kontrol dengan mudah dan akurat.



Gambar 1. Diagram Analisa Pemikiran

Pada gambar 1. menggambarkan bahwa pada Program Studi terdapat kelemahan-kelemahan, terutama dalam hal pelaporan dan menentukan tingkat keberhasilan program studi, hal tersebut merupkan permasalahan yang perlu diatasi. Dengan pemamfaatan sistem manajemen basis data dalam sistem informasi merupakan peluang untuk mengatasi permasalahan. Sistem informasi dikonsep atau dirancang dengan UML dan disi-mulasikan dengan GUI menjadi suatu sistem informasi yang beroperasi sebagai manajemen basis data dalam sistem informasi. Data informasi ini merupakan data yang telah diklasifikasi atau diolah atau diinterpretasi untuk digunakan dalam proses pengambilan keputusan.Penelitian yang dilakukan ini merancang dan mem-bangun suatu Sistem Informasi untuk menelaah data hasil proses belajar mengajar seperti data dosen dan mahasiswa. Sedangkan tahap-tahap atau langkah-langkah operational program atau software yang dibuat berdasarkan metode *Integrated Performance Measurement System* (IPMS) dan *Strategic Management Analysis and Reporting Techniques* (SMART) *System* (Pratiwi, 2009)

2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh *Prototype* Sistem Informasi untuk pengukuran kinerja Pro, Memperoleh Prototype pengambilan keputusan untuk menjaga dan meningkatkan kualitas program Studi.

Manfaat dari penelitian ini adalah tingkat keberhasilan pendidikan mahasiswa Prodi dalam mengikuti proses belajar mengajar menjadi terukur, tingkat keberhasilan mengajar dosen Prodidalam melaksanakan proses belajar mengajar dapat dilaporkan dengan akurat, Dapat mengukur dan menganalisis kinerja dosen Prodi dalam melaksanakan proses belajar mengajar, dan penyerapan tenaga kerja oleh dunia industri terhadapap lulusan Prodidapat diprediksi secara baik dan tepat.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini pertma-tama merujuk pada pedoman dan acuan yang digunakan Politeknik di Indonesia, khususnya yang digunakan oleh PNJ. Untuk dosen digunakan acuan dari DIKTI. Selanjutnya menentukan apa saja yang dibutuhkan dalam rancang bangun program seperti berikut:

1. Analisa Kebutuhan

Sistem Informasi Kinerja Prodi Berat berguna untuk manajemen Prodi, sebagai salah satu dari tiga program studi di bawah Jurusan Teknik Mesin. Prodi masih mengalami kesulitan menata program. Kare-na manajemen dijalankan secara manual oleh Kepala Program Studi sesuai tenaga dan kemampuannya. Sering hal-hal penting terlewati sehingga program terkesan berjalan apa adanya. Banyak sekali yang harus diatur, seperti perbaikan kurikulum yang mulai dari mana dikarenakan

data perbaikan kurikulum sebelumnya terhapus, hilang, ketinggalan dsb. *Lesson Plan* yang telah dibuat dosen tersimpan dimana, persoalan mahasiswa, dosen, peralatan, pengaturan ruang kelas, *workshop*, laboratorium dsb.Mengevaluasi kinerja program memerlukan waktu cukup lama mengumpulkan data, sementara baik pimpinan Politeknik dan *patner* pimpinan lembaga kerjasama Mitratama LBP Mitratama Trakindo meminta laporan dan menetapkan pertemuan untuk melaporkan jalannya program sudah mendesak.Dengan rancangan yang sudah dibuat menghasilkan suatu applikasi (prototype) yang dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan user diperlukan beberapa tahap perencanaan dan analisa atas kebutuhan pengguna (*user*). Tahap perencanaan dan analisa tersebut diantaranya :

2. Analisa Kebutuhan Data

Proses menciptakan database mencakup tiga tahap, yaitu menentukan kebutuhan data, menjelaskan data, dan memasukkan data ke dalam database.Seperti dijelaskan pada dasar teori bahwa menentukan kebutuhan data adalah mendefenisikan kebutuhan. Ada dua pendekatan dalam tahap ini, keduanya digunakan rancangan ini yaitu pendekatan berorientasi proses dengan cara mengikuti langkah-langkah yang telah ditetapkan yaitu mendefinisikan masalah, menetapkan data untuk diproses sebagai informasi kemudian*mendefinisikan informasi* yang diperlukan selanjutnya memproses dan *mengolah informasi*, dan proses terakhir adalah *mengambil keputusan* dalam pemecahan masalah. Yang kedua adalah pendekatan model. Pendekatan ini untuk mengatasi kelemahan pendekatan yang pertama (sukar mengaitkan data suatu sistem ke data sistem lain). Oleh karenanya diatasi dengan menentukan seluruh kebutuhan data perusahaan dan kemudian menyimpan data tersebut dalam database.

a. Menjelaskan data.Setelah elemen-elemen data yang diperlukan ditentukan, maka elemen data tersebut dijelaskan dalam bentuk kamus data (*data dictionary*).Kamus data adalah suatu ensiklopedi dari informasi yang berkenaan dengan data organisasi/perusahaan, dan penjelasan ini dikomu-nikasikan kepada komputer melalui *data description language* - DDL, yang menghasilkan skema.Subskema mencerminkan kebutuhan para pemakai individual.
b. Memasukkan data.Setelah skema dan subskema diciptakan data dapat dimasukkan kedalam da-tabase.Hal ini dapat dilakukan dengan memasukkan data langsung ke dalam DBMS.

Dari analisa kebutuhan data maka kebutuhan data dapat dilihat pada tabel 1 dibaawah ini. Ada 12elemen data dan 4 diantaranya sebagai Master Data, yaitu; data mahasiswa, data dosen, data mata kuliah, dan data ruang kelas.Analisa kebutuhan terdiri dari elemen data seperti mahasiswa, dosen, absen dosen, ruangan, jadwal kuliah, absensi mahasiswa, nilai mata kuliah, mata kuliah, semester, kelas, unjian dan absensi mingguan. Atribut untuk mamahsiswa seperti NIM, NAMA, Alamat, Alamat_asal, Telepon, Status, Agama, Tgl_lahir, Kota_lahir, Jns_kelamin, Wrg_negara, Jurusan, Nama_ayah, Nama_ibu, Pekerjaan_ayah, Pekerjaan_ibu, Alamat_ortu, Telepon_ortu, Idtahun. Atribut unruk dosen adalahNIP, Nama, Alamat, Agama, Status, Jabatan, Telepon, dan Email. Atribut absensi dosen adalah NIP, Kode_mtkul, Idkelas, Jammasuk, dan Jamkeluar. Atribut Ruangan adalah Idkelas, Lokasi, Daya tamping, dan kete-rangan. Atribut Ruangan adalah Kode, Idkelas, Hari, Waktu, Kode_mtkul, dan NIP. Atribut Ruangan adalah NRP, Keterlambatan, Kode_mtkul, NIP dosen, Tanggal, Semester, Keterangan. Atri-but Ruangan adalah NIP, NRP, Kode_mtkul, Smstrid, Nilai, dan Status. Atribut Mata Kuliah adalah Kode_mtkul, Nama, Sks, dan Syarat. Atribut Semester adalah Smstrid, dan Smstrname. Atribut Kelas adalah Kode, Tahunid, Idkelas, Kode_mtkul, NIP, Waktu, dan Hari. Atribut Ujian adalah Kode, Kode_mtkul, NIP, Idkelas, Tanggal, Waktu, dan Keterangan. Atribut Absensi Mingguan adalah NRP, Semester, Minggu,dan Waktu. Deskripsi atribut mahasiswa sesuai urutan atribut adalah Nomor induk mahasiswa yang men-jadi identitas setiap mahasiswa, Nama mahasiswa, Alamat domisil mahasiswa selama menempuh pendidikan, Alamat asal mahasiswa apabila sebagai perantau, Nomor kontak mahasiswa, Status mahasiswa selama menempuh masa studi (belum kawin, kawin, duda/janda), Keyakinan yang dianut mahasiswa, Tanggal lahir mahasiswa, tempat kelahiran mahasiswa, Jenis kelamin mahasiswa, Status kewarganegaraan, Jurusan yang diambil mahasiswa, Nama ayah

mahasiswa, Nama ibu mahasiswa, Pekerjaan ayah ma-hasiswa, Pekerjaan ibu mahasiswa, Alamat domisil orang tua mahasiswa, Nomor kontak orang tua mahasiswa, dan Tahun. Deskripsi atribut dosen sesuai urutan atribut adalah, Nama dosen, Alamat tinggal dosen, Keyakinan yang dianut dosen, Status perkawinan dosen, Pangkat dosen, Nomor telepon dosen, dan Alamat email dosen. Deskripsi atribut absensi dosen sesuai urutan atribut adalah Identitas dosen, Kode setiap mata kuliah, Kode ruang perkualiahan, Jam dosen memulai proses belajar mengajar, Jam dosen mengakhiri proses belajar mengajar, Deskripsi atribut Ruangan sesuai urutan atribut adalah Identitas setiap ruang perkuliahan, Keterangan posisi ruang perkuliahan, Jumlah daya tampung ruangan, dan Keterangan tambahan mengenai ruang perkuliahan. Deskripsi atribut Jadwal kuliah sesuai urutan atribut adalah Kode setiap jadwal perkuliahan, Identitas ruang/kelas untuk pelaksanaan proses perkuliahan, Hari pelaksaan proses perkuliahan, Jam pelaksanaan proses perkualiahan, dan Kode mata kuliah, sebagai relasi antara table jadwalkul dengan table matakul, danIdentitas dosen dan juga sebagai relasi antara table jadwalkul dengan table dosen. Deskripsi atribut absensi mahasiswa sesuai urutan atribut adalah Nomor identitas mahasiswa sekaligus sebagai penghubung antara table datamhs dengan table absenmhs, Jumlah waktu / menit mahasiswa terlambat masuk ke kelas sejak jam perkuliahan dimulai, Sebagai keterangan ketika mahasiswa terlambat pada saat matakuliah apa yang sedang berlangsung, sekaligus sebagai relasi antara table absenmhs dengan table datamhs, Sebagai keterangan pada saat dosen apa mahasiswa terlambat masuk. Sekaligus sebagai relasi antara table absenmhs dengan table dosen, Sebagai data pelengkap absensi untuk semester berapa, Sebagai pelengkap data pada tanggal berapa mahasiswa terlambat, dan Sebagai keterangan tambahan mengenai keterlambatan mahasiswa. Deskripsi atribut Nilai Mata Kuliah sesuai urutan atribut adalah Sebagai keterangan, nilai untuk matakuliah yang diasuh oleh dosen siapa, Sebagai keterangan, mahasiswa yang memiliki nilai. Dan juga sebagai relasi anatara table FACT_DATA dengan table DATAMHS, Sebagai keterangan, nilai untuk mata kuliah apa. Dan juga sebagai relasi antara table FACT_DATA dengan table DATAMHS, Sebagai keterangan pada masa semester, Nilai yang didapat oleh mahasiswa, dan Status yang didapat menurut nilai yang diterima oleh mahasiswa (lulus/tidak lulus). Deskripsi atribut Mata Kuliah sesuai urutan atribut adalah Identitas / kode setiap mata kuliah, Nama mata kuliah, Jumlah sks matakuliah, dan Keterangan / syarat mengenai matakuliah. Deskripsi atribut Semester sesuai urutan atribut adalah Keterangan, Identitas semester,dan Nama semester (ganjil/genap). Deskripsi atribut mahasiswa sesuai urutan atribut adalah Keterangan, Identitas untuk setiap jadwal pemakaian ruangan, Keterangan untuk tahun ajaran, Identitas ruangan yang akan dipakai, Keterangan pemakaian ru-ang untuk matakuliah apa, Identitas dosen yang akan mengajar pada ruangan tersebut, Jam berapa ruangan akan dipakai, dan Keterangan hari pemakaian ruangan. Deskripsi atribut Ujian sesuai urutan atribut adalah Kode jadwal ujian, Kode matakuliah yang akan diujiankan, Identitas dosen yang bertanggung jawab atas mata kuliah yang akan diujiankan, Ruangan yang akan dipakai pada saat pelaksaan ujian, Tanggal pelaksaan ujian, Waktu pelaksaan ujian, dan Sebagai keterangan mengenai ujian yang akan dilaksanakan (UTS/UAS). Deskripsi atribut Absensi Mingguan sesuai urutan atribut adalah Identitas mahasisw, Keterangan semester, Keterangan minggu, dan Keterangan yang menunjukkan jumlah waktu.

3. Analisa Kebutuhan Proses

Untuk melakukan analisis kebutuhan proses terlebih dahulu dilakukan analisis pengguna.Daftar pengguna adalah aktor-aktor yang menggunakan sistem ini serta daftar fungsi-fungsi dari sistem yang akan menjadi database dari Prodi dibawah Jurusan Teknik Mesin. Analisis pengguna terdiri dari aktor operator, Dosen, dan Pimpinan. Fungsinya secara berurutan adalah Pengelolaan pendaftaran/login,Pengelolaan database,Registrasi,*Autentification,* Lihat nilai mahasiswa, *Entry* nilai mahasiswa, Lihat kurikulum dan silabus, *Entry lesson plan,* Lihat jadwal kuliah dan ruangan, dan Lihat absensi kehadiran mahasiswa, dan Registrasi,Autentification,Melihat hasil pengukuran kinerja, Melihat laporan KHS dan Absensi Dosen.Sedangkan untuk proses-proses yang akan dimiliki sistem adalah **Fungsi**Mengelola pendaftaran/login adalah aktor yang bekerja sebagai

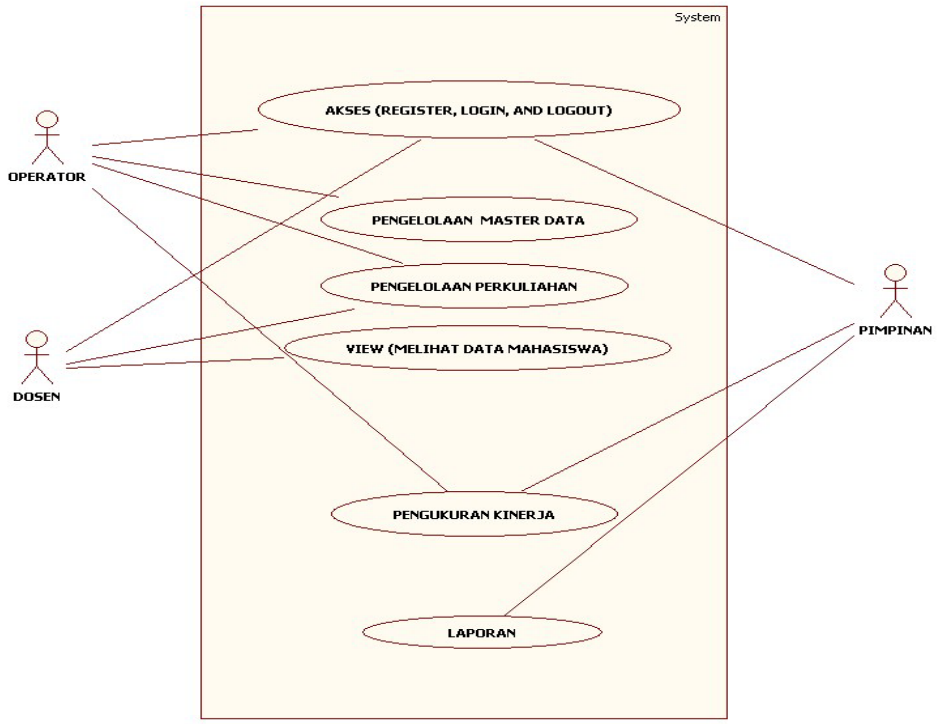
Operator dan atau Kepala Program Studi (KPS), berfungsi sebagai pengelola database adalah aktor yang bekerja sebagai Operator dan atau Kepala Program Studi (KPS). Dosen dapat melihat kurikulum dan silabus untuk mata kuliah yang diampu, Entry *Lesson Plan,* Entry Nilai mhs. mata kuliah yang diampu. Dosen Penasehat Akademis bisa melihat semua nilai mahasiswa bimbingannya termasuk data mhs. ybs. Pimpinan dapat melihat hasil pengukuran kinerja mahasiswa, Melihat laporan KHS mahasiswa, dan melihat laporan absensi dosen dan mahasiswa .

4. Perancangan Penelitian

Untuk merancang atau mengonsep Sistem Informasi Akademik Program Studi Teknik Alat Berat Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta ini digunakan UML.
UML mempunyai sebelas diagram. Dari 11 diagram tersebut biasanya hanya 4 yang digunakan, yaitu: *Use-Case diagram, Class Diagram, Sequence Diagram,* dan Activity Diagram.

Use Case Diagram

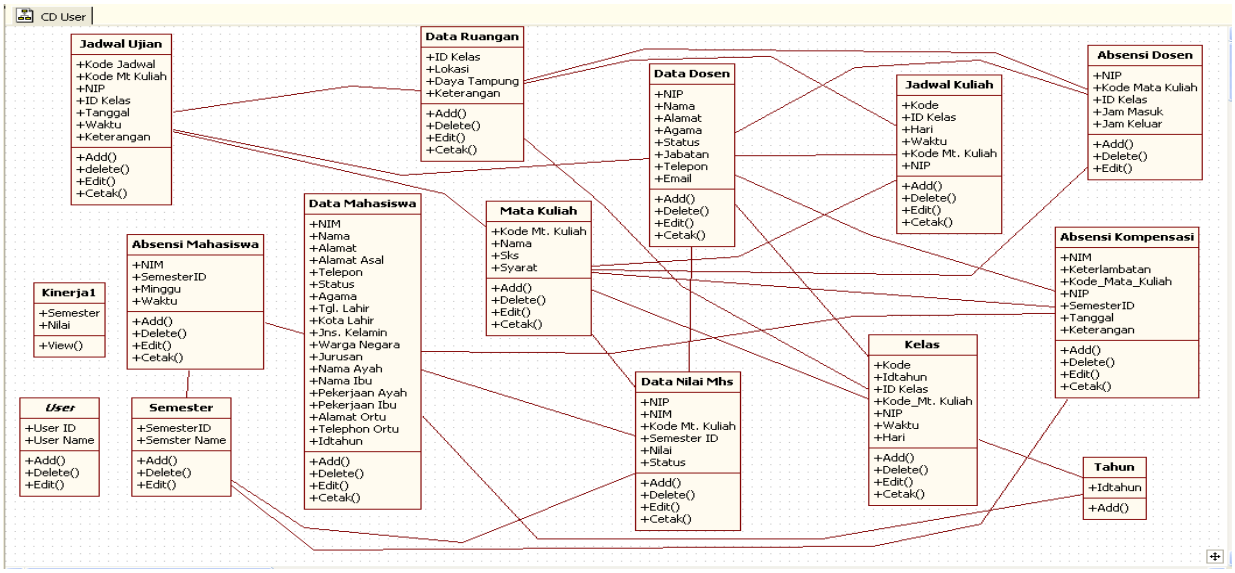
Sebagai pengendali program adalah Ketua Program Studi (KPS), dengan demikian sebagai ketua program studi bisa bertindak sebagai operator. Tapi walaupun demikian KPS harus didampingi dengan seorang operator program yang terus menerus mengoperasikan program. Untuk menghemat tenaga operator ini juga sebagai adminya program.



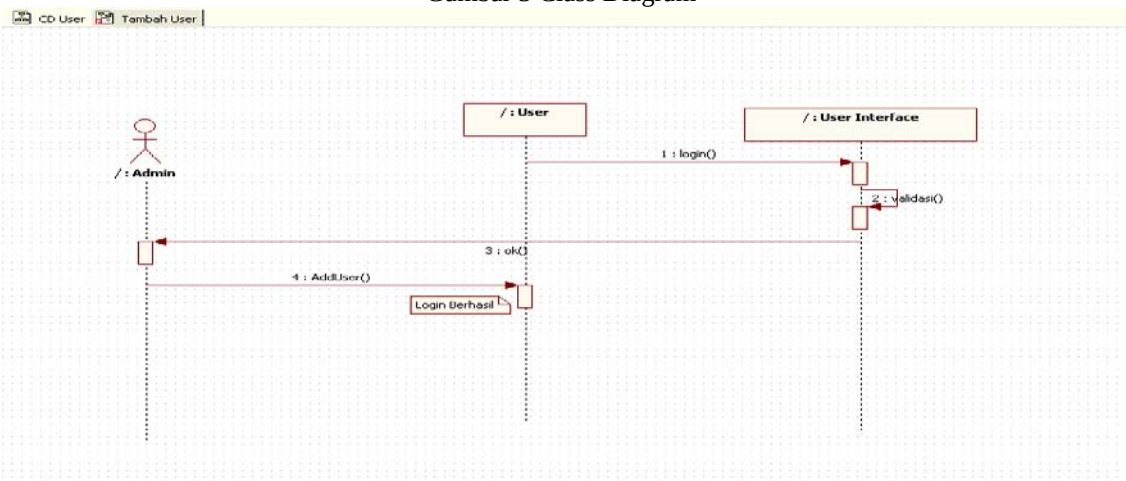
Gambar 2 Use Case Diagram

Class Diagram

Rancangan Class Diagram disesuaikan dengan sistem pendidikan Program Studi Teknik Alat Berat Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.Pendidikan Politeknik adalah Paket Semester dengan pembobotan SKS.Keberhasilan mahasiswa diukur dengan pencapaian maksimal 45% teori dan mnimal 55% Praktek.Jadi manajemen system informasi yang dirancang sesuai dengan memperhatikan faktor –factor pendukung pencapaian keberhasilan pendidikan Politeknik.

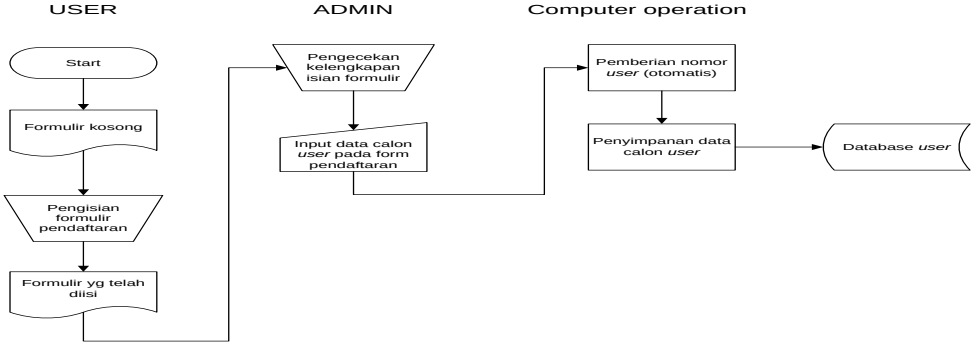


Gambar 3 Class Diagram



Gambar 4 Sequence diagram Proses Login

Sequence Diagram dipisah-pisah sesuai kelompok proses, untuk proses yang sama aatau mirip tidak digambarkan lagi.*Admin* atau operator mengelola master data dan autetifikasi seperti register proses, Login, dan Logout User.Pada gambar 4dapat dihat bahwa bahwa *user* melakukan *login* melalui *interface* komputer, kemudian oleh admin user ditambahkan sebagai pengguna. Tapi maksud dari gambar ini data sebelumnya data *user*sudah dimasukan atau telah di-*input* oleh admin atau operator. Prosesnya dapat dilihat pada gambar 5.Diagram aktivitas *(Activity Diagram)* adalah proses atau aliran data mulai dari pendaftaran *user* secara manual kemudian di-*register* oleh operator sampai pada pelaporan hasil kepada pimpinan. Untuk proses pada perancangan sistem infomasi kinerja ini dapat penulis uraian satu persatu sebagai beikut:



Gambar 5 Pendaftaran User danInput Data Ke Komputer

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

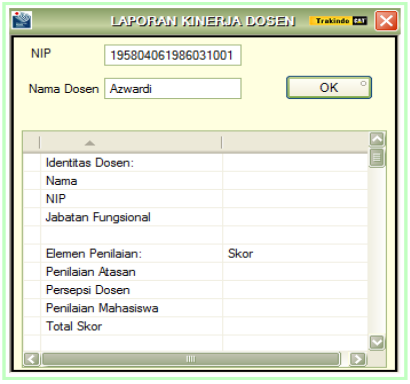
Dalam penelitian ini, perspektif-perspektif yang terdapat pada Model SMART *System* digunakansebagai dasar untuk menentukan strategi objektif yang diharap oleh Program Studi.Untuk menentukanstrategi objektif yang sesuai dengan kebutuhan Program Studi berdasarkan perspektif yang ada, makadigunakan metode IPMS.Setelah menetapkan berbagai strategi objektif, maka ditentukan ukuran-ukuran keberhasilan yang menjadi sasaran pengembangan di setiap bidang yang ada di Program Studi. Ukuran-ukuran keberhasilan tersebut tidak lain merupakan indikator-indikator kunci di dalam mengukur tingkat kemampuan dan pencapaian yang telah diraih Program Studi. Adapun strategi objektif serta Key Performance Indikator yang menjadi ukuran kinerja Program Studi.

1. Hasil PengkodeanAntar Muka System

Gambar 9 di bawah adalah tampilan muka dari Rancangan Sistem Informasi Kinerja Program Studi Teknik Alat Berat. Pada gambar 9 ditunjukan oleh a, dari kiri ke kanan terdapat 6 kotak atau 6 pintu akses utama untuk mengoperasikan sistem.

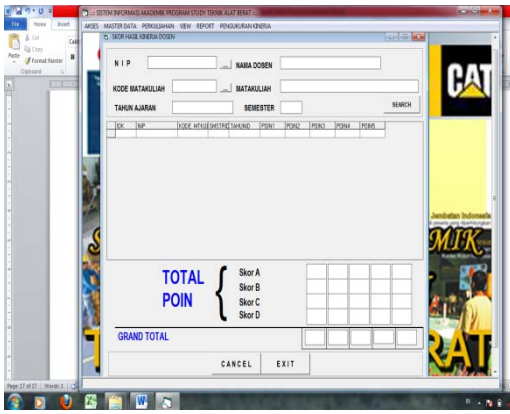


Gambar 6



Gambar 7

Tampilan Layar UtamaLihat penilaian Atasan, Persepsi Dosen ybs., dan penilaian Mahasiswa thp. Dosen



Gambar 8

Lihat semua hasil nilai per Dosen



Gambar 9

Menu Laporan Kinerja

Pada halaman tampilan gambar 12 menu Utama, yaitu; Akses, Master Data, Perkuliahan, View, Report, dan Pengukuran Kinerja.

IV. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Penelitian untuk rancang bangun sistem informasi kinerja program studi alat berat pada Politeknik Negeri Jakarta dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Langkah-langkah untuk melakukan perancangan sistem informasi kenerja disesuaikan dengan teori pengembangan sistem informasi dengan urutan analisis kebutuhan data dan proses dilanjutkan dengan melakukan perancangan (desain) dengan UML (Use Case Diagram, Class Diagram, Activity Diagram dan Sequence Diagram) dan perncangan *Graphic ScalesForm* pengukuran kinerja, selanjutnya dilakukan perancangan antar muka dengan mengunakan GUI Studio dan terakhir koding.
b. Model urutan penysunan laporan kinerja dilakukan dengan mengisi formulir kemudian memasukann ke dalam sistem dan dilakukan rekapitulasi data. Selanjutnya laporan kinerja dapat ditampilkan masing-masing untuk kinerja mahasiswa dan kinerja dosen.

2. Saran

a. Agar sistem informasi kinerja dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh program studi alat berat perlu dilakukan pembuatan *coding*lanjutan pemogram berbasis Web Server.
b. Perlu dilakukan evaluasi terhadap hasil bangun oleh pihak user atau operator agar didapatkan masukan secara langsung dari pengguna akhir. Sehingga tampilan bisa lebih *user friendly*.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Dessler, G. (1997). *Human Resource Management* (7th Ed.). Upper Saddle River, NJ: A Simon & Schuster Company.
[2] Dipboye, R.L., Smith, C.S., & Howell, W.C. (1994). *Understanding Industrial and Organizational Psychology: An Integrated Approach*. Fort Worth: Harcourt Brace.
[3] Munandar, A.S. (2001). *Psikologi Industri dan Organisasi*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI Press).
[4] Noe, R.A., Hollenbeck, J.R., Gerhart, B., & Wright, P.M. (2000).*Human Resource Management: Gaining a Competitive Advantage* (3rd Ed.). Boston: Irwin McGraw Hill.
[5] Ramsden, P. (1992). *Learning to Teach in Higher Education.* London & New York: Routledge.
[6] Robbins, S.P. (1998). *Organizational Behavior: Concepts, Controversies, Applications* (8th Ed.). Upper Saddle River, NJ: A Simon and Schuster Company.
[7] Werther, W.B., Jr., & Davis, K. (1996). *Human Resource and Personnel Management* (5th Ed.). Boston: Irwin McGraw Hill.

Perencanaan dan Analisis Sistem Informasi Perkuliahan Jarak Jauh untuk Pendidikan Politeknik

Indra Silanegara, Idrus Assagaf, Ardi Suharto
Politeknik Negeri Jakarta
silanegara@gmail.com

Abstrak

Teknologi perkuliahan jarak jauh sudah eksis digunakan saat ini namun penerapannya ke dalam kegiatan perkuliahan di politeknik tidak dapat begitu saja dilakukan. Proses perkuliahan dan penilaian hasil ajar di institusi tersebut berbeda dengan perguruan tinggi pada umumnya sehingga memiliki *requirements* tersendiri untuk mengembangkannya.Penelitian mengikuti dua dari empat tahapan dalam *system development life cycle* (SDLC) yang diawali oleh tahap perencanaan. Selanjutnya adalah tahap analisisyang pada akhirnya menemukan kesesuaian antara kebutuhan pengguna dan apa yang dapat dilakukan oleh sistem (*requirements*). Keluaran dari penelitian ini berupa *designprototype* sistem yang dapat digunakan untuk mengikuti dua tahapan berikutnya dalam SDLC, yakni: tahap desain dan implementasi.

Kata kunci: teknologi perkuliahan jarak jauh; proses perkulihan pendidikan politeknik; *system development life cycle (SDLC)*;*requirements*; *design prototype*.

Abstract

The technology of distance learning system is already exist in the world today. Nevertheless, it can not be implemented to the polytechnic lecturing system directly. The process of teaching-learning between polytechnic and the commonly higher-education is different, including how to assess the student during that activity. This research was focus on requirements of distance learning system that needed by polytechnic if the institution is ready to built it. The research has began by the planning phase and ended by the analysis phase. Both are two of the four phase in system development life cycle (SDLC). The result is a design prototype of the system that can be continued for the next two phase, namely: design and implementation.

Keywords: distance-learning technology; polytechnic lecturing process; system development life cycle (SDLC); requirements; design prototype.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Dua fungsi teknologi *e-learning*dalam proses belajar-mengajar di perguruan tinggi [1]:

1. Membantu menfasilitasi *self-assessment* dan *supportive social* serta *peer processes* oleh ketersediaan *tools* yang *familiar* bagi mahasiswa dan keluwesan berinteraksi dengan dosen, rekan-rekannya, dan bahan ajar.
2. Mendukung dosen dengan fasilitas kemampuan *monitoring* kelompok yang berinteraksi di jalur *online* dan mengintervensinya untuk meluruskan jika terjadi kesalahpahaman tanpa menimbulkan *feedback* yang tidak perlu atau dominasi diskusi yang *over-teaching*.

Teknologi *distancelearning*memiliki kemampuan untuk menampilkan komunikasi secara *face-to-face* dan interaktif dalam jarak jauh sehingga dapat memfasilitasi kegiatan kampus afiliasi/filial seperti '*twinning programs*,' '*visiting scholars*,' dan '*post studying*' secara internasional [2].

Salah satu contoh teknologi tranformasi proses belajar mengajar adalah DyKnow yang dikembangkan oleh Berque [3], sebagai berikut:

1. *Whiteboard* elektronik di depan kelas dan *pen-based tablet monitor* di depan setiap mahasiswa;
2. Sementara dosen menjelaskan materi ajarnya melalui tulisan tangan pada *screen*, konten *web* dan obyek *multimedia* lainnya secara otomatis ditransfer ke *notebook* mahasiswa melalui jaringan *wire* maupun *wireless*;
3. Mahasiswa dapat menambahkan catatan hasil tulisan tangan dosen dan dosen dapat mengembalikan hasil kerja mahasiswa serta menyebarkannya ke seluruh peserta untuk memicu koloborasi dan aktifitas belajar.

Meskipun keunggulan teknologi *distance learning* telah diakui, namun untuk politeknik ketersediaannya sangat terbatas karena kesulitan penerapannya. Kesulitan itu disebabkan oleh karena politeknik memiliki budaya belajar yang berbeda dengan perguruan tinggi pada umumnya. Titik berat politeknik adalah pada pendidikan vokasional [4].

Pendidikan politeknik membekali lulusan dengan *skill* yang dibutuhkan atau diminati oleh industri dimana dalam pendidikan vokasional yang identik dengan teknikal diberikan pelatihan menggunakan kemampuan tangan untuk bekerja. '*Skill*' dalam hal ini diasosiasikan dengan '*hands-on skills,*' sehingga untuk implementasi ke sistem, '*skill*' ini harus diinterpretasi secara berbeda [5].

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tahap Perencanaan

Tahap ini menjadi bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan untuk melanjutkan, menunda, atau menolak pengembangan sistem.

Inisiasi

Seberapa berpengaruh sistembagi institusitertuang dalam *system request*, sbb:

a. Penilaian Sponsor:
   - Kepala UPT Komputer dan Teknologi Informasi
     - Pejabat ini tentunya sangat memahami berbagai proses/aktifitas yang berjalan di PNJ, memiliki akses atas anggaran, dan berwenang dalam pengambilan keputusan strategis di bidang teknologi informasi.
     - Dari analisa terhadap pejabat terakhir (*lastupdated*: Maret 2013) sudah cukup teruji kedalaman pengetahuannya terhadap setiap tahapan dalam SDLC sebuah sistem aplikasi.

b. Penilaian Kebutuhan Mengatasi Permasalahan Pendidikan:
   - Meningkatkan pelayanan mahasiswa yang tidak dapat hadir di kampus untuk tetap kuliah pada waktunya.
   - Meningkatkan tingkat kehadiran dosen yang mendapat tugas resmi institusi.
   - Mengakomodasi lebih banyak calon mahasiswa (lulusan SMA/SMK) untuk dapat melanjutkan pendidikannya ke jenjang yang lebih tinggi.
   - Mengembangkan studi lanjut bagi alumni DI/DII/DIII-Politeknik untuk meneruskan kuliahnya di politeknik sambil bekerja.
   - Memberi kesempatan kepada pekerja berpengalaman untuk menyetarakan kemampuan dan pengalamannya dengan ijazah penyetaraan politeknik.
   - Menurunkan jumlah proses belajar-mengajaryang dipadatkan akibat OJT.

c. Penialaian Terhadap *Requirements*:
   - Melalui Web, mahasiswa harus dapat melakukan interaksi dengan materi kuliah, dosen, dan sesama rekannya.
   - Sistem ini harus dapat mengakomodasi aturan perkuliahan yang berlaku di PNJ (kompensasi, penilaian hasil didik, dll).
   - Sistem harus dapat mengadopsi budaya belajar-mengajar di PNJ yang lebih menekankan kemampuan skill peserta didik.
   - Mahasiswa dapat melaksanakan perkuliahan jarak jauh sesuai dengan jadwal kelas dan dosen.
   - Mahasiswa dan dosen dapat menyatakan kehadirannya pada daftar absensi kelas.
   - Mahasiswa dapat melihat ceramah dosennya.
   - Mahasiswa dapat melihat presentasi dosennya.
   - Dosen dapat menulis penjelasannya yang langsung diperlihatkan ke Mhs.
   - Dosen dapat memperlihatkan proses kerja mesin/alat langsung pada obyek.
   - Kaprodi dapat mengatur jadwal kelas sesuai dengan jadwal dosen matakuliah.

- Kaprodi dapat menentukan nama mahasiswa-mahasiswa dalam satu kelas.

d. Pengaruh terhadap nilai-nilai edukasi (*intangible*):
   - Sistem ini harus tetap mendukung sistem pendidikan di PNJ untuk dapat meningkatkan kemampuan *knowledge* dan *skill*(diharapkan juga *attitude*) peserta didik secara seimbang.
   - Penggunaan sistem ini harus dapat mencegah turunnya indeks prestasi Mhs.
   - Sistem harus dapat meningkatkan jumlah dan kualitas program kerjasama PNJ dengan institusi/instansi lain di bidang pendidikan.
e. Isu atau Batasan:
   - Pembangunan sistem dikerjakan dalam satu tahun anggaran
   - Perlu diantisipasi luas *monitor* dari *notebook*yang akan semakin menyempit.
   - Terdapat kecenderungan teknologi *display* yang mengarah kebentuk melebar (HDD/*high definition display*)
   - Perlu diantisipasi keterbatasan mahasiswa untuk dapat memiliki *notebook*.
   - Senat PNJ perlu didorong untuk merevisi aturan tentang proses perkuliahan.

Analisis Feasibilitas

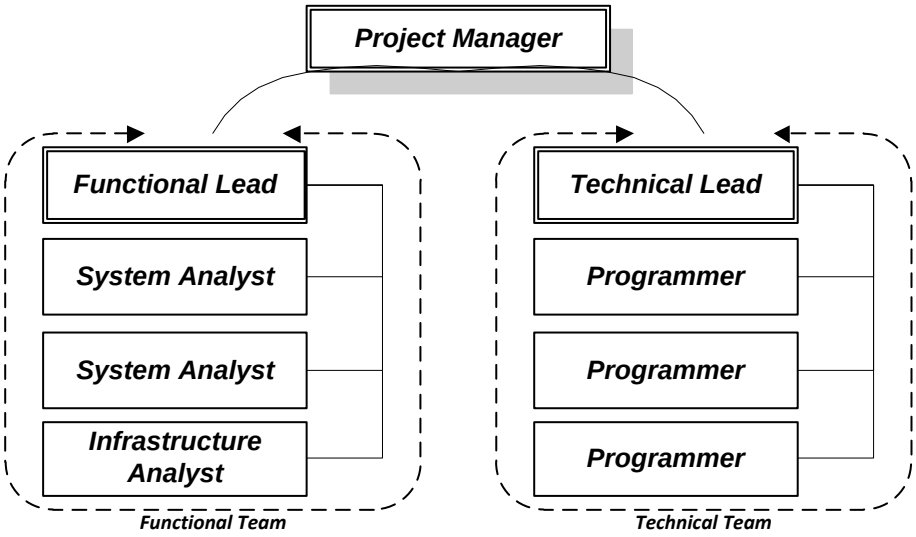
Prospek dan tantangan yang akan dihadapai oleh PNJ dalam menerapkan *distancelearning* dijelaskan dalam hasil *feasibilityanalysis*, sbb:

a. Secara Teknikal:
   Hasil analisis menyatakan sistem dapat diterapkan namun perlu mengantisipasi beberapa hal, sbb:
   - Resiko proses belajar mengajar *vis-à-vis* ke-*familiar*-an terhadap aplikasi sistem *distancelearning* adalah tinggi:
     - Dosen dan mahasiswa PNJ memiliki sangat sedikit pengalaman dalam *open/distance learning programme*.
     - Sistem belajar yang berjalan saat ini telah tertanam sangat kuat bahkan bagi mereka yang bekerja di bidang IT, namun hal tersebut tidak dilakukan dengan sistem berbasis *Web-enabled*.
     - Telah banyak perguruan tinggi yang telah *exist* memanfaatkan aplikasi sistem belajar melalui internet namun belum diaplikasikan ke dalam sistem pembelajaran di Politeknik.
   - Resiko terhadap *projectsize* adalah medium
     - Personil tim yang dibutuhkan diperkirakan kurang dari 10 orang
     - Pengembang sistem adalah para Dosen.
     - Dosen dan mahasiswa (*user*) termasuk yang dilibatkan.
     - Waktu yang dibutuhkan kurang dari satu tahun.
b. Secara Ekonomikal:
   Hasil analisis menyatakan sistem dapat diterapkan namun perlu mengantisipasi beberapa hal:
   - *Tangiblecostsandbenefits*
     - Biaya pengembangan dan keberlanjutannya dapat ditutup dari dana peserta, kerjasama industri, sponsor yang berhubungan dengan pendidikan (buku, belajar on-line, drama pendidikan, lembaga sertifikasi, keanggotaan asosiasi, asuransi pendidikan, dll).
     - Nama besar PNJ memiliki nilai jual yang kuat untuk mendatangkan peserta, kerjasama industri, hingga sponsor.
     - Mahasiswa yang akan menyelesaikan kuliah dapat dipersiapkan untuk melanjutkan pendidikannya di institusi yang sama.
c. Secara Organisational:
   Hasil analisis menyatakan sistem dapat diterapkan namun perlu mengantisipasi beberapa hal:
   - Dari perspektif organisasi sistem ini bertujuan untuk meningkatkan pelayanan kepada mahasiswa,daya tampung, dan mengakomodasi lulusannya untuk melanjutkan kuliah sehingga sejalan dengan visi-misi institusi untuk mejadi Politeknik di *level* internasional
   - Secara perundang-undangan program ini tidak melanggar.

d. Tambahan:

- Masih diperlukan beberapa *programmer* luar untuk aktualisasi sistem dan kegiatan *peerreview*.
- Seorang konsultan perlu dipersiapkan sebagai *secondopinion*.
- Beberapa pegawai diperlukan untuk mengoperasikan sistem baru dari sisi teknis maupun administrasi pendidikan.

Manajemen Sistem



Gambar:Struktur organisasi tim pengembang

Beberapa *systemanalyst* diperlukan membuat disain sistemdimana diantaranya adalah seorang *infrastructureanalyst* untuk mengelola integrasi sistem dengan lingkungan belajar yang secara teknis sedang berjalan saat ini. Diperlukan pula beberapa *programmer* yang memiliki *skill* baik dan berpengalaman yang bertanggung jawab terhadap implementasi sistem.
Tim dibagi 2 di bawah koordinasi seorang *leader*. Untuk penyederhanaan seorang *analyst* dapat berperan ganda sebagai *programmer* atau *functional leader* atau *technicalleader*atau *project manager* dan seorang *programmer* berperan sekaligus sebagai *technical leader* atau *functional leader*atau *project manager*.

2. Tahap Analisis

Fase analisa merupakan kegiatan pengumpulan data lapangan untuk kemudian digunakan sebagai bahan acuan dalam memprediksi prilaku sistem.

Sistem Saat Ini

Tiga tokoh utama sistem yang berjalan saat ini: Dosen, Mhs, dan Prodi:

Tabel 1: Sistem saat ini

As-Is System		
1.1 Program Studi	2.2 Mahasiswa	3.3 Dosen
SESISEBELUM		
1.4 Melihat kurikulum 1.5 Membuat jadwal dosen-matakuliah-mhs 1.6 Membuat daftar hadir, dosen, mhs	2.7 Memasukilab	3.8 Memasuki lab
SESIPEMBUKA		
	2.9 Menyatakan hadir 2.12 Melaporkan terlambat (bagi yang terlambat hadir)	3.10 Mengabsensimhsyangtelahhadir 3.11 Memulai kuliah dengan penjelasan materi hari ini 3.13 Mencatat selang waktu keterlambatan mhs (kompensasi)
SESIUTAMA		
	2.16 Melakukan praktek lab sesuai S.O.P	3.14 Menerangkan teori di papan tulis geser 3.15 Menjelaskan proses kerja langsung di alat
SESI PENUTUP		
	2.17 Meminta bertanya 2.18 Mengucap pertanyaan	3.19 Menjawab pertanyaan 3.20 Menyimpulkan perkuliahan
SESI SESUDAH		
1.23 Menjumlah efektif kehadiran dosen dan ketidak-hadiran mhs (kompensasi)	2.21 Membuat laporan	3.22 Memeriksa laporan

***Requirements*Non-Fungsional**

Non-functional requirements menetapkan kemampuan akses sistem.

a. Requirements kemampuan operasi sistem
   - Sistem memiliki *database* berisi:
     - Beberapa program studi,
     - Kelas di setiap Program Studi
     - Mahasiswa di setiap kelas Program Studi,
     - Dosen disetiap matakuliah,
     - Matakuliah di setiap program studi.
   - Sistem harus mampu mengimpor format dari alat bantu yang akan digunakan (*camcorder*, *pen-display*, *microphone*, *slide*presentasi, dll).
   - Sistem memiliki versi teks untuk kegiatan pesan singkat.

- Sistem memiliki *folder* untuk menyimpan hasil absensi.
- Sistem harus dapat beroperasi di lingkungan operasi *Windows*.
- Sistem dapat menghitung jumlah keterlambatan dosen dan mahasiswa.
- Sistem memiliki *link* dengan *website* PNJ.

b. Requirements unjuk kerja sistem
- Sistem dapat diakses oleh 30 hingga 60 titik berbeda dalam waktu yang sama.
- Sistem membutuhkan akses internet yang cukup cepat dengan *responsetime* kurang dari 5 detik.
- *Inventorydatabase* harus dapat di-*update* setiap saat.

c. Requirements keamanan sistem
- Sistem hanya dapat diakses oleh pengguna yang telah diberikan hak akses secara legal

d. Requirements lingkungan budaya sistem
- Informasi ditampilkan dalam 2 bahasa: Bahasa Indonesia dan *English*.

***Requirements*Fungsional**

Functional requirements menentukan bagaimana *user* mengakses sistem.

a. SistemAbsensi
- Dosen dapat memilih sebuah kelas untuk menampilkan seluruh mahasiswa yang terdaftar di kelas tersebut.
- Mahasiswa dapat mengakses sistem sebelum jam kuliah dimulai untuk menyatakan kehadirannya *on-time*.
- Mahasiswa dapat mengakses sistem setelah jam kuliah dimulai untuk menyatakan kehadirannya terlambat.
- Kaprodi men-*support* data matakuliah dan mahasiswa.

b. Daftar hadir
- Keseluruhan data kehadiran dosen dan mahasiswa yang mengakses sistem dapat disatukan ke dalam berkas daftar hadir

c. Kolom teks
- Mahasiswa dapat mengetik pertanyaan dan mengirimkan ke forum.

d. Saving dan Printing
- Daftar Hadir dapat disimpan dan/atau dicetak.
- Dapat melakukan *preview* sebelum mencetak Daftar Hadir.

Sistem Baru

Berdasarkan hasil observasi sistem belajar-mengajar yang berjalan saat ini dan requirement yang dibutuhkan oleh sistem maka proses kegiatandistancelearning yang berjalan dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 2:Perubahan ke sistem baru

To-Be System		
1.1 ProdiID	2.2 MhsID	3.3 DosenID
SESI SEBELUM		
1.4 Mengakses database (dengan isi ID Prodi) 1.5 Menjadwal matakuliah 1.6 Memuat absensi (memulai hitung mundur awal kuliah dan mengizinkan mhsdan dosen mengisi absensi)	(memulai hitung mundur awal kuliah dan mengizinkan mhs mengisi absensi) 2.7 Mengisi absensi Mhs (dengan isi ID Mhs)	(memulai hitung mundur awal kuliah dan mengizinkan dosen mengisi absensi) 3.8 Mengisi absensi dosen (dengan isi ID Dosen)
SESI PEMBUKA		
	2.9	3.10 ....

.... (Hitung mundur berakhir & hitung kompensasi dimulai)	.... (Hitung mundur berakhir & hitung kompensasi dimulai) 2.12 Mengisi kompensasi (dengan ID Mhs bagi mahasiswa yang terlambat)	3.11 Mengaktifkan video live (Hitung mundur berakhir & hitung kompensasi dimulai) 3.13 ....
SESI UTAMA		
	2.16	3.14 Menggunakan pen-display (menulis) 3.15 Menggunakan video live (praktek proses kerja alat)
SESI PENUTUP		
	2.17 Mengetik pertanyaan 2.18 Mengirim pertanyaan	3.19 Menjawab melalui video live 3.20 Menggunakan video live(ceramah)
SESI SESUDAH		
1.23 Menyimpan daftar hadir dan kompensasi	2.21	3.22 ....

III. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Pembangunan dan pengembangan *distance learning system* di Politeknik disamping harus dapat meningkatkan *knowledge* mahasiswa, juga harus memperhatikan kemampuan sistem dalam meningkatkan *skill*peserta didik. Hal tersebut yang dapat dijadikan pembeda dengan sistem yang dimiliki oleh institusi lainnya.

2. Saran

Masih diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui disain model sesungguhnya dari sistem *distancelearning* PNJ dan proses implementasi yang sesuai dengan kondisi teknologi yang ada di PNJ dan sekitarnya.

IV. DAFTAR PUSTAKA

[1] Nicol, David, "Advice on Managing Transformational Change: Course Redesign using ICT", REAP Briefings: Management Briefing Paper 2, *REAP: Re-engineering Assessment Practices in Scottish Higher Education*, 2007.

[2] Altbach, Philip G. "Globalization and Forces for Change in Higher Education', The 50th Issue of International Higher Education, *international higher education*, The Boston College Center for International Higher Education, ISSN: 1084-0613, Paper Number 50, 2007

[3] Trinkle, Dennis A. "The 361° Model for Transforming Teaching and Learning with Technology", *EDUCAUSE QUARTERLY PAPER*, pp.18-25, Number 4, 2005.

[4] Murthy, K.V. Bhanu, "Re-engineering higher education", *TheKnowledgeManagementSystem*, University of Delhi, India.2006.

[5] Silanegara, Indra, "Penerapan Konsep Reengineering untuk Mengidentifikasi Kebutuhan Teknologi Informasi (Studi Kasus: Program Studi Teknik Energi di Politeknik Negeri)",

Prosiding: Aplikasi Teknologi dan Ilmu Pengetahuan Terapan Bagi Pengembangan Industri dan Jasa; Seminar Nasional Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, 2010.

KATA PENGANTAR

Pendidikan tinggi harus selalu mengeksplorasi kemampuan civitas akademiknya untuk memperbaharui pengetahuan, jejaring akademis dan kompetensinya, sehingga lulusannya mampu bersaing di dunia kerja maupun ilmu pengetahuan dan teknologi.

Politeknik Negeri Jakarta adalah salah satu lembaga pendidikan tinggi yang selalu berusaha untuk meningkatkan dan mengembangkan kompetensi civitas akademis di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi terapan.

Kebutuhan energi semakin meningkat, baik untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, industri, transporasi, pertahanan dan militer, dan lebih penting lagi untuk meyakinkan para investor industri bahwa energi penggerak industri tersedia melimpah, dan lain-lain. Selama ini sebagian besar ketersediaan energi dikembangan berbasis energi fosil, minyak bumi, batu bara dan sejenisnya, yang pada akhir-akhir ini jumlah ketersediaanya semakin berkurang dan tidak ramah lingkungan, sehingga biaya energi fosil (khususnya minyak bumi) semakin mahal. Berdasarkan konsepsi tersebut di atas, maka pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terapan untuk eksplorasi dan eksploitasi energi terbarukan yang ramah lingkungan adalah sebuah keharusan.

Terdapat dua aspek utama yang menjadi tantangan dan harapan bagi para akademisi, peneliti dan praktisi industri; ketersediaan energi yang tidak susut, sekaligus ramah lingkungan. Dua aspek ini harus dikembangkan melalui teknologi terapan sedemikian rupa sehingga berdampak positif untuk kesejahteraan bangsa.

Berdasarkan konsep pemikiran di atas, maka civitas akademik Teknik mesin Politeknik Negeri Jakarta bersama peneliti, akademisi dan praktisi industri telah menyelenggarakan seminar untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi terapan energi terbarukan yang ramah lingkungan, dalam bentuk SEMINAR NASIONAL dengan tema:

“PENGUATAN KONVERSI ENERGI, MANUFAKTUR dan MATERIAL UNTUK MENGEMBANGKAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN"

Seminar nasional ini bertujuan untuk: - Menampung, mempublikasikan, berbagi dan bertukar pemikiran, dan mengeksplorasi konsep, desain, teknologi, manajemen dan pemikiran baru dari para akademisi, peneliti dan praktisi industry, sehingga dapat dibangun jejaring kerja sama antara lembaga pendidikan, peneliti dan praktisi industry.

Atas berkat dan rahmat Tuhan Yang Maha Esa, maka seminar yang dimaksud di atas telah berhasil dilaksanakan dengan baik.

Panitia menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia
- PT. Badak NGL
- BPPT

yang telah bersedia menjadi pembicara sebagai nara sumber dan berbagi pengetahuan dalam seminar ini.

Panitia menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para sponsor yang mendukung suksesnya seminar ini dalam bentuk saran maupun dana.

Panitia menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para undangan, pemakalah dan para tamu, baik sebagai dosen dan mahasiswa yang telah ikut hadir berpartisipasi dalam seminar ini.

Panitia juga menyampaikan terima kasih kepada anggota panitia yang mendukung terlaksananya seminar ini.

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta berharap seminar ini dapat dilanjutkan dalam bentuk kerja sama yang lebih konkrit, baik dengan pihak peneliti dan pihak praktisi industry dalam bidang penelitian terapan di masa yang akan datang.

Tidak lupa, panitia juga menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan dalam pelayanan dan pelaksanaan seminar ini.

Semoga seminar ini akan menjadi kegiatan tahunan yang akan melibatkan lebih banyak lagi pihak-pihak yang kompeten dalam bidang teknologi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

Depok, 26 April 2013
Ketua Panitia

Dr. Drs. Agus Edy Pramono, ST. M.Si.

SUSUNAN PANITIA

Pelindung
Abdillah S.E. M.Si. (Direktur Politeknik Negri Jakarta)
Panitia Pengarah
Dr. Drs. A. Tossin Alamsyah,ST.,MT.
Penanggung Jawab
Tatun Hayatun Nufus, M.Si.
Ketua Seminar Nasional Teknik Mesin 2013
Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si.
Tim Reviwer
Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si.
Dr. Dianta Mustofa Kamal, M.T.
Rahmat Subarkah, M.T.
Dr. Aryo Sunar Baskoro, M.T.
Dr. Bambang Sugiyono
Minto Rahayu S.S., M.Si.
Benhur Nainggolan, M.T.
Jannus, M.T.
Muslimin Al-Masta M.T.
Vika Rizkia, M.T.
Dr. Dwi Rahmalina
Keynote Speaker
Ir. Edward Otto Kanter (Direktur HRD PT.TMMIN)
Ir. Teten Hadi Rustendi (Manager PT BADAK NGL)
Dr. Ir. Soni Solistia Wirawan, M.Eng (Kepala Balai Besar Teknologi Energi, B2TE BPPT)
Panitia Pelaksana Kegiatan

Adi Suryanto
Amril
Andi Ulfiana
Ariek Sulistyowati
Budi Prianto
Dewin Purnama
Fuad Zainuri
Gun Gun Ramdlan Gunadi
Haidir Juda
Hasnah Syarif
Indriyani Rebet
Lia Chulyana
Memed Sumantono
Munjili
Nuryanti
R. Grenny Sudarmawan
Selamet Supriyadi
Wardah Hanafiah
Wasiati Sri Wardhani

DAFTAR ISI

Halaman Judul
Kata Pengantar ……..…..……..…..…… i
Susunan Panitia ……..…….....……..…..……... ii
Daftar Isi ……..…….....……..…..…… iv

Bidang Konversi Energi
Analisis Distribusi Suhu Nanofluida Al_2O_3-Water Di Sub Buluh Segi Empat pada Pwr (*Pressurized Water Reactor*) ……..……..…… 1
Adsorpsi Isotermal Hidrogen pada Karbon Aktif Pellet dengan Bahan Pengikat Likuida Lignoselulosa ……..…… 7
Modifikasi Photovoltaic Thermal (PV/T) dengan Pipa Kalor Berpenampang Pipih untuk Meningkatkan Effisiensi ……..…… 15
Modifikasi Photovoltaic/Thermal (PV/T) Berbasis Efisiensi Photovoltaic …… 21
Perancangan Sistem Kendali Pintu Air PLTMH Kincir Air …… 27
Bidang Manufaktur, Konruksi dan Perawatan
Mesin Penghancur Sampah Kertas dan Pengurai Serat Sampah Organik ……..… 33
Rancang Bangun Mesin Pengayak Gradasi Pasir Dengan Tiga Saringan ……..… 41
Rancang Bangun Mesin Paket Pemarut dan Pemeras Kelapa …… 49
Konsep Rancang Bangun Mesin Pengiris Pisang …….. 55
Optimasi Kualitas Geometrik Unjuk Kerja Mesin Gerinda Silindris Tipe HTG 610 …… 65
Rancang Bangun Mesin Penekuk Pipa Kompresi Sistem Multiple Die …… 73
Rancang Bangun Alat Bantu Pemasangan Ban Mobil …… 81
Rancang Bangun Rangka Mobil Listrik Shell Eco Marathon ……..…… 87
Rancang Bangun Mesin Pencacah Tandan Kosong Kelapa Sawit Kapasitas 900 [Kg/Jam] . 93
Rancang Bangun Robot Manual KRI ……..……..… 101
Perhitungan Indek Kompleksitas Fitur Produk Melalui Identifikasi dan Rekognisi Informasi Geometri…… 107
Rancang Bangun Mesin Injeksi Molding Impeller untuk PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro) Berbahan Nylon……..…… 115
Bidang Material, Elektrical, dan Otomasi
Studi Efisiensi Pemakaian Daya Penggerak Model Buka-Tutup Palang Pintu Berbasis RFID ……...……...……...……...……... 121
Aplikasi Smart Building dengan Programmable Logic Controller ……...…… 129
Pemodelan Sistem Kendali Incinerator pada Programmable Logic Controller (PLC)…… 137
Pengaruh Temperatur dan Waktu Proses Anodisasi Puley Aluminium Dalam Larutan H_2SO_4 Encer dan Campuran Larutan (H_2SO_4+$H_2C_2O_4$) Encer……...…… 143
Pengaruh Temperatur Pembakaran dan Komposisi Sekam Terhadap Porositas Composite Filter ……..……..……..……..……..……..……..…… 151
Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Sifat Mekanik Material AISI 4140 untuk Komponen *Breaker Tip* ……..……..……..……..……..…… 157
Uji Kualitas Fisik dan Uji Kinetika Reaksi Briket Sampah dengan Penambahan Minyak Jelantah ……..……..……..……..……..…… 163
Rancang Bangun Alat dan Eksperimen Proses Pembekuan Searah pada Paduan Al-(1-12)%Si ……..…… 171
Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan Asam Sulfat Terhadap Ketahanan Korosi Hasil Proses Anodisasi Aluminium ……..……..……..……..…… 177
Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Kecepatan Aliran Air Pada Komposit Filter Keramik yang Mengandung Sekam Padi……..……..……..……..…… 183
Bidang Humaniora dan Teknologi Informasi

Integrasi Antara Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) dengan Sistem Manajemen Mutu ISO-9001:2008 ……..…… 189
Upaya Peningkatan Mutu dan Kinerja Laboratorium Teknik Konversi Energi …… 197
Peningkatan Keterampilan Berbicara Bahasa Inggris Melalui Teknik Role Play…… 203
Penggunaan Metode Transporasi pada Jaringan Distribusi Barang dalam Rantai Pasokan untuk Mengoptimalkan Hasil ……..…… 209
Kinerja Dosen Dalam Melaksanakan Proses Belajar Mengajar di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta ……..…… 217
Rancangan Sistem Informasi Kinerja Prodi Alat Berat Jurusan Teknik Mesin PNJ…… 223
Perencanaan dan Analisis Sistem Informasi Perkuliahan Jarak Jauh untuk Pendidikan Politeknik ……..…… 231

BIDANG KONVERSI ENERGI

ISSN 2085-2762
Seminar Nasional Teknik Mesin
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Analisis Distribusi Suhu Nanofluida Al_2O_3-Water Di Sub Buluh Segi Empat Pada Pwr (*Pressurized Water Reactor*)

Anwar Ilmar Ramadhan[1]; As Natio Lasman[2]; Anggoro Septilarso[2]
1. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
2. Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia
airamadhan@yahoo.com

Abstrak

Keselamatan merupakan masalah yang sangat diperhatikan dalam proses perancangan, pengoperasian dan pengembangan suatu reaktor nuklir. Oleh sebab itu, metode analisis yang digunakan dalam semua kegiatan tersebut harus teliti dan handal sehingga mampu memprediksi berbagai kondisi pengoperasian reaktor, baik pada kondisi operasi normal maupun pada saat terjadi kecelakaan. Di dalam reaktor nuklir PWR (*Pressurized Water Reactor*) dengan susunan elemen bahan bakar segi empat, dilakukan riset menggunakan nanofluida Al_2O_3-Water sebagai pendingin teras reaktor.

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan pemodelan sub buluh silinder pemanas dengan susunan segi empat pada elemen bahan bakar di teras reaktor nuklir tipe PWR (*Pressurized Water Reactor*) yang diberikan fluida pendingin air (H_2O) dan juga nanofluida Al_2O_3-Water. Sehingga dapat diamati analisis penyebaran distribusi suhu untuk fluida pendingin dan juga di dinding silinder elemen bahan bakar dengan menggunakan simulasi numerik berbasis CFD (*Computational Fluid Dynamics*) Code.

Hasil dari penelitian ini memperlihatkan pola distribusi suhu fluida dari nanofluida Al_2O_3-Water terjadi nilai yang hampir sama antara fluida air ringan (H_2O) dibandingkan dengan Al_2O_3-Water di awal silinder hingga sepanjang silinder elemen bahan bakar, hal ini dipengaruhi oleh sifat-sifat fluida tersebut. Terutama adalah faktor viskositas fluida, dimana nilai viskositas ini berpengaruh terhadap perpindahan panas di sub buluh elemen bahan bakar susunan segi empat. Dan untuk penyebaran distribusi suhu pada dinding silinder elemen bahan bakar dengan susunan sub buluh segi empat terlihat bahwa besarnya nilai suhu nanofluida Al_2O_3-Water dengan komposisi 1% dibandingkan dengan komposisi 2% dan juga 3% ketika diberikan *heat flux* konstan sebesar 2600 W/m^2.

Kata Kunci : *Nanofluida, distribusi suhu, sub buluh, simulasi, reaktor nuklir*

Abstract

Safety is considerable concern in the design, operation and development of a nuclear reactor. Therefore, the method of analysis used activities should be thorough and reliable to predict various reactor operating conditions. In the nuclear reactor PWR (*Pressurized Water Reactor*) with fuel element as array of rectangular elements, in research using nanofluid Al_2O_3-Water as a coolant reactor.

The research method to use modeling subchannel of cylinder with a rectangular arrangement of the fuel elements in a nuclear reactor core type PWR (*Pressurized Water Reactor*) with fluid cooling water (H_2O) and nanofluids of Al_2O_3-Water. It can be observed for the analysis of the distribution of temperature in the cooling fluid and the cylinder wall fuel elements using numerical simulations on CFD (*Computational Fluid Dynamics*) Code.

The results is show the pattern of distribution of temperature nanofluid Al_2O_3-Water occurs value between water (H_2O) and Al_2O_3-Water at cylinder on the fuel elements, it is influenced the properties of the fluids. Main focus is viscosity of the fluid, which affects the viscosity of heat transfer in the fuel element in sub channel. For distribution of temperature in the cylinder wall fuel elements with rectangular arrangement of sub channel is that the value of Al_2O_3-Water nanofluids temperature with a composition of 1% compared with the composition of 2% and also 3% when given constant heat flux of 2600 W/m^2.

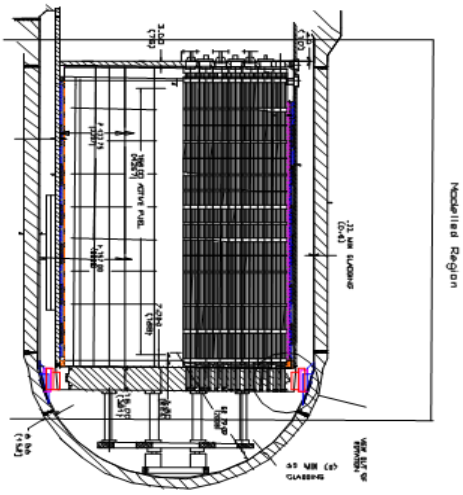
Keywords : *nanofluids, temperature distribution, sub channel, simulation, nuclear reactor*

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Keselamatan merupakan masalah yang sangat diperhatikan dalam proses perancangan, pengoperasian dan pengembangan suatu reaktor nuklir. Oleh sebab itu, metode analisis yang digunakan dalam semua kegiatan tersebut harus teliti dan handal sehingga mampu memprediksi berbagai kondisi pengoperasian reaktor, baik pada kondisi operasi normal maupun pada saat terjadi kecelakaan [1].

Fluida pendingin yang biasa dipergunakan diteras reaktor nuklir PWR susunan sub buluh segi empat adalah fluida air ringan (H_2O). Didalam penelitian ini digunakan nanofluida Al_2O_3-Water sebagai media pengambil panas hasil reaksi fisi nuklir. Tujuannya adalah agar panas yang diambil dan perpindahan panas yang terjadi dapat optimal.
Nanofluida Al_2O_3-Water digunakan karena nanofluida merupakan pencampuran antara nanopartikel Al_2O_3 dengan fluida air (H_2O), dan secara teoritis nanofluida ini memiliki nilai perpindahan panas diatas fluida air biasa. Langkah awal penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi suhu yang terjadi pada nanofluida di susunan elemen bahan bakar susunan segi empat di teras reaktor nuklir tipe PWR [2].



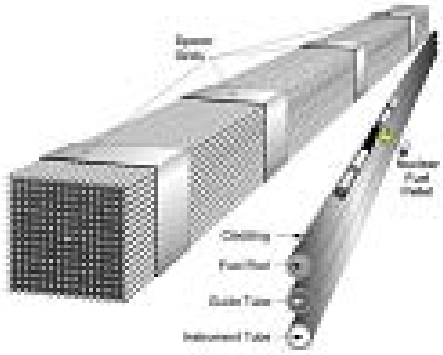
Gambar 1. Tampang lintang teras reaktor nuklir tipe PWR [3]

Dengan menggunakan Gambar 1 diatas, dalam riset ini diteliti dengan menggunakan pemodelan pada susunan elemen bahan bakar reaktor yang tersusun secara segi empat. Sehingga dapat diketahui pola distribusi suhu nanofluida yang terjadi diantara elemen bahan bakar tersebut.

II. EKSPERIMEN

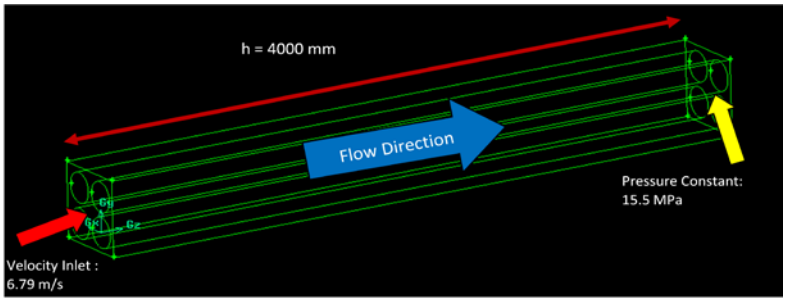
1. Pemodelan Sub Buluh Elemen Bahan Bakar

Pada penelitian ini dilakukan simulasi numerik dengan menggunakan CFD (*Computational Fluid Dynamics*) Code, dimana langkah awalnya adalah melakukan pemodelan dari sub buluh susunan segi empat di teras reaktor PWR dengan menggunakan elemen bahan bakar seperti Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Elemen bahan bakar di PWR [3]

Kemudian berdasarkan Gambar 2, dibuatkan model dengan menggunakan program pemodelan seperti Gambar 3 dibawah ini:

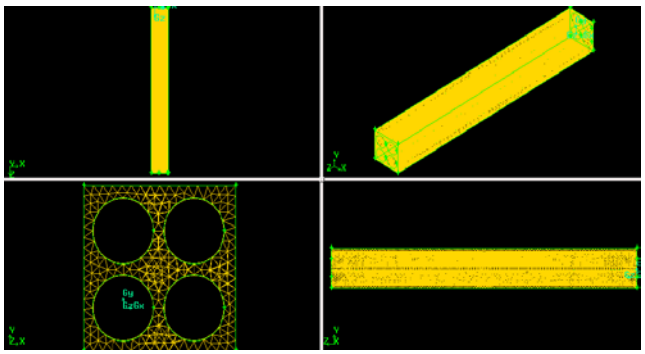


Gambar 3. Pemodelan sub buluh susunan segi empat di teras reaktor PWR

Ukuran dimensi dari model diatas adalah:

a. Diameter (D) elemen bahan bakar : 9.5 mm
b. Tinggi (h) elemen bahan bakar : 4000 mm
c. Pitch (P) antar elemen bahan bakar : 12.65 mm

Kemudian langkah selanjutnya dilakukan mesh pada model, dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4. Hasil mesh dari model sub buluh elemen bahan bakar susunan segi empat

Untuk data desain PWR dan juga kondisi fluida pendingin yang digunakan dalam penelitian ini seperti Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Desain PWR dan kondisi fluida pendingin [4]

Power	Fuel	Coolant
Thermal 3800 MW Electrical 1280 MW	Rod, OD 9.5 mm Rod lattice pitch 12.65 mm	Pressure 15.5 MPa Inlet Temp. 292^{o}C Outlet Temp. 324^{o}C Inlet Velocity 6.79 m/s
Core		
Length 3.81 m Diameter 3.66 m		

2. Simulasi Numerik dengan CFD Code

Menggunakan Tabel 1 untuk kondisi masukkan di dalam simulasi numerik menggunakan persamaan k-ε standard yaitu, Model *k-ε* standard merupakan model semi empiris berbasis model persamaan transport untuk energi kinetik turbulen (k) dan laju disipasi (ε), yang dikembangkan oleh Launder dan Spalding. Energi kinetik turbulen (k) dan laju disipasi (ε), diperoleh dari persamaan transport berikut ini:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k)+\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i)=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu+\frac{\mu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right]+G_k+G_b-\rho\varepsilon-Y_M+S_k \quad (1)$$

Dan,

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\varepsilon)+\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho\varepsilon u_i)=\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu+\frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon}\right)\frac{\partial\varepsilon}{\partial x_j}\right]+C_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k}(G_k+C_{3\varepsilon}G_b)-C_{2\varepsilon}\rho\frac{\varepsilon^2}{k}+S_\varepsilon \quad (2)$$

Pada persamaan tersebut G_k menyatakan pembentukan energi kinetik turbulen dengan gradien kecepatan rerata. G_b adalah terbentuknya energi kinetik turbulen karena gaya apung (*buoyancy*).

Y_m menyatakan kontribusi fluktuasi dilatasi di dalam aliran turbulen tidak mampat terhadap laju disipasi secara keseluruhan.

Sedangkan nilai $C_{1\varepsilon}$, $C_{2\varepsilon}$, $C_{3\varepsilon}$ adalah konstanta, σ_k dan σ_ε masing-masing adalah bilangan turbulen Prandtl untuk *k* dan *ε*. Untuk S_k dan S_ε didefinisikan sebagai suku sumber. $C_{1\varepsilon}$= 1.44, $C_{2\varepsilon}$ = 1.92, $C_{3\varepsilon}$ = 0.09, σ_k = 1.0 dan σ_ε = 1.3. Model *k-ε* standard digunakan untuk bilangan Reynold (Re) yang tinggi.

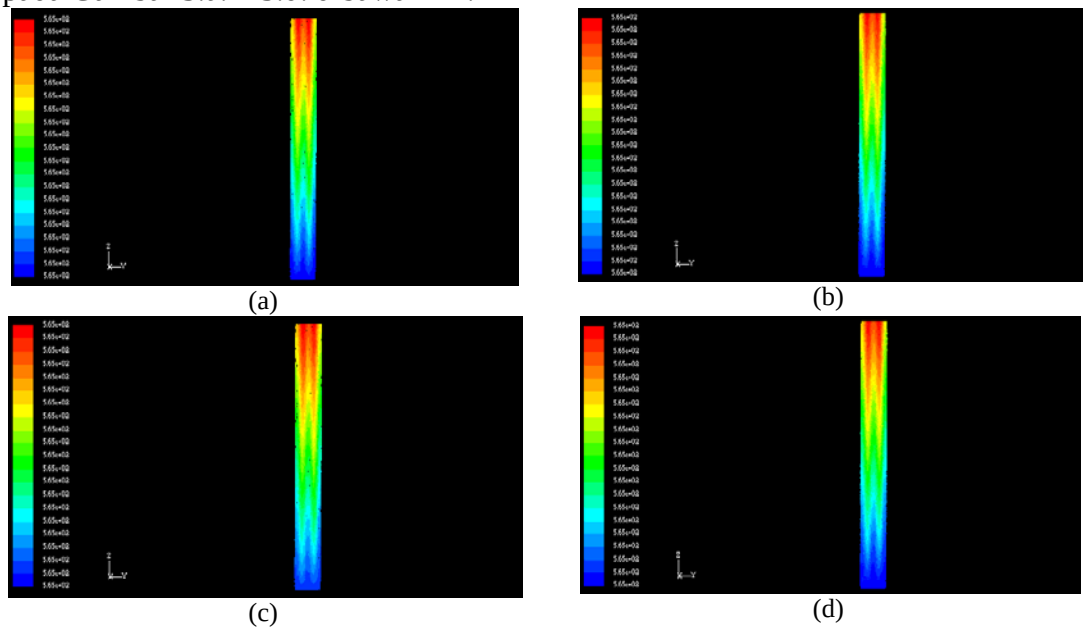
Nanofluida yang digunakan adalah Nanofluida Al_2O_3-Water dengan fraksi volume 1%, 2% dan 3%, sehingga untuk Tabel properties fluida adalah seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat-sifat nanofluida Al_2O_3-Water (1%, 2% dan 3%) [5]

knf (W/mK)	0.620	0.638	0.656
ρnf (kg/m3)	1021.7	1047.7	1073.8
μnf (kg/ms)	8.17×10-4	8.376×10-4	8.576×10-4
Cp,nf (kJ/kgK)	4.149	4.115	4.081

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pemodelan simulasi numerik pada sub buluh elemen bahan bakar dengan susunan segi empat dapat dilihat distribusi suhu pada sumbu z sepanjang elemen bahan bakar tersebut, dapat dilihat pada Gambar 5.a. – 5.d. dibawah ini:

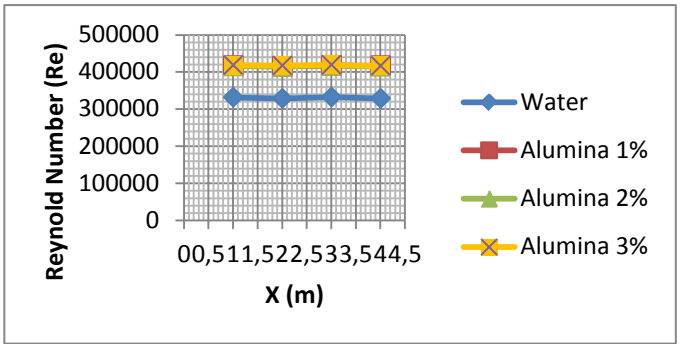


(a) (b) (c) (d)

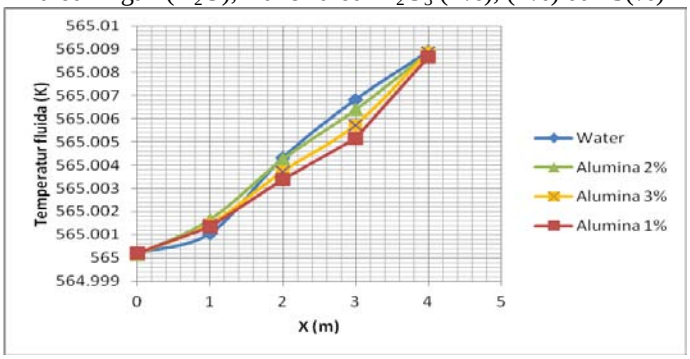
Gambar 5. Distribusi Suhu di sub buluh dengan susunan elemen bahan bakar segi empat menggunakan: (a) fluida air ringan (H_2O); (b) Nanofluida Al_2O_3 (1%); (c) Nanofluida Al_2O_3 (2%); (d) Nanofluida Al_2O_3 (3%)

Pada Gambar 5.a – 5.d., memperlihatkan bahwa temperatur fluida diantara sub buluh elemen bahan bakar dengan susunan segi empat, telah terjadi peningkatan temperatur dari posisi jarak 1 hingga 4 meter. Penaikan suhu ini terjadi 565.00013 hingga 565.00873 K.

Seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 6. yang menunjukkan temperatur fluida secara aksial mengalami penaikan suhu, hal ini disebabkan oleh adanya pola aliran turbulensi (Re > 3292.57), seperti yang terlihat pada Gambar 6, yang masuk mulai dari jarak 1 meter hingga 4 meter yang melewati elemen bahan bakar. Dimana fluks panas dari elemen bahan bakar yang tetap yang sebagian diambil oleh dinding silinder elemen bahan bakar kemudian diteruskan ke fluida pendingin.



Gambar 6. Hubungan Bilangan Reynold (Re) terhadap panjang silinder elemen bahan bakar dengan menggunakan fluida ringan (H_2O), Nanofluida Al_2O_3 (1%), (2%) dan 3(%)

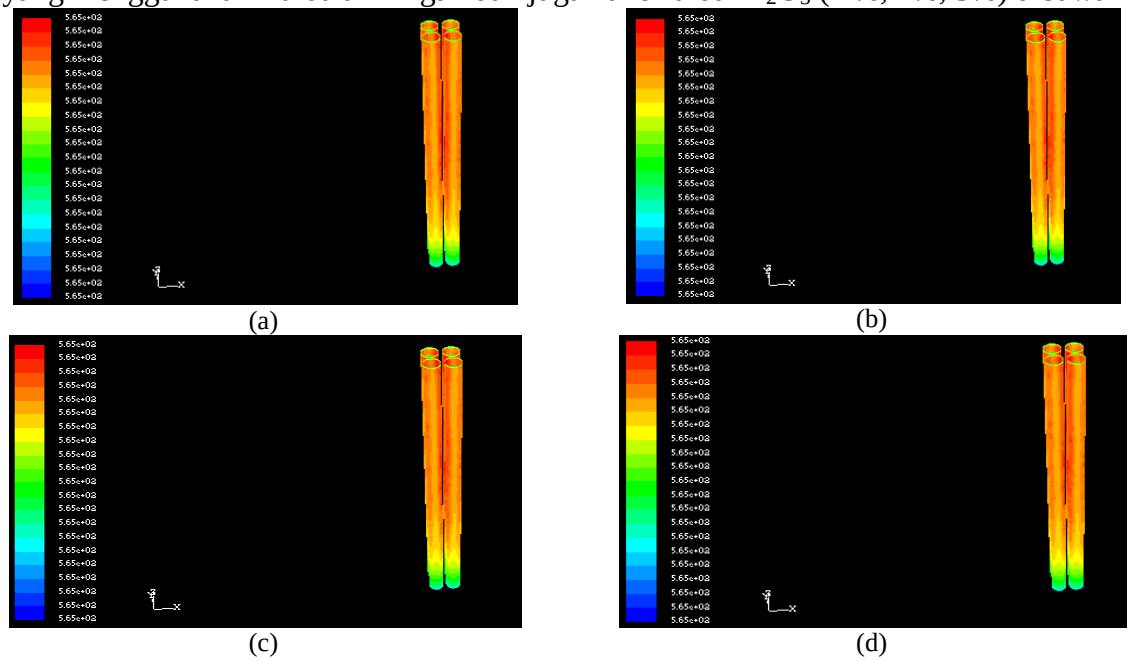


Gambar 7. Hubungan Temperatur fluida di sub buluh elemen bahan bakar susunan segi empat dengan menggunakan fluida ringan (H_2O), Nanofluida Al_2O_3 (1%), (2%) dan 3(%)

Pada Gambar 7 diatas menerangkan bahwa temperatur fluida yang terjadi di sub buluh elemen bahan bakar yang menggunakan fluida pendingin air ringan terlihat lebih besar mengalami peningkatan suhu secara aksial dibandingkan menggunakan nanofluida Al_2O_3 1%, 2%, dan 3%.

Hal ini disebabkan adanya pengaruh dari sifat-sifat fluida itu sendiri, dimana besaran viskositas fluida air ringan lebih besar dibandingkan viskositas nanofluida Alumina 1%, 2% dan 3%. Sehingga temperatur fluida ringan lebih besar ketika diberikan fluks panas, dibandingkan dengan menggunakan nanofluida Al_2O_3 1%, 2%, 3% sebagai fluida pendingin.

Untuk melihat distribusi suhu dinding di silinder elemen bahan bakar dapat dlihat pada Gambar 8.a. – 8.d. yang menggunakan fluida air ringan dan juga nanofluida Al_2O_3 (1 %, 2%, 3%) dibawah ini:



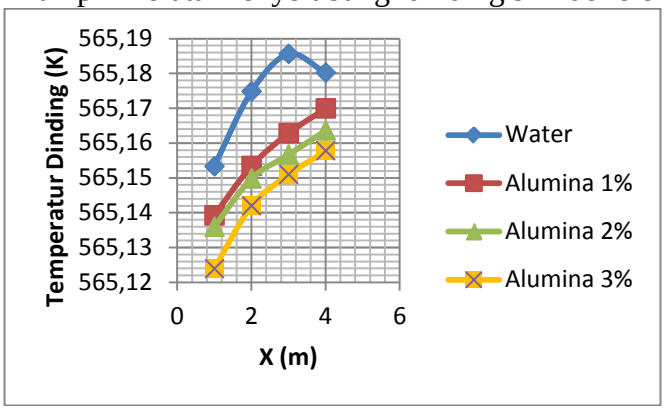
(a) (b)

(c) (d)

Gambar 8. Kontur temperatur di dinding elemen bahan bakar dengan menggunakan: (a) fluida air ringan (H_2O); (b) Nanofluida Al_2O_3 (1%); (c) Nanofluida Al_2O_3 (2%); (d) Nanofluida Al_2O_3 (3%)

Pada Gambar 8.a, memperlihatkan distribusi temperatur dinding yang merata dari paling bawah hingga paling atas (4 meter) silinder elemen bahan bakar dengan menggunakan fluida pendingin air ringan (H_2O). Dan besarnya nilai temperatur dinding secara aksial mulai dari 565.15 K hingga 565.18 K.

Pada Gambar 8.b - 8.d, kontur temperatur dinding silinder elemen bahan bakar yang menggunakan fluida pendinginnya dengan nanofluida Al_2O_3 1%, 2% dan 3%. Pada Gambar tersebut terlihat bahwa panas yang terjadi hampir merata menyelubungi dinding silinder elemen bahan bakar.



Gambar 9. Hubungan Temperatur dinding silinder di sub buluh elemen bahan bakar susunan segi empat dengan menggunakan fluida ringan (H_2O), Nanofluida Al_2O_3 (1%), (2%) dan 3(%)(fluks panas = 2600 W/m^2)

Gambar 9. menjelaskan bahwa terjadi peningkatan suhu dinding secara linier baik untuk fluida pendingin air ringan maupun untuk fluida dengan menggunakan nanofluida Al_2O_3 1%, 2% dan 3%. Hal ini disebabkan karena semakin ke atas suhu fluida semakin panas, sehingga kemampuan fluida untuk mengambil panas dari dinding juga akan semakin berkurang, akibatnya semakin ke atas maka panas dari dinding yang bisa diambil oleh fluida juga berkurang sehingga semakin ke atas suhu dinding semakin panas.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan yaitu:

a. Distribusi suhu pada elemen bahan bakar susunan segi empat pada PWR (*Pressurized Water Reactor*) terlihat bahwa terjadi peningkatan temperatur atau suhu mulai dari 1 meter hingga 4 meter, baik untuk fluida air ringan maupun dengan menggunakan nanofluida Al_2O_3-Water dengan komposisi (1%, 2% dan 3%).
b. Peningkatan distribusi suhu secara sumbu z pada elemen bahan bakar susunan segi empat dipengaruhi adanya pola aliran turbulensi ((Re > 3292.57), dimana fluks panas dari elemen bahan bakar yang tetap (2600 W/m^2) yang sebagian diambil oleh dinding silinder elemen bahan bakar kemudian diteruskan ke fluida pendingin. Dan juga faktor dari viskositas masing-masing fluida yang berbeda, dimana viskositas dari nanofluida Al_2O_3-Water 3 % memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan Al_2O_3-Water 2%, 1% dan fluida air ringan.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] E. Umar, 2007, ***Studi Termohidrolik Pada Reaktor Nuklir-Penelitian Berbahan Bakar Silinder***, Disertasi Teknik Mesin, ITB, Bandung
[2] Ramadhan, A.I, 2012, ***Analisis Perpindahan Panas Fluida Pendingin Nanofluida Di Teras Reaktor Air Tekan (Pressurized Water Reactor) Dengan CFD Code***, Tesis Program Magister, Universitas Pancasila, Jakarta
[3] Anonymous, 2003, The Westinghouse AP1000 Advanced Nuclear Plant: Plant Description, Westinghouse Electric Co., LLC
[4] Nematollahi, dkk, 2011, The Analysis of Fuel Assembly Spacer Grids on Heat Transfer Parameters in a Typical PWR, Shiraz University, Iran
[5] Pandey, A.K., 2011, ***A Computational Fluid Dynamics Study of Fluid Flow and Heat Transfer in a Micro Channel***, Tesis Program Magister, National Institute of Technology Rourkela, India

Adsorpsi Isotermal Hidrogen pada Karbon Aktif Pellet dengan Bahan Pengikat Likuida Lignoselulosa

Jauhari Ali
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Depok 16422, Indonesia
cipe55@yahoo.com

Abstrak

Adsorben dengan prosentase mikropori yang lebih besar jika dibandingkan makropori dan mesoporinya, maka kemampuan adsorpsinya diharapkan akan meningkat. Cara yang dilakukan untuk itu adalah dengan membuatnya menjadi partikel berukuran nano melalui proses ball-milling dan selanjutnya dibentuk menjadi padatan (pellet) melalui penekanan mekanis dengan penambahan likuida lignoselulosa sebagai pengikat.

Pencampuran antara likuida lignoselulosa dan serbuk patikel nano untuk membentuk pellet karbon aktif sangat cocok digunakan dengan perbandingan massa 3:4, karena setelah dilakukan proses reaktivasi selama 1 jam, bentuk pellet karbon aktif tetap stabil.

Adsorpsi hidrogen oleh karbon aktif tersebut diketahui melalui pengujian mengunakan metode volumetrik dengan variasi temperatur isotermal -5^{0}C dan 35^{0}C serta tekanan sampai dengan 4 MPa, masing-masing terhadap karbon aktif bentuk granular (as received) dan pellet reaktivasi 1jam. Kapasitas adsorpsi karbon aktif berbentuk pellet yang diperoleh dari penelitian ini ternyata lebih baik dibandingkan karbon aktif bentuk granular, hal tersebut dikarenakan setelah dilakukan reaktivasi terjadi peningkatan gaya elektrostatik antar molekul dan kandungan unsur karbon (C) serta pengurangan unsur pengotor dalam karbon aktif bentuk pellet. Kapasitas penyerapan (adsorpsi) gas hidrogen oleh karbon aktif berbentuk pellet dengan reaktivasi selama 1 jam dibandingkan karbon aktif bentuk granular, mengalami peningkatan sebesar 14% pada temperatur -5^{o}C tekanan 3854.83 kPa dan 23% pada temperatur 35^{o}C tekanan 3882.04 kPa.

Data adsorpsi isotermal yang diperoleh dikorelasikan terhadap model persamaan Langmuir-Freundlich yang memiliki deviasi terkecil yaitu 7,10% untuk karbon aktif granular dan 5,55% untuk pellet reaktivasi 1 jam.

Kata Kunci : Adsorpsi, likuida lignoselulosa, karbon aktif pellet.

Abstract

The adsorbent with percentage of micropore is higher than its macropori and mesopori, the adsorption capacity is also expected to increase. It is done by making nano-sized particles through ball-milling process and then formed into pellets through the mechanical suppression with lignocellulosic liquid as a binder. The mixing of lignocellulosic liquid and nano particle to form a pellet activated carbon is suitable with a mass ratio of 3:4, as after 1 hour reactivation process, the form of activated carbon pellets remained stable. Adsorption on activated carbon is known through testing using volumetric method with variation of isothermal temperature -5^{0}C and 35^{0}C and pressures up to 4 MPa, to granular activated carbon (as received) and pellets 1 hour reactivation. The adsorption capacity of the pellet is better than granular activated carbon. It is because after the reactivation process there are an increase in molecules electrostatic forces and the content of carbon element (C) and the reduction of elemental impurities in the pellet activated carbon.

Absorption capacity of hydrogen gas on pellet activated carbon with 1 hour reactivation was compered with granular activated carbon, there is an increase of 14% at a temperature of -5^{o}C and the pressure is 3854.83 kPa or 23% at a temperature of 35°C and the pressure is 3882.04 kPa. The isothermal adsorption datas were correlated to the Langmuir-Freundlich equation model which has the smallest deviation is 7.10% for granular activated carbon and 5.55% for pellets 1 hour reactivation.

Keywords : Adsorption, lignocellulosic liquid, pellet activated carbon

I. PENDAHULUAN

Penelitian berkaitan dengan metode dan material untuk menyimpan hidrogen terus dilakukan, dengan hasil sejauh ini adalah kesimpulan bahwa penyimpanan hidrogen memakai prinsip adsorpsi dengan karbon aktif berbentuk granular sebagai adsorben sangat menjanjikan karena bisa menurunkan tekanan dalam tangki dengan kapasitas penyimpanan yang relatif sama [1]

Setelah penelitian daya adsorpsi hidrogen pada karbon aktif dalam bentuk granular mulai mapan, maka penelitian mulai mengarahkan pada usaha meningkatkan daya adsorspsi dari karbon aktif yang salah satunya dapat dilakukan dengan menjadikan partikelnya berukuran nano [2] sehingga akan lebih banyak memiliki mikropori yang akan meningkatkan kemampuan adsorpsinya. Kemampuan adsorpsi hidrogen oleh karbon aktif dalam bentuk partikel nano akan

meningkat dibandingkan karbon aktif bentuk granular tapi bulk densitasnya masih rendah. Karbon aktif dalam bentuk partikel nano yang diubah menjadi bentuk padatan dengan alat penekan mekanis dan penambahan likuida lignoselulosa sebagai pengikat, diharapkan akan lebih meningkatkan lagi kemampuan adsorpsi hidrogen oleh karbon aktif tersebut karena bulk densitasnya akan meningkat [3].

Penelitian ini akan menghasilkan produk padatan (pellet) karbon aktif yang stabil dengan data kapasitas adsorpsi isotermal sampai 4 MPa dengan menggunakan metode volumetrik pada temperatur isotermal 268 K dan 308 K. Data kapasitas adsorpsi isotermal pada karbon aktif berbentuk pellet selanjutnya akan dibandingkan dengan karbon aktif bentuk granular. Data eksperimen juga akan dikorelasi dengan menggunakan model persamaan Langmuir, Toth dan Langmuir-Freundlich. Masing-masing nilai deviasi untuk ketiga model persamaan tersebut kemudian dipilih model persamaan dengan nilai deviasi yang terkecil untuk digunakan sebagai acuan menentukan panas adsorpsinya.

II. EKSPERIMEN

Ada empat metode pengukuran adsorpsi isotermal, yaitu metode *carier* gas, metode volumetrik, metode gravimetrik dan metode kalorimetrik. Keempat metode pengukuran adsorpsi tersebut telah digunakan di berbagai negara dan telah diakui secara internasional [4]. Metode adsorpsi isotermal yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode volumetrik.

1. Adsorpsi Isotermal Metode Volumetrik.

Dasar pengukuran metode volumetrik adalah tekanan, volume dan temperatur, dimana data diukur saat adsorbat masuk ke tempat diletakkannya adsorben (*adsorption bulb*). Setelah keseimbangan adsorpsi terjadi, jumlah adsorbat yang terserap dihitung dari perubahan tekanan yang terjadi.

Kesetimbangan massa uap adsorbat dalam *charging cell* dan *measuring cell* dapat diasumsikan sebagai berikut: [5]

$$m_{d,mc} = |m_{cc}| - m_{ads} \qquad (1)$$

dengan:

$dm_{d,mc}$ = massa adsorbat di *measuring cell* (kg)

$|m_{cc}|$ = massa adsorbat di *charging cell* (kg)

m_{ads} = massa adsorbat yang diserap adsorben (kg)

Selama proses dari mulai *charging cell* sampai pada *measuring cell* adsorbat tidak bersifat ideal sehingga dibutuhkan parameter Z, dimana Z adalah faktor kompresibilitas, sehingga:

$$|m_{cc}| = \Delta m_{cc} = m_{cc}(t) - m_{vcc}(t+\Delta t)$$

$$= \frac{(p_{cc}(t) - p_{cc}(t+\Delta t)) \cdot V_{cc}}{Z.R_{cc} \cdot T_{cc}} \qquad (2)$$

$$dm_{d,mc} = m_{d,mc}(t+\Delta t) - m_{d,mc}(t)$$

$$= \frac{(p_{mc}(t+\Delta t) - p_{mc}(t)) \cdot V_{mc}}{Z.R_{mc} \cdot T_{mc}} \qquad (3)$$

Persamaan (2) dan (3) disubstitusikan ke dalam persamaan (1), maka didapat:

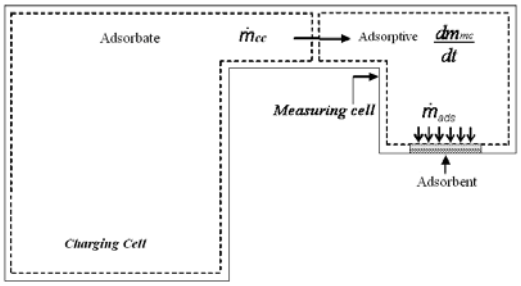
$$m_{ads} = \Delta m_{ads}(t)$$

$$= \frac{(p_{cc}(t) - p_{cc}(t+\Delta t)) \cdot V_{cc}}{Z.R_{cc} \cdot T_{cc}} - \frac{(p_{mc}(t+\Delta t) - p_{mcs}(t)) \cdot V_{mc}}{Z.R_{mc} \cdot T_{mc}}$$

Atau

$$m_{ads} = \rho_{cc}(p,T).V_{cc} - \rho_{mc}(p,T).V_{mc} \qquad (5)$$

Dalam hal ini, ρ_{cc} dan ρ_{mc} adalah massa jenis adsorbat pada tekanan dan temperatur di *charging cell* dan *measuring cell*. Besaran ρ_{cc} dan ρ_{mc} didapat dengan menggunakan *software* REFPROP Versi 8.



Gambar 1. Skema Keseimbangan Massa dan Proses Penyerapan

2. Bahan.

Hidrogen yang digunakan adalah hidrogen *ultra high purity* dengan kemurnian 99,9%. Adsorben yang digunakan pada penelitian adalah karbon aktif berbentuk pellet dengan bahan baku karbon aktif granular berbahan dasar batu bara yang diproduksi melalui beberapa tahap berikut ini.

Tahap pertama adalah pembuatan partikel nano karbon aktif. Karbon aktif dalam bentuk granular dihaluskan lebih dahulu menggunakan *ball mill machine*. Selanjutnya dilakukan pengayakan secara manual dengan menggunakan saringan dengan ukuran mesh 400. Kemudian partikel karbon aktif ini mengalami penghalusan lebih lanjut dengan cara diproses dalam mesin *planettary ball mill* selama 30 jam. Sehingga diharapkan partikel karbon aktif yang dihasilkan sudah berukuran nano.

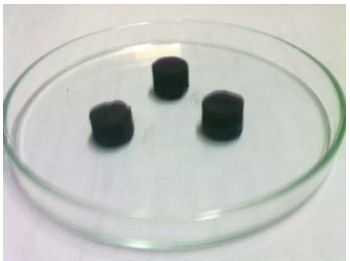
Tahap kedua adalah pembuatan likuida lignoselulosa sebagai pengikat padatan nano karbon aktif. Pembuatan likuida ini menggunakan bahan baku berupa partikel kayu jati berukuran 40 mesh.

Tahap ketiga adalah pencampuran serbuk nano karbon aktif dengan likuida lignoselulosa. Perbandingan antara likuida lignoselulosa sebagai pengikat dan serbuk nano karbon aktif berdasarkan persen massa yaitu 3:4 lalu diaduk hingga tercampur merata.

Tahap keempat adalah pencetakan campuran likuida lignoselulosa dan partikel nano karbon aktif. Pencetakan atau proses kompaksi dilakukan dengan menggunakan alat cetak seperti Gambar 2. Pellet yang dihasilkan berukuran sekitar diameter 12 mm dan tinggi 10 mm seperti ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 2. Alat Cetak Pellet



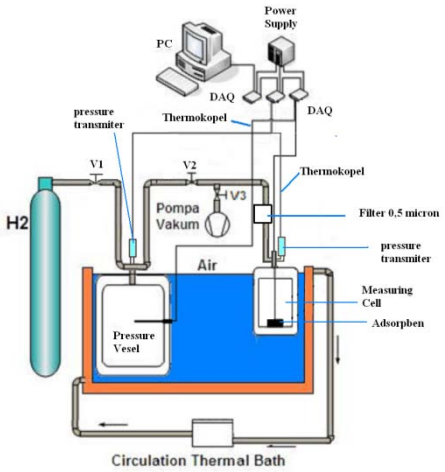
Gambar 3. Pellet

Tahap kelima adalah reaktifasi terhadap padatan (pellet) partikel nano karbon aktif yang dihasilkan. Proses reaktivasi dilakukan menggunakan *tube furnace* dengan gas nitrogen sebagai *activated agent* pada temperatur 700^{o}C. Jumlah aliran gas nitrogen yang dialirkan sebanyak 300 cc/menit. Padatan partikel nano karbon aktif tersebut direaktivasi selama 1 jam.

3. Alat Uji Adsorpsi Isotermal.

Alat uji adsorpsi isothermal pada prinsipnya terdiri atas dua buah silinder yaitu silinder pengisian (*charging cell*) dan silinder pengukuran (*measuring cell*) dengan volume masing-masing adalah 1170 ml dan 86,853 ml yang terbuat dari stainless steel 304 (SS 304) . Kedua tabung

tersebut dihubungkan dengan tube stainless steel dimana keduanya terendam dalam fluida yang temperaturnya di kontrol oleh *circulating thermal bath* merek HUBER dengan akurasi 0,1^{o}C. Tekanan pada kedua silinder diukur dengan menggunakan *pressure transmitter* dengan kisaran pengukuran 0-40 bar absolut (merk WIKA) dengan akurasi 0,25%. *Thermocouple* kelas A tipe K digunakan untuk mengukur temperatur adsorbat (gas hidrogen) dan adsorben (karbon aktif). Data tekanan dan temperatur direkam melalui data akuisisi dari National Instrument.
Setelah karbon aktif dimasukkan kedalam *measuring cell* dan antara *measuring cell* dan *charging cell* telah terhubung maka proses awal pengujian adalah proses *degassing*. Proses *degassing* dimaksudkan untuk mengeluarkan seluruh unsur atau zat pengotor (*impurity)* yang kemungkinan teradsorpsi oleh karbon aktif selama penyimpanan. Proses *degassing* berlangsung sampai dengan 8 jam dimana system di vakum dengan pompa vakum satu tingkat ARUKI sampai dengan tekanan mendekati 1 mbar dan selama proses tersebut *measuring cell* dililiti dengan pemanas (*heater*) untuk menjaga temperatur karbon aktif pada kisaran 130–140^{o}C. Gas Helium (He) dimasukkan ke dalam system pada tekanan sampai dengan 7 bar untuk meningkatkan proses pengeluaran zat pengotor pada karbon aktif. Setelah proses *degassing, charging cell* dan *measuring cell* direndam dengan air yang disirkulasikan oleh *Circulating Thermal Bath* HUBER dengan akurasi 0,1^{o} C untuk menjaga agar temperatur pada system konstan pada temperatur tertentu.



Gambar 4. Skema Alat Uji Adsorpsi Isothermal (Awaludin Martin, 2010)

Setelah temperatur pada sistem konstan (isothermal), gas hydrogen (H_2) dimasukan kedalam *charging cell* dimana sebelumnya katup yang menghubungkan antara *charging cell* dan *measuring cell* ditutup. Setelah temperatur pada *charging cell* kembali ke temperatur isothermal katup penghubung tersebut dibuka, proses ini adalah proses awal adsorpsi isothermal. Gas H_2 kembali diisikan pada tekanan berikutnya kedalam *charging cell* setelah temperatur pada *charging cell* kembali pada temperatur semula. Proses tersebut berlangsung sampai dengan tekanan pengisian 40 bar. Proses diatas dilakukan kembali untuk tiap temperatur *isothermal* yang berbeda.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Propertis Karbon Aktif

Melalui pengujian *Brunner Emmet Teller* (BET) diketahui luas permukaan sampel karbon aktif yang digunakan seperti ditunjukkan tabel berikut ini.

Tabel 1. Luas Permukaan Sampel Karbon Aktif

Sampel	LuasPermukaan (m^2/g)
Granular	729,944
Pellet Reaktivasi 1 jam	331,921

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa luas permukaan karbon aktif berbentuk pellet mengalami penurunan jika dibandingkan dengan karbon aktif bentuk granular. Hal ini menunjukkan adanya penutupan sebagian pori karbon aktif akibat penambahan lignoselulosa.

Komposisi material yang menyusun padatan karbon aktif juga memberi pengaruh terhadap kapasitas adsorpsinya, data dari hasil pengujian *Energy Dispersive X- ray Analysis* memperlihatkan adanya peningkatan persentase unsur karbon (C) pada karbon aktif yang telah dikompaksi. Peningkatan unsur karbon tersebut sebagai akibat penggunaan material pengikat likuida lignoselulosa dengan bahan dasar utamanya karbon. Hasil proses reaktifasi terhadap karbon aktif pellet akan menghilangkan unsur P, Cs dan Mn yang ada pada karbon aktif granular. Kehilangan unsur-unsur tersebut dan peningkatan persentase unsur karbon diharapkan berpengaruh pada kapasitas adsorpsi dari adsorben karbon aktif.

Table 2. Unsur Dalam Sampel Karbon Aktif

Unsur	AC-GR	AC-RA 1
	% Elemen	% Elemen
C	9,0	46.93
O	51.43	26.63
Mg	0.3	
Al	14.3	29.12
Si	11.86	10.39
P	1.57	
Si	1.02	2.75
Ca	2.25	1.68
Mn	3.03	
Fe	5.24	2.49

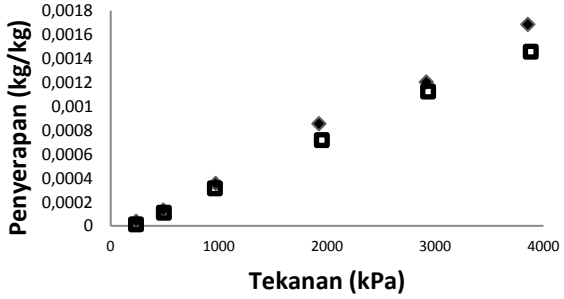
AC-GR : Karbon Aktif Granular, AC-RA 1 : Pellet Reaktifasi 1 jam.

Material lignoselulosa dengan unsur utama karbon terbukti efektif dipakai sebagai pengikat untuk kompaksi karbon aktif karena produk hasil kompaksi setelah direaktifasi tetap memiliki bentuk yang solid.

2. Adsorpsi Isotermal.

Data adsorpsi isotermal hidrogen telah dilakukan pada temperatur -5 dan 35^{o}C (268 dan 308 K) terhadap karbon aktif berbentuk granular dan bentuk padatan (pellet) reaktivasi 1 jam dengan menggunakan metode volumetrik.

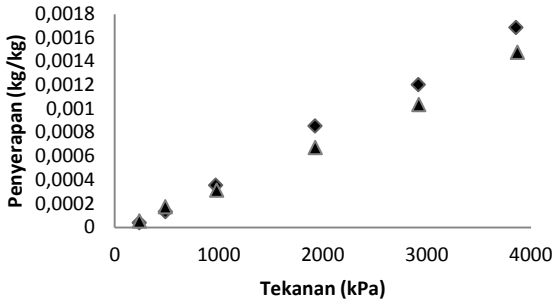
Pada Gambar 5 menjelaskan bahwa kapasitas penyerapan sangat tergantung pada tekanan dan temperatur proses penyerapan. Semakin besar tekanan penyerapan maka kapasitas penyerapan karbon dioksida pada karbon aktif juga akan semakin besar. Kapasitas penyerapan juga sangat dipengaruhi oleh temperatur isotermal proses adsorpsi, semakin rendah temperatur isotermal proses adsorpsi maka kapasitas penyerapan juga semakin besar [6].



Gambar 5. Adsorpsi Isotermal Rata-rata Hidrogen pada Karbon Aktif Bentuk Pellet 1 Jam
Suhu ♦ -5^{0}C, Suhu ◘ 35^{0}C

Kapasitas penyerapan hidrogen pada karbon aktif maksimum adalah pada karbon aktif pellet yang direaktivasi 1 jam, hal tersebut dikarenakan karbon aktif tersebut memiliki kandungan unsur karbon (C) yang lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif bentuk granular seperti terlihat pada Gambar 6. Hal ini berdasarkan penelitian Do, Duong Do., 2008 bahwa unsur terbesar yang

terkandung pada karbon aktif adalah unsur karbon (C) yaitu sebesar 85-95% dan unsur lainnya adalah hidrogen, nitrogen, sulfur dan oksigen [7].



Gambar 6. Komparasi Adsorpsi Isotermal rata-rata Hidrogen pada Temperatur -5^{0}C
▲ Granular, ♦ Pellet Reaktivasi 1 Jam.

Penambahan likuida lignoselulosa dalam proses pembuatan pellet dan setelah dilakukan proses reaktivasi selama 1 jam, disamping mengakibatkan penurunan luas permukaan terjadi juga peningkatan gaya elektrostatik. Adanya gaya elektrostatik akan meningkatkan interaksi antar molekul sehingga penyerapan (adsorpsi) hidrogen oleh karbon aktif pada temperatur ruang dapat ditingkatkan [8]. Penyerapan yang terjadi pada karbon aktif pellet disebabkan oleh gaya elektrostatiknya yang lebih besar dibanding karbon aktif granular walaupun luas permukaannya menurun. Penyebab lainnya adalah akibat meningkatnya persentase kandungan unsur karbon dalam karbon aktif bentuk pellet yang berasal dari zat pengikat likuida lignoselulosa. Pengaruh reaktivasi ternyata menyebabkan peningkatan kapasitas penyerapan. Karbon aktif pellet dengan waktu reaktivasi selama 1 jam memiliki kapasitas penyerapan yang maksimum yaitu sebesar 0.0016873 kg/kg pada temperatur -5^{o}C dan tekanan 3854.83 kPa, meningkat 14% dibanding karbon aktif granular. Kapasitas penyerapan pada 35^{o}C dan tekanan 3882.04 kPa adalah 0.0014588 kg/kg, meningkat 23% dibanding karbon aktif granular.

3. Korelasi Adsorpsi Isotermal.

Model persamaan Langmuir [9], Toth [9] dan Langmuir-Freundlich [9] digunakan untuk merepresentasikan data keseimbangan adsorpsi. Bentuk matematik ketiga model persamaan tersebut adalah sebagai berikut :

Langmuir
$$C_\mu = C_{\mu s}\frac{b.P}{1+b.P} \qquad (6)$$

Toth
$$C_\mu = C_{\mu s}\frac{b.P}{\left[1+(b.P)^t\right]^{1/t}} \qquad (7)$$

Langmuir-Freundlich
$$C_\mu = C_{\mu s}\frac{(b.P)^{1/t}}{1+(b.P)^{1/t}} \qquad (8)$$

C_μ adalah jumlah penyerapan dalam satuan mol per satuan massa atau volume dan $C_{\mu s}$ adalah jumlah penyerapan maksimum dimana permukaan tertutup oleh lapisan monolayer adsorbat secara total , P adalah tekanan adsorpsi dan b adalah konstanta daya tarik menarik antara adsorbat dengan adsorben / konstanta Langmuir. Parameter ini adalah parameter yang menyatakan kekuatan sebuah molekul gas atau adsorbat menempel pada permukaan.

$$b = k\ \exp\left(Q/R_g T\right) \qquad (9)$$

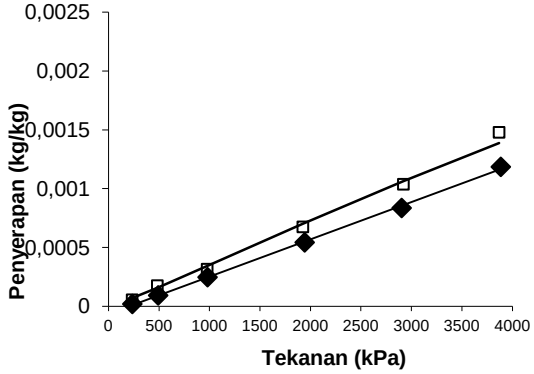
Untuk k adalah konstanta *equilibrium*, Q adalah panas adsorpsi isosterik, Rg adalah konstanta gas (hidrogen), T adalah temperatur isotermal dan t adalah parameter yang mengindikasikan heterogenitas adsorben. Asumsi model Langmuir adalah bahwa permukaan adsorben homogen dimana energi adsorpsi konstan pada seluruh permukaan adsorben. Model ini juga mengasumsikan

bahwa adsorpsi dilokalisasi dan tiap lokasi hanya dapat mengakomodasi satu molekul atau atom [9]. Persamaan isotermal Toth adalah persamaan isotermal yang dapat digunakan pada tekanan rendah maupun tinggi serta asumsi bahwa permukaan adsorben adalah homogen tidak berlaku. Persamaan model Langmuir-Freudlich juga digunakan pada permukaan adsorbent yang heterogen seperti karbon aktif dan juga digunakan untuk tekanan rendah dan tinggi seperti halnya persamaan model Toth, bahkan persamaan Langmuir-Freudlich memiliki pridiksi yang lebih baik pada tekanan tinggi [10]. Penyelesaikan ketiga model persamaan di atas, menggunakan metode iterasi serta melalui bantuan *Software Excel*, dan dari hasil perhitungan didapat deviasi terkecil antara data eksperimen dengan model persamaan adalah model persamaan Langmuir-Freundlich seperti terlihat pada Tabel 3.

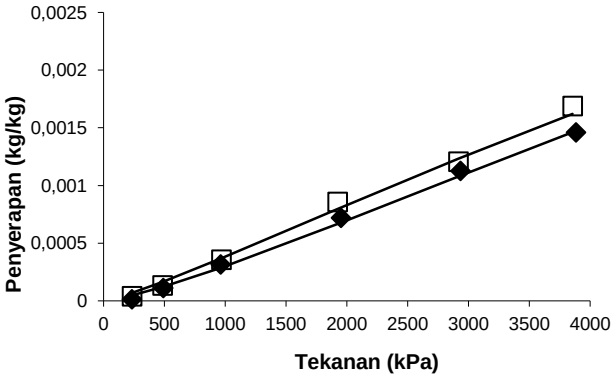
Tabel 3. Nilai Deviasi Setiap Model Persamaan

Sampel	Toth	Langmuir	Langmuir-Freundlich
Pellet 1 jam	7,59	7,59	5,55
Granular	7,24	7,24	7,10

Gambar 8 dan Gambar 9 adalah grafik adsorpsi isotermal hidrogen pada karbon aktif, sementara garis tebal pada grafik tersebut adalah garis regresi dengan persamaan model Langmuir-Freundlich.



Gambar 8. Adsorpsi Isotermal H_2 pada Karbon Aktif Granular; ◆35^{o}C; ◘ -5^o C; Garis Tebal adalah Regresi dengan Persamaan Langmuir-Freundlich



Gambar 9. Adsorpsi Isotermal H_2 pada Karbon Aktif Reaktivasi 1 jam; ◆ 35^{o}C; ◘ -5^o C; Garis Tebal adalah Regresi dengan Persamaan Langmuir-Freundlich

IV. KESIMPULAN

Material likuida lignoselulosa dapat dipakai sebagai bahan pengikat dalam proses pembuatan padatan (pellet) karbon aktif dengan perbandingan massa likuida lignoselulosa dan partikel nano karbon aktif 3:4.

Kapasitas penyerapan (adsorpsi) karbon aktif berbentuk pellet lebih baik dibandingkan karbon aktif bentuk granular, Kapasitas penyerapan (adsorpsi) gas hidrogen oleh karbon aktif berbentuk pellet dengan reaktivasi selama 1 jam dibandingkan karbon aktif bentuk granular, mengalami peningkatan sebesar 14% pada temperatur -5^{o}C tekanan 3854.83 kPa dan 23% pada temperatur 35^{o}C tekanan 3882.04 kPa.

Korelasi yang menghasilkan simpangan terkecil adalah dengan menggunakan persamaan model Langmuir-Freundlich. Nilai simpangan antara data eksperimen adsorpsi isotermal H_2 dengan persamaan model Langmuir-Freundlich adalah 7,10% untuk karbon aktif granular dan 5,55% untuk pellet reaktivasi 1 jam.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] K. Awasthia, R. Kamalakaran, A.K. Singha, O.N. Srivastavaa, "Ball-milled Carbon and Hydrogen Storage", International Journal of Hydrogen Energy, 27 : 425–432; 2002.
[2] K. Shindoa, T. Kondoa, M. Arakawab, Y. Sakuraia, "Hydrogen Adsorption / Desorption Properties of Mechanically Milled Activated Carbon", Journal of Alloys and Compounds, 359 : 267–271; 2003.
[3] K. Inomata, K. Kanazawa, Y. Uribe, H. Hasono, T. Araki, "Natural gas storage in activated carbon pellets without a binder", Carbon, 40, 87-93; 2002.
[4] U. Jurgen, Keller, Erich Robens," Cedric du Fresne von Hohenesche", Stud. Surf. Sci. Catal, 144: 387; 2002.
[5] B. Dawoud, Y. Aristov, "Heat & Mass Transfer", International Journal, 46: 273; 2003.
[6] Awaludin Martin, "Adsorpsi Isotermal Karbon Dioksida dan Metana pada Karbon Aktif Berbahan Dasar Batubara Sub Bituminus Indonesia untuk Pemurnian dan Penyimpanan Gas Alam", Disertasi FTUI, Depok; 2010.
[7] Bansal, Roop Chand, Goyal Meenakshi, "Activated Carbon Adsorption", USA: Taylor & Francis Group; 2005.
[8] Xiang Sun, "Charge Induced Enhancement of Adsorption for Hydrogen Storage Materials", Dissertation, Michigan Technological University; 2009.
[9] Duong Do D, "Adsorption Analysis: Equilibria and Kinetics". Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte; 2008.
[10] Byoung-Uk Choi, Dae-Ki Choi, Young-Whan Lee, Byung-Kwon Lee, "Adsorption Equilibria of Methane, Ethane, Ethylene, Nitrogen and Hydrogen onto Activated Carbon", Journal of Chemical Engineering, 48: 603-607; 2003.

Modifikasi Photovoltaic Thermal (PV/T) dengan Pipa Kalor Berpenampang Pipih untuk Meningkatkan Effisiensi

Muhammad [1];Rachman Kurniawan [1];Rizky Erfiansyah S.W [1];Taufik Adriansyah [1];Rahmat Subarkah [2]

1. Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

2. Dosen Politeknik Negeri Jakarta

taufik_adriansyah@rocketmail.com

Abstrak

Tulisan ini adalah tentang modifikasi pengembangan pemanfaatan energi surya yang dikonversikan dalam bentuk energi listrik. Pemanfaatan energi surya ini efisiensinya masih sangat kecil berkisar 10-15% dan peningkatan suhu pada sel surya juga menurunkan efisiensinya. Karena itu diperlukan pendingin sehingga sel surya tidak mengalami penurunan efisiensi.

Sel surya menyerap sinar photon dari matahari untuk melepaskan elektron yang terdapat pada bahan sel surya. Elektron bebas lalu mengalir ke aki. Radiasi matahari pada sel surya dipantulkan kembali menjadi energi panas sehingga permukaan sel surya menjadi panas. Peningkatan suhu pada permukaan sel surya menurunkan efisiensi dari sel surya.

Modifikasi ini bertujuan untuk menurunkan suhu sel surya. Modifikasi ini menggunakan pipa kalor yang digunakan untuk membuang panas. Pipa kalor yang digunakan dimodifikasi penampangnya menjadi pipih sehingga permukaan sentuh menjadi lebih luas. Permukaan sentuh yang luas akan mempercepat laju perpindahan panas yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi sel surya.

Modifikasi ini dimulai dengan membuat pipa kalor. Pipa tembaga berpenampang pipih yang telah ditutup salah satu ujungnya dimasukan kawat kasa dan air ± 10% dari volume pipa. Kemudian ujung pipa kalor yang lain dipasang katup. Setelah itu pipa divakum dengan menggunakan pompa vakum. Pipa kalor tersebut akan dihubungkan dengan aliran air sehingga panas yang dibawa pipa kalor akan berpindah ke air.

Hasil pemanfaatan pipa kalor untuk membuang panas pada sel surya juga digunakan untuk memanaskan air sebagai media pendingin sehingga suhunya menjadi ± 50^{o}c. Air yang membawa kalor akan ditampung menggunakan thermos besar, sehingga menghasilkan dua output yaitu listrik dan air panas.

Kata kunci : photovoltaic thermal, pipa kalor pipih, sel surya, efisiensi sel surya.

Abstract

This study is about development of modification to get the solar energy which convert into an electricity. The efficiency of solar energy utilization is very low, it is about 10-15% and thermal increase of solar cell is reduce its efficiency. therefore the cooling of solar cell is necessary so it's efficiency does not decline.

Solar cell absorb a photons from the sun to release electrons that are found in the solar cell material. Free electrons then flow into the battery. Solar radiation reflected back into the solar cell so that the heat energy transfer to the surface of the solar cell. thermal increase of solar cell is reduce its efficiency.

This modification aims to reduce the temperature of the solar cells. This modification using heat pipes to remove heat. Heat pipes are used so that the modified cross-section of a flat surface into a touch wider. Broad touch surface will accelerate the rate of heat transfer is expected to increase the efficiency of solar cells.

These modifications began with a heat pipe. flattened copper pipe that had closed one end inserted wire netting and ± 10% water of the volume of the pipe. Then the other end of the heat pipe mounted valves. After that the pipe vacuumed by using a vacuum pump. Heat pipe will be connected to the flow of water so that the heat pipe heat taken and will move into the water.

The benefit of heat pipes will used to dissipate heat in solar cells and also used to heat water as a cooling medium so that its temperature becomes ± 50°C. Water carrying heat will be collected using a large thermos, resulting in two outputs, namely electricity and hot water.

Keywords: thermal photovoltaics, flat heat pipe, solar cells, solar cell efficiency

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Cadangan sumber energi yang berasal dari fosil di seluruh dunia semakin hari semakin menipis, dikarenakan energi tersebut tidak dapat diperbaharui. Sedangkan kebutuhan energi dunia meningkat dari tahun ke tahun, juga ditambah dengan banyaknya desakan untuk melindungi bumi dari

pemanasan global dan polusi lingkungan membuat tuntutan untuk segera mewujudkan teknologi baru bagi sumber energi terbaharukan.

Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan usaha-usaha untuk mencari sumber energi alternatif yang dapat diperbaharukan. Diantara sumber energi terbaharukan yang saat ini banyak dikembangkan seperti energi tenaga air, geothermal, gas alam, tenaga hidrogen, gelombang air laut dan energi matahari- energi matahari/solar merupakan salah satu sumber yang cukup menjanjikan.

Keunggulan dari energi matahari/solar ini dibandingkan dengan sumber energi alternatif lainnya adalah berlimpah dan tidak bersifat polutif, gratis, tidak pernah habis dan dapat dimanfaatkan baik secara langsung maupun tidak langsung serta merupakan sumber energi sepanjang masa. Potensi penggunaan energi matahari ini sudah cukup banyak dimanfaatkan diantaranya untuk penyinaran, pemanas air, pengering hasil pertanian, perikanan, perkembangan tumbuhan, sebagai bahan bakar dan penghasil tenaga listrik.

Pemanfaatan energi surya telah mengembangkan sebuah teknologi yang dikenal dengan istilah photovoltaic, yaitu sebuah teknologi yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Namun permasalahan mendasar pada teknologi ini adalah efisiensi yang rendah, saat ini efisiensi untuk sel surya komersial berkisar antara 5-15% tergantung material penyusunnya [4]. Efisiensi sel surya juga akan mengalami penurunan bila suhu permukaannya semakin tinggi, untuk itu sel surya perlu didinginkan agar suhunya berkurang sehingga efisiensinya meningkat [4].

Sebuah konsep photovoltaic/thermal diajukan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan membuat suatu sistem untuk meningkatkan efisiensi sel surya dengan cara mendinginkan sel surya menggunakan pipa kalor sebagai penghantar panas. Panas yang diserap oleh pipa kalor nantinya akan digunakan untuk memanaskan air. Namun sistem ini masih memiliki kekurangan, pipa kalor yang dipakai memiliki bentuk penampang lingkaran menyebabkan permukaan pipa yang bersentuhan dengan sel surya kecil. Hal tersebut tentu akan mempengaruhi laju perpindahan panas dari sel surya ke air di dalam pipa kalor.

Oleh karena itu kami akan mengubah bentuk penampang pipa kalor menjadi pipih, sehingga luas permukaan pipa kalor yang bersentuhan dengan sel surya akan semakin besar dan laju perpindahan panasnya semakin cepat. Hal ini akan berpengaruh pada efisiensi sel surya tersebut.

2. Dasar Teori

Energi Matahari

Energi surya atau matahari telah dimanfaat di banyak belahan dunia dan jika dieksplotasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama.

Secara umum, energi matahari yang sampai di permukaan bumi sekitar 69% dan yang 31% lainnya dihamburkan dan dipantulkan oleh atmosfer bumi.Dari 69% tersebut, sebesar 3% dipantulakan lagi oleh permukaan bumi ke atmosfer[1]. Jadi hanya 66% dari energi yang dipancarkan matahari yang sampai di permukaan bumi.Dari nilai tersebut, 7,85% dipancarkan melalui sinar ultraviolet, 47,35 dipancarkan oleh cahaya tampak dan 44,85% dipancarkan oleh sinar inframerah[1].

Pada dasarnya energy radiasi yang dipancarkan oleh sinar matahari mempunyai nilai yang tetap (konstan), tetapi karena peredaran bumi mengelilingi matahari berbentuk elips maka besaran konstanta matahari bervariasi antara 1.398 Watt/m^2 dan 1.308 Watt/m^2 [2].

Energy yang dapat diserap oleh bumi besarnya adalah 751 x 10^{15} kWjam, dengan berpedoman pada luas penampang bumi yang menghadap matahari dan yang berputar sepanjang tahun [2]. Indonesia yang merupakan daerah sekitar khatulistiwa dan daerah tropis dengan luas daratan hampir dua juta km^2, dikaruniai penyinaran matahari lebih dari enam jam sehari atau sekitar 2.400 jam dalam setahun[2]. Energi surya di Indonesia mempunyai intensitas antara 0,6-0,7 Kw/m^2 [2].

Photovoltaic

Photovoltaic adalah alat yang dapat mengkonversi cahaya matahari secara langsung untuk diubah menjadi listrik. Kata photovoltaic biasa disingkat dengan PV. Bahan semikonduktor seperti silicon,

gallium arsenide, dan cadmium telluride atau copper indium deselenide biasanya digunakan sebagai bahan bakunya [3].

Photovoltaic/Thermal

Sistem photovoltaic dipakai untuk menghasilkan keluaran listrik pada sel surya. Sistem tersebut akan mengalami penurunan efisiensi apabila suhu pada permukaan sel surya meningkat, maka itu dibutuhkan penyalur kalor agar sel surya tidak menjadi panas. Oleh karena itu dibuatkan saluran penghantar panas dengan menggunakan pipa kalor. Agar panas yang dibuang tidak sia-sia maka panas tersebut digunakan untuk memanaskan air. Sistem ini menghasilkan dua output yaitu energi listrik dan air panas, sistem ini menggabungkan photovoltaic dan penghantar panas (thermal) karena itu system ini disebut photovoltaic/thermal.

Pipa Kalor / Heat Pipe

Heat Pipe adalah sebuah teknologi penghantaran panas dengan menggunakan pipa berukuran tertentu yang berisi cairan khusus sebagai penghantar panas dari ujung yang panas (evaporator) ke ujung lain sebagai pendingin (kondensor). Pipa tersebut biasanya terbuat dari bahan aluminium, tembaga atau tembaga berlapis nikel. Pada bagian dalam pipa terdapat wick sebagai saluran kembalinya fluida menuju evaporator.Heat pipe atau pipa kalor berfungsi memindahkan panas dalam jumlah banyak dengan kondisi suhu relatif konstan.

II. KONSEP DESAIN

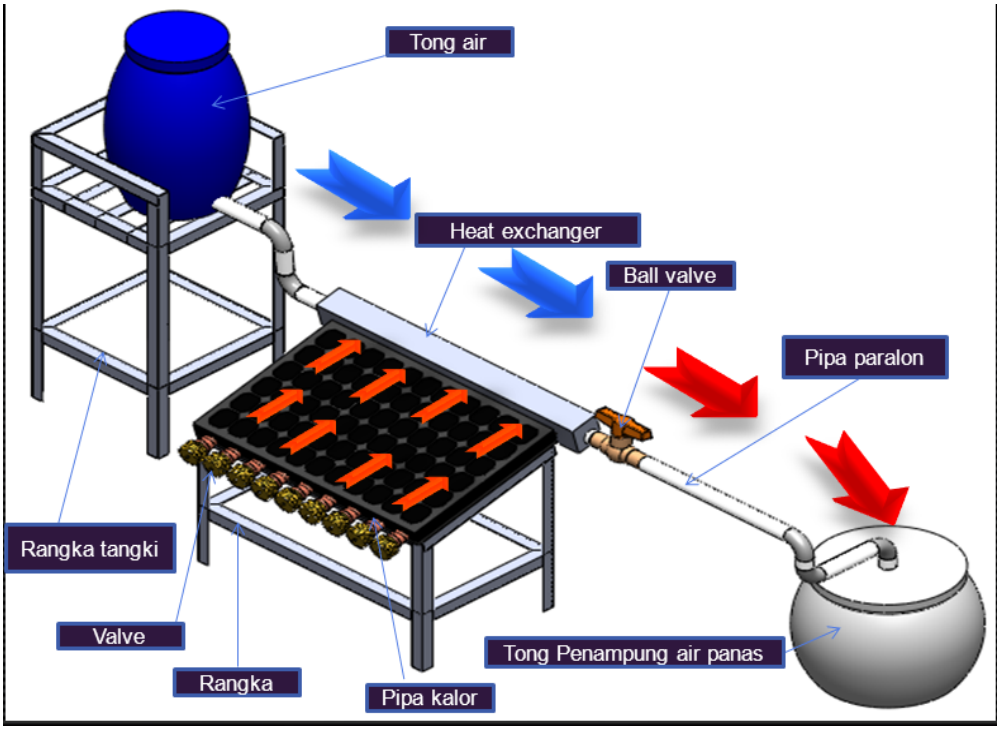
Peralatan photovoltaic thermal dapat dibagi atas tiga unit fungsional, yaitu:

- Panel surya.
- Tangki air.
- Rangkaian pipa kalor.

Panel surya kontak langsung dengan radiasi matahari, kemudian lama kelamaan akan mengalami peningkatan suhu. Panas yang dihasilkan sepanjang proses penyerapan radiasi matahari kemudian ikut terserap oleh dinding dinding pipa kalor yang tepat menempel dibawah panel surya, lalu diteruskan oleh pipa kalor-pipa kalor ini yang didalamnya terdapat air yang berada dalam kondisi vakum.

Pipa-Pipa kalor yang biasanya berpenampang bulat dirubah sedemikan rupa hingga berpenampang pipih, teknik press dilakukan untuk mendapatkan bentuk yang sesuai seperti apa yang diinginkan. Pipa kalor yang digunakan terbuat dari pipa tembaga yang awalnya berukuran seperempat inch kemudian di press hingga mempunyai ukuran tebal ± 3,5 mm dan lebar ± 7 mm. Pipa tembaga yang sudah berpenampang pipih kemudian salah satu ujungnya ditutup dan dilas, lalu dimasukan kawat kasa dan air ± 10% dari volume pipa. Kemudian ujung pipa kalor yang lain dipasang katup. Setelah itu pipa divakum dengan menggunakan pompa vakum. Pipa kalor tersebut akan dihubungkan dengan aliran air sehingga panas yang dibawa pipa kalor akan berpindah ke air.

Keseluruhan pipa kalor berjumlah 32 buah dengan jarak antar titik pusat pipa 20 mm dan masing masing panjangnya 700 mm. Panas yang terserap pipa kalor kemudian diteruskan menuju heat exchanger berupa kotak persegi panjang dan terbuat dari acrylic yang didalamnya diberi sekat sekat berupa plat baja. Panjang Heat exchanger sekitar 850 mm dengan lebar 50 mm, dialiri air dingin langsung dari keran dengan suhu sekitar 30° C.



Gambar 1. Konsep Desain Photovoltaic beserta Heat flow dan water flow

III. ANALISIS DESAIN

1. Suhu Permukaan Sel surya

Dari konsep desain yang telah dibuat diharapkan mampu menurunkan suhu permukaan sel surya lebih baik dari desain pipa kalor sebelumnya. Suhu permukaan sel surya dengan pipa kalor berpenampang pipih akan jauh lebih cepat mengalami penurunan dibanding suhu permukaan sel surya dengan pipa kalor standard yang sudah ada. Hal ini disebabkan karena pada sel surya berpenampang pipih kalor yang diserap sel surya lebih cepat dialirkan menuju heat exchanger karena luas permukaan sentuh yang lebih besar dibanding pipa kalor standard.

2. Suhu Air

Air yang berada dalam pipa-pipa pengalir pada sisi masuk awalnya bersuhu ± 30°C, menerima kalor dari pipa kalor yang memiliki suhu ± 45°C. Air tersebut menerima kalor hingga suhunya diprediksi berubah menjadi ± 50°C. Kenaikan suhu air ini juga menyebabkan massa jenis menjadi lebih kecil sehingga air yang lebih tinggi suhunya bergerak ke bagian atas pipa lalu menuju tangki penampungan air. Sebaliknya air yang bersuhu lebih rendah memiliki massa jenis lebih besar dan akan mengalir ke bawah (lebih rendah). Aliran atau sirkulasi air seperti ini terjadi secara alamiah yang dikenal dengan thermosiphon.

Waktu pengoperasian peralatan photovoltaic selama enam jam pada kondisi cuaca cerah maka diperkirakan akan dihasilkan air panas dengan suhu ± 50°C sebanyak ± 50 liter. Jumlah air sebanyak ini cukup untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

3. Effisiensi

Pada penelitian ini, sel surya yang diberi pipa kalor modifikasi pada permukaan bawahnya diharapkan menghasilkan efisiensi ± 1-5% lebih besar dari sel surya yang tidak diberi pipa kalor ataupun sel surya yang diberi pipa kalor standard .

Sebelum mengetahui berapa nilai daya sesaat yang dihasilkan terlebih dulu harus mengetahui daya yang diterima (daya input), di mana daya tersebut adalah perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area sel surya.

Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari intensitas radiasi matahari matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data nantinya.

4. Panel Surya

Panel surya yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis panel surya 50 watt peak merk shinyoku tipe 20-888, setiap sel nya merupakan silicon monocrystaline yang lebih baik dibanding jenis lainnya yaitu silicon policrystaline perbedaannya terletak pada proses pembuatannya yaitu untuk menghasilkan silikon monocrystalline, didapat dari silikon murni yang dilelehkan kemudian dalam proses pemadatannya dibentuk dengan cara dipancing dengan silikon monocrystalline yang struktur atomnya diketahui, diputar dan diangkat perlahan-lahan menjadi sebuah gelondongan silikon. Gelondongan ini kemudian dipotong tipis-tipis (thin plates) sehingga menjadi wafer monocrystalline photocell.

Sedangkan silikon polycrystalline didapat dengan cara melelehkan silikon dan menuangkannya kedalam bejana sehingga dapat dengan mudah terbentuk wafer silikon. Dengan cara ini silikon murni dapat diubah hampir seluruhnya kebentuk wafer silikon sehingga biayanya menjadi lebih efektif. Sayangnya dengan cara ini selama proses pemadatan materi, struktur kristal yang dibentuk akan menimbulkam cacat kristal pada pinggiran photocell. Sebagai akibat dari cacat kristal ini, solar cell menjadi kurang efisien.

Jenis ini digunakan karena merupakan panel surya yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Tentu saja untuk membandingkan effisiensi dua buah desain photovoltaic maka harus digunakan sel surya dengan jenis dan spesifikasi yang sama pula.

Berikut ini adalah spesifikasi panel surya 50 watt peak merk shinyoku tipe 20-888:

Code : 20-888, Model: Solar Panel 50 W (M), Max Power (Wp): 50 Wp, Max Voltage (Vmp): 17.6 V, Max Current (lmp): 2.85 A, Open Circuit Voltage (Voc): 21.6 V, Short Circuit Current (lsc): 2.98 A, Working Time: 3 Continuous Rainy Days, Dimensi: 835 x 540 x 28 mm, Glass : 830 x 535 mm, Cell : 125 x 125 mm, Weight: 5.5 kg.

5. Pipa Kalor

Material yang digunakan untuk membuat pipa kalor biasanya adalah alumunium atau tembaga yang merupakan penghantar panas yang sangat baik. Pada penelitian kali ini material yang dipilih untuk pipa kalor adalah tembaga karena tembaga memiliki konduktivitas thermal yang lebih baik yaitu sebesar 401 W. $m^{-1}.K^{-1}$ dibanding alumunium yang hanya memiliki konduktivitas thermal sebesar 237 W. $m^{-1}.K^{-1}$.

IV. KESIMPULAN

1. Dari konsep desain penelitian Modifikasi photovoltaic thermal (PV/T) dengan pipa kalor berpenampang pipih ini diharapkan dapat menaikkan effisiensi sel surya sekitar 1-5% dari desain photovoltaic sebelumnya.
2. Alat photovoltaic/thermal ini akan dapat menghasilkan energy listrik dan air panas secara bersamaan.
3. Waktu pengoperasian peralatan photovoltaic selama enam jam pada kondisi cuaca cerah maka diperkirakan akan dihasilkan air panas dengan suhu ± 50°C sebanyak
4. ± 50 liter. Jumlah air sebanyak ini cukup untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Damatik, Asan. “Fisika Energi”, Penerbit Universitas Sanata. Dharma; Yogyakarta : 2007
[2] Daryanto..”Energi Masalah dan Pemanfaatannya Bagi Kehidupan Manusia”. Pustaka Widyatama; Yogyakarta: 2007
[3] Subarkah Rahmat, Belyamin, “Increasing Efficiency of Solar Cells Using Forced Cooling Water”, International Conference on Renewable Energy and Energy Efficiency; Bali, Indonesia : October 2011
[4] Saiful Fathan Azizi dkk, “Pemanas Air Energi Surya Dengan Sel Surya Sebagai Absorber”.Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta ; Jakarta : 2010

Modifikasi Photovoltaic/Thermal (PV/T) Berbasis Efisiensi Photovoltaic

Achmad Subakrie[1]; Rahmat Agi Setiawan[1]; Tri Laksono Prasetyo[1]; Wisnu tri Nurkahfi[1]; Rahmat Subarkah[2]

1. Mahasiswa Tugas Akhir Teknik mesin Politeknik Negeri Jakarta

2. Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

rahmatagi@gmail.com

Abstrak

Modifikasi ini adalah untuk meningkatkan efisiensi photovoltaic dengan menggunakan heat pipe tipe matriks dan heat exchanger. Photovoltaic mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Seringkali efisiensi photovoltaic menurun karena panel sel surya terlalu panas akibat sering terkena sinar matahari. Dengan memanfaatkan heat pipe dan heat exchanger untuk mengurangi panas pada panel sel surya.

Biasanya heat pipe dibuat dari pipa tembaga yang diberi katup dan dimasukkan fluida kedalam pipa sebanyak 10% dan menutup rapat lobang dalam keadaan vakum. Heat pipe ini ditempelkan pada heat exchanger untuk menukar kalor dari heat pipe ke fluida dalam heat exchanger pada pipa lalu memvakum udara yang ada pada pipa agar tidak ada udara dalam pipa serta menurunkan tekanan dalam pipa. Heat pipe ini ditempelkan satu per satu pada panel sel surya. Modifikasi yang kami lakukan membuat heat pipe tipe matriks dengan menyambungkan pipa tembaga hanya dengan satu vakum saja.

Modifikasi ini dapat mengurangi panas pada panel sel surya dan dapat meningkatkan efisiensi photovoltaic. Pemanfaatan efisiensi photovoltaic berkisar 20%-25%. Akibat dari panas pada panel sel surya dapat mengurangi kira-kira 20% efisiensi, dengan modifikasi ini maka efisiensi dapat meningkat sebesar 20% hingga 25% bahkan panas pada panel sel surya dapat dimanfaatkan menjadi air panas dengan menggunakan heat exchanger. Modifikasi ini juga menghasilkan 2 output yaitu listrik dari photovoltaic dan air panas dari heat exchanger.

Kata Kunci: photovoltaic thermal, heat pipe dan heat exchanger

Abstrak

This modification is to increase the efficiency of photovoltaic by using matrix heat pipe type and heat exchanger. Photovoltaic convert sunlight energy into electrical energy. Often photovoltaic efficiency decreases because solar cell too hot result often exposed to sunlight. To reduce the heat on solar cell so heat pipe and heat exchanger be used.

Usually heat pipe made from copper pipe given valve and include the fluid on pipe as much as 10% and hole shut in a vacuum. This heat pipe placed on heat exchanger to exchange heat from heat pipe to fluid on heat exchanger then vacuuming the air in the pipe that there is no air in the pipe and lower the pressure in the pipe. This heat pipe placed one by one on solar cell panel. This modification made matrix heat pipe type by connecting a copper pipe only one vacuum.

This modification can reduce the heat on solar cell panel and can improve the efficiency of photovoltaic. Utilization of photovoltaic efficiency ranges 20%-25%. As a result of the heat on solar cell panel can reduce 20% efficiency, with this modification the efficiency can be increased by 20% to 25% even heat on solar cell panel can harnessed into hot water by using heat exchanger. This modification produce two output, electricity from photovoltaic and hot water from the heat exchanger.

Keywords: thermal photovoltaics, heat pipe and heat exchanger

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Kebutuhan energi dewasa ini semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia. Hal ini menyebabkan adanya indikasi terjadi kerisis energi di dunia. Salah satu penyebab dari krisis energi tersebut adalah masih besarnya tingkat ketergantungan pada sumber energi fosil terutama minyak bumi. Seperti yang kita ketahui bahwa cadangan minyak bumi yang tersedia di bumi ini terbatas. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya diversifikasi energi agar tercipta keseimbangan energi yang baik.

Saat ini di Indonesia sudah dilakukan upaya diversifikasi dengan mulai dikembangkan energi terbarukan antara lain geothermal, biomassa, air, angin, matahari, gelombang dan lain-lain yang masih terbuka pengembangannya. Ada beberapa alasan yang mendasari, antara lain karena persediannya yang tak terbatas, dapat diperbaharui, dan ramah lingkungan.

Beberapa alternatif energi terbarukan tersebut, kendala utama dalam pemanfaatan energi terbarukan adalah teknologi yang dipakai sekarang, efisiensinya masih rendah sehingga energi yang dikonversikan sedikit. Salah satunya alternatif energi photovoltaic yang biasa disebut solar sel.

Keunggulan dari energi matahari/solar ini dibandingkan dengan sumber energi alternatif lainnya adalah berlimpah dan tidak bersifat polutif, gratis, tidak pernah habis dan dapat dimanfaatkan baik secara langsung maupun tidak langsung serta merupakan sumber energi sepanjang masa. Potensi penggunaan energi matahari ini sudah cukup banyak dimanfaatkan diantaranya untuk penyinaran, pemanas air, pengering hasil pertanian, perikanan, perkembangan tumbuhan, sebagai bahan bakar dan penghasil tenaga listrik.

Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian dan mencoba meningkatkan efisiensi yang menggunakan pipa kalor tipe matrix serta sistem hibrida dari karekteristik dalam kinerja photovoltaic thermal yang di kembangkan. Pipa kalor dibuat pipih agar luas permukaan yang menyentuh sel surya akan semakin besar dan laju perpindahan kalor akan semakin cepat. Pipa kalor akan bersentuhan langsung dengan penukar kalor. Hal ini akan berpengaruh dalam meningkatkan efisiensi kinerja photovoltaic thermal.

II. PEMBAHASAN

Photovoltaik adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek photovoltaik.

Prinsip kerja PV adalah ketika ada sebuah foton atau lebih masuk ke dalam sel surya yang terdiri dari lapisan semikonduktor, maka akan menghasilkan pembawa muatan bebas berupa electron dan hole. Foton yang masuk berasal dari radiasi matahari. Jika pembawa muatan dapat mencapai daerah ruang muatan sebelum terjadi rekombinasi, maka akibat oleh medan listrik yang ada akan dipisahkan dan dapat bergerak menuju kontaktor. Jika terdapat kawat penghubung antar kontaktor maka dapat dihasilkan arus.

Sistem photovoltaic dipakai untuk menghasilkan keluaran listrik pada sel surya. Sistem tersebut akan mengalami penurunan efisiensi apabila suhu pada permukaan sel surya meningkat, maka itu dibutuhkan penyalur kalor agar sel surya tidak menjadi panas. Oleh karena itu dibuatkan saluran penghantar panas dengan menggunakan pipa kalor. Agar panas yang dibuang tidak sia-sia maka panas tersebut digunakan untuk memanaskan air. Sistem ini menghasilkan dua output yaitu energi listrik dan air panas, sistem ini menggabungkan photovoltaic dan penghantar panas (thermal) karena itu system ini disebut photovoltaic thermal.

Heat Pipe merupakan perangkat transfer panas yang menggabungkan prinsip-prinsip dari kedua konduktivitas termal dan fase transisi untuk secara efisien mengelola transfer panas antara dua interface yang solid. Komponen utama dari pipa panas meliputi Sebuah vakum ketat, Fluida kerja, Kapiler (Countainer) sumbu struktur dan Wick.

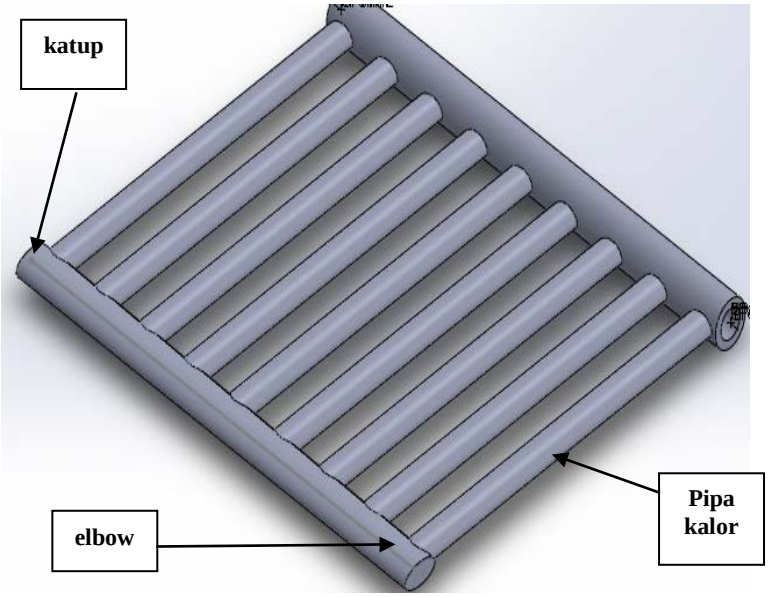
Pengoperasian heat pipa dapat dilihat dari gambar diatas. Pada ujung yang kiri menunjukan panas diserap oleh fluida cair yang kemudian akan berubah menjadi uap. Uap tersebut akan berpindah ke ujung lainnya karena kapilarias. Uap ersebut akan didinginkan dengan heat exchanger berupa air dingin yang akan melewai ujung tersebut. Panas akan keluar terbawa air tersebut. Uap akan berembun menjadi cair lagi dan akan kembali ke ujung yang dikiri melalui wick. Proses akan berulang secara terus menerus.

Alat penukar panas atau Heat Exchanger (HE) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya, medium pemanas dipakai adalah air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air biasa sebagai air pendingin (cooling water).

III. KONSEP MODIFIKASI

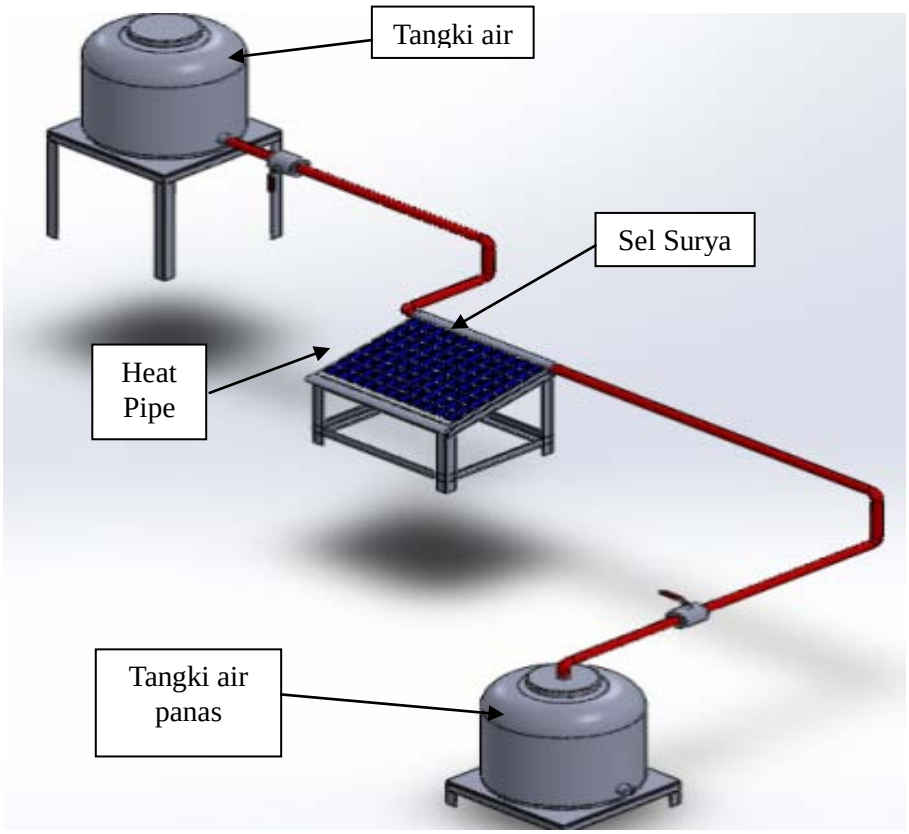
Konsep modifikasi ini menggunakan pipa kalor berpenampang pipih bertipe matriks. Maksud dari pipa kalor berpenampang pipih bertipe matriks adalah penampang pipa kalor yang bulat dibuat pipih seperti berbentuk oval, berbentuk oval dikarenakan agar luas penampang dari pipa kalor lebih luas dibanding luas penampang pipa kalor yang bulat untuk bersentuhan dengan sel surya dalam

memindahkan panas pada permukaan sel surya. Bertipe matriks adalah tipe pipa kalor yang saling menyambung antara pipa kalor yang lain menggunakan elbow dan hanya ada satu katup untuk memvakum pipa kalor tersebut.
Dimensi pipa kalor tersebut berdiameter 0.25 inch berjumlah 25 buah dengan panjang pipa sebesar 70 cm dan jarak antar pipa kalor sebesar 35 mm.



Gambar 1. Pipa kalor berpenampang pipih bertipe matriks

Pipa kalor ini dimasukkan fluida yang berfungsi mentransfer panas pada permukaan kalor dengan syarat pipa kalor tersebut harus vakum agar fluida yang ada di dalam pipa kalor dapat mentransfer panas dengan baik.
Media pendingin sel surya menggunakan heat exchanger atau penukar panas. Ujung salah satu pipa kalor sebesar kurang lebih seperempat panjangnya masuk kedalam penukar kalor sedangkan sisa nya menempel pada permukaan sel surya. Penukar kalor mendinginkan pipa kalor yang mentrasfer panas dari permukaan sel surya. Pipa kalor secara terus menerus mentransfer panas dari permukaan sel surya menuju penukar panas agar permukaan sel surya tidak panas karena terkena sinar matahari terus-menerus.
Penukar panas berisi fluida yaitu air dingin. Air dingin ini mengalir di penukar panas mengaliri pipa kalor yang masuk kedalam penukar panas. Air dingin ini berfungsi untuk mendinginkan pipa kalor tersebut. Karena air dingin ini untuk mendinginkan pipa kalor maka air dingin ini berubah menjadi air panas bersuhu sekitar 40 hingga 50^{o}C.
Jadi, konsep dari modifikasi ini untuk meningkatkan efisiensi output dari sel surya berupa listrik yang akan digunakan pada alat-alat rumah tangga serta output dari penukar panas berupa air panas bersuhu sekitar 40 hingga 50^{o}C.
Maka konsep dari modifikasi photovoltaic thermal sebagai berikut:



Gambar 3. Konsep design photovoltaic thermal

- Keterangan Konsep Design
  - 2 tangki air berkapasitas 5 liter
  - Sel sutya berukuran 85 x 50 x 2 cm
  - Pipa kalor berdiameter 0.25 inch panjang 70 cm yang dipipihkan sebanyak 25 buah dengan jarak antar pipa sebesar 35 mm
  - Heat exchanger dengan panjang 90 cm dan lebar 15 cm
- Analisis Konsep Design
  - Permukaan panel sel surya
    Penurunan efisiensi sel surya dikarenakan permukaan panel sel surya yang panas karena terus-menerus terkena matahari. Panas pada permukaan panel sel surya dapat mencapai 35^{o}C hingga 40^{o}C. Dari konsep desain yang sudah dibuat diharapkan mampu mengurangi panas pada panel sel surya hingga sebesar kurang dari 20^{o}C. Mengurangi panas pada panel sel surya ini menggunakan pipa kalor berpenampang pipoih bertipe matriks.
  - Pipa kalor tipe matriks
    Pipa kalor digunakan untuk mentransfer panas pada panel sel surya ke penukar panas untuk mengurangi panas pada panel sel surya. Bahan pipa kalor yang digunakan adalah tembaga, karena tembaga sebagai konduktor paling baik dibanding bahan-bahan lainnya. Konduktivitas thermal tembaga sebesar 401 W. m-1.K-1 lebih besar dibandingkan alumunium sebesar 237 W. m-1.K-1.
    Penampang pipa kalor dibuat pipih agar luas permukaan yang menyentuh panel lebih besar dibanding yang bulat. Pipa kalor dibuat matriks dengan satu buah katup agar jika ada kesalahan maka dapat diperbaiki dengan mudah. Pipa kalor harus dalam keadaan vakum dan berisi fluida agar dalam menghantar panas dapat lebih cepat.

- Penukar kalor
  Penukar kalor menggunakan fluida yaitu air. Air yang digunakan bersuhu sekitar 25^{o}C hingga 30^{o}C mengalir dan menerima panas dari pipa kalor yang bersuhu 40^{o}C. Karena air menerima kalor dari pipa kalor maka uhu air diperkirakan berubah mencapai suhu 50^{o}C. Kenaikan suhu air ini juga menyebabkan massa jenis menjadi lebih kecil sehingga air yang lebih tinggi suhunya bergerak ke bagian atas pipa lalu menuju tangki penampungan air. Sebaliknya air yang bersuhu lebih rendah memiliki massa jenis lebih besar dan akan mengalir ke bawah (lebih rendah). Aliran atau sirkulasi air seperti ini terjadi secara alamiah yang dikenal dengan thermosiphon.
- Efisiensi dan output
  Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari intensitas radiasi matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data nantinya.
  Pada penelitian ini, efisiensi sel surya yang menggunakan pipa kalor diharapkan meningkatkan efisiensi sebesar 10% dibandingkan efisiensi sel surya yang tidak menggunakan pipa kalor.
  Output dari konsep design ini ada dua input,yaitu listrik yang berasal dari sel surya dan air panas yang berasal dari penukar panas.

IV. KESIMPULAN

a. Modifikasi ini meningkatkan efisiensi output sel surya yang berkurang akibat panas pada permukaan sel surya.
b. Luas penampang pipa kalor mempengaruhi transfer panas dari permukaan sel surya menuju penukar panas.
c. Penukar kalor sangat berpengaruh dalam mendinginkan permukaan sel surya.
d. Alat photovoltaic thermal ini menghasilkan 2 output yaitu energi listrik dari sel surya dan air panas dari penukar kalor.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Yau, Y.H. and Foo, Y.C. 2010. Comparative study on evaporator heat transfer characteristics of revolving heat pipes filled with R134a, R22 and R410A. Kuala Lumpur: Elsevier. Hlm 202-211.
[2] Tsai, Te-En. and Wu, Guan-Wei. 2010. Dynamic test method for determining the thermal performances of heat pipes. Taipei: Elsevier. Hlm 4567-4578.
[3] Saiful Fathan Azizi dkk, "**Pemanas Air Energi Surya Dengan Sel Surya Sebagai Absorber**".Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta ; Jakarta : 2010
[4] Subarkah Rahmat, Belyamin, "**Increasing Efficiency of Solar Cells Using Forced Cooling Water**", International Conference on Renewable Energy and Energy Efficiency; Bali, Indonesia : October 2011
[5] Muchammad, Yohana Eflita," Pengaruh suhu permukaan photovoltaic module 50 watt Terhadap daya keluaran yang dihasilkan" Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro;Semarang

Perancangan Sistem Kendali Pintu Air PLTMH Kincir Air

Gun Gun R Gunadi; Fachruddin; Jusafwar; Adi Syuriadi
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru Universitas Indonesia Depok
gungun.rg@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Penyediaan bahan pangan, energi, dan informasi dengan memadai dan berkelanjutan dapat menjamin kesejahteraan hidup masyarakat. Pada tahun 2011, produksi listrik nasional 6 persen berasal dari tenaga air (PLTA) dan 5 persen berasal dari tenaga panas bumi (geothermal). PLN merencanakan akan meningkatkan penggunaan energi panas bumi menjadi 13 persen dan tenaga air masih 6 persen dari produksi listrik nasional. Sebagian dari ketersediaan energi dipenuhi secara mandiri oleh masyarakat dengan banyak dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang digerakan kincir air sederhana berkapasitas listrik cukup kecil sekitar 100 watt. Padahal daerah tersebut memiliki potensi energi hidro yang cukup melimpah. Selain kapasitas yang dibangkitkan sangat kecil juga konstruksi dan instalasi yang sederhana, sangat mudah rusak karena gangguan alam. Pengembangan sistem PLTMH tipe kincir air dapat meningkatkan efisiesi sistem, proteksi sistem dari gangguan alam, dengan tetap menjaga kemandirian masyarakat dalam pengembangannya. Pengembangan dilakukan dengan tahapan : Analisa Geometri dan Instalasi PLTMH yang Ada, Perancangan Ulang, Pembangunan dan Pengujian PLTMH, Perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH, dan Pelatihan Pengoperasian, Perawatan, Pembangunan PLTMH. Perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH mampu meningkatkan kesetabilan tegangan dan frekwensi listrik yang dihasilkan. Kondisi tersebut dapat meningkatkan keandalan instalasi terutama generator. Semua kegiatan dilakukan bersama antara masyarakat dan tim peneliti, dapat meningkatkan kemampuan bersama untuk pengembangan PLTMH secara mandiri.

Kata-kata kunci : PLTMH, sistem kendali, kincir air, mandiri

Abstract

Provision of food, energy, and information with adequate and sustainable to ensure the welfare of the people life. In 2011, 6 percent of national electricity production supplied by hydropower and 5 percent from geothermal energy. PLN plans to increase the use of geothermal energy to 13 percent and hydropower are still 6 percent of the national electricity production. Most of the energy availability fulfilled independently by people with a lot of built Micro Hydro Power Plant (MHPP) waterwheel type, small enough electricity capacity of about 100 watts. Though the area has considerable potential for abundant hydro energy. In addition to the small capacity also a simple construction and installation, very easily damaged by natural disturbances. Development of MHPP waterwheel type can improve efficiency, protection of natural disturbance, while maintaining the independence of the community. Development is done by stages: Installation and Geometry Analysis of MHP, Re-Design, Development and initial testing, Deign of electric and mechanical protection systems (Governing Valve) MHP, and training. Deign of an electric and mechanical protection systems (Governing Valve) MHPP to increase the voltage and frequency stability. Such conditions can increase the reliability of the generator installation. All activities are carried out between the community and the research team, can improve capabilities for MHP development independently.

Keywords: MHP, control systems, waterwheel, independent

I. PENDAHULUAN

Penyediaan bahan pangan, penyediaan energi, dan penyediaan informasi merupakan pilar masyarakat teknologi. Ketersediaan pasokan ketiga hal tersebut dengan memadai dan berkelanjutan akan menjamin kesejahteraan hidup masyarakat.

Pada tahun 2011, 11 persen dari produksi listrik nasional yang dihasilkan oleh PLN berasal dari energi baru dan terbarukan. 6 persen berasal dari tenaga air (PLTA) dan 5 persen berasal dari tenaga panas bumi (geothermal). PLN merencanakan pada akhir dekade ini akan meningkatkan penggunaan energi panas bumi menjadi 13 persen dan tenaga air masih 6 persen. Dengan demikian total energi terbarukan yang akan dikembangkan sampai akhir dekade ini mencapai 19 persen dari produksi listrik nasional. [1]

Peningkatan penggunaan energi tidak bisa dihindari. Berdasarkan data kementrian ESDM produksi listrik nasional mengalami peningkatan, tahun 2007 mencapai 140.000 GWH, sejalan dengan bertambahnya konsumsi listrik nasional yang mencapai sekitar 120.000 GWh di tahun 2007.

Selama semester I tahun 2010, konsumsi listrik Jawa-Bali tumbuh 10,5%. Realisasi produksi listrik pada semester I-2010 mencapai 83,3 Terra Watt hour (TWH). [2]

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), secara mandiri banyak dibangun masyarakat. Seperti di daerah Kecamatan Pamijahan Kabupaten Bogor Propinsi Jawa Barat, dibangun PLTMH dengan penggerak kincir air sederhana berkapasitas listrik cukup kecil, sekitar 100 watt hanya cukup untuk penerangan rumah saja. Padahal daerah tersebut memiliki potensi energi hidro yang cukup melimpah. Selain kapasitas yang dibangkitkan sangat kecil, juga konstruksi dan instalasi yang sederhana, sangat mudah rusak karena gangguan alam.

Hasil penelitian sebelumnya dalam pembangunan PLTMH di Dusun Wangun Dua, Desa Karang Tengah, Kecamatan Babakan Madang, Kabupaten Bogor, dengan membangun PLTMH jenis Turbin Plump yang cukup modern dengan kapasitas cukup besar, meninggalkan beberapa kendala, diantaranya: karena dikembangkan di indurtri pembuat turbin, menyulitkan masyarakat untuk mengembangkan secara mandiri. Misalkan ketika masarakat pengguna turbin butuh perawatan karena ganguan teknis, menjadi sangat tergantung industri.

Pengembangan Instalasi PLTMH Tipe Kincir Air sudah pernah dilakukan, dengan meningkatkan efisiensi dan penambahan sistem proteksi. Akan tetapi masih memiliki kelemahan disisi pengendalian aliran air, sebagai sumber energi pengerak kincir. Ketika beban penggunaan listrik menurun aliran air masih tetap pada kondisi maksimum. Kondisi tersebut bisa mengakibatkan generator kelebihan masukan energi, yang bisa mengakibatkan *over speed* hingga menurunkan umur atau merusak generator. Sebaliknya ketika beban naik pasokan air tetap, dapat menyebabkan generator kelebihan beban hingga menyebabkan generator terbakar. (SNP2M 2011)

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka perlu dilakukan penelitian Instalasi PLTMH Tipe Kincir Air yang sudah ada dimasyarakat, untuk dikembangkan menjadi PLTMH Tipe Kincir Air yang lebih efisien, memiliki system proteksi dan memiliki sistim kendali pintu air.

Penelitian dilakukan untuk meningkatkan kemutahiran teknologi terapan instalasi PLTMH tipe kincir air yang sudah ada dimasyarakat, menjadi PLTMH Tipe kincir air yang lebih efisien, memiliki system proteksi dan memiliki sistim kendali pada pintu air.

Penelitian ini meningkatkan kapasitas juga keandalan PLTMH Tipe kincir air yang sudah dibuat masyarakat, dengan tetap bisa dikembangkan oleh masyarakat secara mandiri, terutama dari sisi teknis pemeliharaan dan penanggulangana gangguan yang mungkin terjadi, tanpa harus terlalu tergantung industri.

Budaya kemandirian penyediaan energi terutama di daerah yang memiliki potensi energi yang berlimpah seperti di daerah bogor, dapat lebih dipupuk dengan banyaknya penelitian teknologi mesin konversi energi yang lebih membumi dengan potensi yang ada di masyarakat baik teknologi maupun SDM.

II. METODE PENELITIAN

1. Identifikasi Masalah

Jaringan listrik PLN yang belum terhubung di beberapa wilayah masyarakat, mendorong dikembangkannya PLTMH secara mandiri berupa kincir air sederhana dengan generator DC tanpa menggunakan proteksi. Selain kapasitas yang dibangkitkan sangat kecil sekitar 100 watt juga konstruksi dan instalasi yang sederhana, sangat mudah rusak karena gangguan alam seperti: rangka kincir rusak dan atau generator yang terbakar, serta pemeliharaan yang memerlukan pengawasan yang tinggi, dan lainnya. Generator terbakar karena sumber daya berlebih disebabkan air yang tiba-tiba berlebih karena curah hujan yang tinggi, karena sambaran petir, karena kelebihan beban, atau energi sumber berupa aliran air turun.

Secara teknis kondisi tersebut terjadi karena tidak ada sistem proteksi mekanik yang mampu mengatur energi aliran supaya jumlahnya ada pada rentang yang diijinkan dan proteksi elektrik yang mampu melindunggi sistem kelistrikan dari beban berlebih atau beban tiba-tiba. [3]

Pengembangan PLTMH dengan teknologi yang lebih tinggi, baik dari sisi ilmu pengetahuan dan teknologi serta biaya masih menyulitkan bagi masyarakat. Disisi lain penggunaan PLTMH

berteknologi tinggi yang ada, memiliki kendala dalam instalasi, berupa gangguan terhadap irigasi karena membutuhkan ketinggian (head) yang tinggi, yang akan mengganggu produktivitas pertanian.

Atas dasar permasalahan teknis konstruksi, sistim proteksi, peningkatan efisiensi konversi energi, dan sistim kendali pintu air, maka perlu dikembangkan kincir air dan pembangunannya di Kecamatan Pamijahan Kabupaten Bogor dari jenis yang sudah ada dan head yang dibutukan tetap rendah, dengan perbaikan geometri, instalasi serta sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) untuk ditingkatkan kapasitas dan kehandalannya, hinga tetap membuka kemungkinan yang luasi untuk dikembangkan masyarakan secara mandiri dengan mudah dikemudia hari.

2. Pengembangan PLTMH.

Pengembangan PLTMH Tipe kincir air dengan head yang tetap rendah kapasitas dan kehandalan yang meningkat, tahapan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut: Analisa Geometri dan Instalasi PLTMH yang Ada, Perancangan Ulang, Pembangunan dan Pengujian PLTMH, Perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH, dan Pelatihan Pengoperasian, Perawatan, Pembangunan PLTMH.

Nilai efisiensi dan kehandalan yang ada didapat dengan analisa geometi dan instalasi PLTMH yang sudah terpasang di masyarakat. Pengembangan dengan perancangan ulang, perbaikan geometri, instalasi serta perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH dapat meningkatkan efisiensi dan kehandalan sistem. Pembangunan dan pengujian dapat memastikan efisiensi dan kehandalan optimum dapat tercapai dengan memperbaiki kelemahan yang tidak terpantau dalam perancangan awal. Semua kegiatan dilakukan bersama dengan antara masyarakat dapat meningkatkan kemampuan bersama untuk pengembangan PLTMH secara mandiri.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan Ulang, Perbaikan Geometri dan Instalasi PLTMH

Kegiatan pertama yang dilakukan pada pengembangan PLTMH Tipe kincir air dengan *head* yang tetap rendah, kapasitas dan kehandalan yang meningkat seperti pada perencanaan, adalah pemilihan PLTMH Tipe kincir air yang sudah ada dimasyarakat.

Perbaikan yang pernah dilakukan baru sebatas pembuatan bak kontrol, perbaikan geometri kincir air, perbaikan bantalan kincir, pemilihan generator yang sesuai dengan kapasitas energi mekanik yang dihasilkan kincir air dan pemasangan proteksi anti petir dan *Automatic Circuit Breaker*.

Bahan kincir dibuat dari logam hingga bisa dibentuk lebih presisi. Geometri kincir diperbaiki merujuk pada bentuk-bentuk kincir yang setandar tapi dipilih yang paling sederhana supaya dapat dibuat oleh masyarakat setempat dengan mudah, meski tetap mengutamakan kepresisian dan betuk yang *balance* untuk meminimalkan vibrasi pada kincir air.

Pemasangan bantalan tipe *bushing* pada dudukan kayu, sebagai penopang poros kincir air dapat menjaga dan menekan vibrasi yang muncul pada instalasi sebelumnya. Rangka dudukan kincir air dan generator masih dibuat dari kayu karena pertimbangan biaya dan kemudahan bahan baku serta instalasi, dengan tetap menjaga kepresisian kontruksi.

Dari data daya mekanik yang dihasilkan kincir air dipilih generator berkapasitas 3000 watt untuk mengoptimalkan energi mekanik kincir air yang dibangkitkan untuk dikonversikan menjadi energi listrik.

Penambahan sistim proteksi kelistrikan dengan penambahan penangkal petir dan Automatic *Circuit Breaker* untuk melindungi generator dari kelebihan arus karena petir dan kelebihan beban penggunaan listik.

Perancangan yang dilakukan adalah perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (*Governing Valve*) PLTMH.

2. Pembangunan PLTMH

Atas dasar pertimbangan teknis yang tidak memungkinkan penggunaan PLTMH Tipe kincir air yang ada, karena dipergunakan untuk keperluan masyarakat. Kegiatan pertama yang dilakukan pada

pengembangan PLTMH Tipe kincir air dengan head yang tetap rendah kapasitas dan kehandalan yang meningkat seperti pada perencanaan, adalah sebagai berikut:

– Pembangunan bak penampung
  Bak penampung yang dilengkapi bak kontrol dibuat masih cukup sederhana hingga biaya yang dibutuhkan cukup ringan tapi tetap memiliki fungsi yang memadai untuk menghindari potensi kelebihan daya kinetik (over flow) yang bisa merusak kincir dan generator.



Gambar 1 Bak Penampung

– Pemasangan penstock dan kincir
  Pemasangan penstock dan kincir air dibangun cukup sederhana tanpa mengurangi fungsi yangdiharapkan pada perencanaan.



Gambar 2 penstock dan kincir

– Pemasangan generator
  Pemasangan generator berkapasitas 3000 watt dan penambahan proteksi anti petir untuk menghidari generator rusak karena kelebihan arus dari petir yang menyambar instalasi listrik.



Gambar 3 generator

Setelah instalasi PLTMH selesai dibangun dilakukan pengujian kapasitas pembangkitan dan kesetabilan tegangan yang dihasilkan. Hasil pengujian daya yang dibangkitkan baru mencapai 2000 watt dengan tegangan yang cukup stabil selama pengujian awal sampai saat terakhir diuji 3 bulan setelah instalasi.

- Perancangan kontrol aliran
  Perancangan sistim kontrol aliran, menggunakan katup pada pipa penstock. Katup dikendalikan motor listrik, dengan sistem pengaturan PLC, yang mendapat umpan balik dari beban penggunaan. Beban penggunaan terbaca pada generator.
  Perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH dilakukan setelah pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui laju aliran air efektif dan daya yang dibangkitkan genetator, untuk menentukan perbadingan beban dengan laju aliran dalam merancang katup pengatur (governing valve) yang dibuat. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan grafik antara beban dengan laju aliran air, yang akan digunakan sebagai fungsi kalibrasi katup pengatur otomatis yang akan dibuat.

IV. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Perancangan sistim proteksi elektik dan mekanik (Governing Valve) PLTMH dapat meningkatkan kesetabila tegangan dan frekwensi tistrik yang dihasilkan. Kondisi tersebut akan dapat meningkatkan keandalan instalasi terutama generator.

2. Saran

Pengembangan yang sudah dilakukan masih meninggalkan beberapa kekurangan yang masih bisa dikembangkan, antara lain :

- Instalasi sipil yang belum lengkap untuk menjamin kesetabilan pasokan air untuk melindungi instalasi PLTMH.
- Rangka PLTMH yang dibuat dari kayu yang masih bisa ditingkatkan lagi kepresisianya bila dibangun menggunakan beton.
- Pemasangan sistim pengaturan pintu air mendapat umpan balik dari beban yang digunakan bukan dari kecepatan putaran poros turbin menyisakan sedikit kekurang akuratan umpan balik kecepatan putaran poros turbin, sebagai rujukan kesetabilan output listrik.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PPPM PNJ yang telah memberikan bantuan dana dalam melaksanakan Penelitian Unggulan Pengembangan Sistim Kendali Pintu Air PLTMH Kincir Air.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Webesite Alkindo, 2012, "PLN Tingkatkan Produksi Listrik Dari Energi Terbarukan", *http://www.alkindo.org*
[2] Website Kontan, 1012, "Sepanjang 2010, konsumsi listrik nasional meningkat", *http://www.kontan.co.id*
[3] BC Hydro, 2004, "Handbook for Developing MICRO HYDRO In British Columbia", BC Hydro.
[4] Cihanjuang Inti Teknik, 2008, "Company Profile, Bandung".
[5] M. Suhud, 2007 "Mikro Hidro Tanjung Lokang" *http://www.lead.or.id/download/c12/lap/M_Suhud.pdf*
[6] Muhammadiyah Online, 2008, "UM Malang Luncurkan Pembangkit Listrik Mikro Hidro",*http://www.muhammadiyah.or.id/index.php?option=com_content&task=view&id=1054&Itemid=2*
[7] Website Kab.Bogor, 2011, "Sumber Daya Air", *http://www.bogorkab.go.id*

BIDANG MANUFAKTUR, KONRUKSI DAN PERAWATAN

Mesin Penghancur Sampah Kertas dan Pengurai Serat Sampah Organik

Abu DjiznyRawi[1]; Nezatullah Ramadhan[1]; RandikaArpa Denta[1]; SatrioBuwono Wicaksono[1]; MochammadSholeh[2]: Fuad Zainuri[2]

1. MahasiswaTugasAkhirTeknikMesinPoliteknikNegeri Jakarta
2. DosenTeknikMesinPoliteknikNegeri Jakarta

djiznyrawi@rocketmail.com

Abstrak

Studi ini adalah tentang Rancang bangunMesin penghancur sampah kertas dan pengurai serat pelepah pisang, sampah kertas dan pelepah pisang akan didaur ulang menjadi Paper Art dan Handicraft.
Studi dimulai dengan mempelajari mesin blender konvesional yang digunakan oleh pendaur ulang kertas di Jakarta dan bekerjasama dengan pendaur ulang kertas tersebut dalam membantu mengembangkan mesin blender konvensional.
Mesin blender konvensional yang digunakan oleh daur ulang kertas, didapatkan data dengan kapasitas motor listrik1Hp,dan wadah galon air mineral dengan kapasitas volume 15liter. Dalam segi keamanan mesin blender konvesional ini jauh dari aman.
Mesin yang akan dirancang menggunakan motor listrik berkapasitas 1Hp. Mesin ini dapat menghaluskan sampah kertas hingga menjadi bubur kertas, dan mengurai serat pelepah pisangtanpa harus menghancurkan serat-serat seperti yang terjadi pada mesin blender konvensional. Mesin ini menggunakan 2 rol pemecah untuk menghancurkan dan mengurai serat pelepah pisang. Wadah mesin ini berbentuk lintasan, wadah dibuat dengan material stainless steel untuk menghindari korosi yang membuat bubur kertas tercemar. Rol pemecahbawahyang bergerak sedangkan 1 rol pemecahatas hanya bergerak mengikuti rol pemecahbawah.
Mesin yang dibangun mempunyai kapasitas lebih besar, lebih efisien, lebih aman dalam penggunaan dan mempunyai dua fungsi untuk membuat bubur kertas dan mengurai serat. Karena dalam proses membuat Paper Art dan Handicraft dibutuhkan bubur kertas dan serat pelepah pisang yang panjang, maka mesin yang dibuat dapat menghancurkan sampah kertas dan dapat mengurai serat pelepah pisang, yang pada mesin sebelumnya serat-serattidak terurai melainkan hancur karena proses kerja mesin yang tidak sesuai untuk mengurai serat pelepah pisang.

Kata kunci : Mesin penghancur dan pengurai, pelepahpisang, sampahkertas

Abstract

This study is about the design of waste paper pulp and decomposing banana stem fiber machine, waste paper and banana stem will be recycled into Paper Art and Handicraft.
The study begins by studyingconventional blender machine thatused by the paper recycler in Jakarta and working with paper recycler in assisting to develop a conventional blender.
Conventional blender machine, which is used by the recycling of paper,data obtained with the electric motor capacity of 1Hp, and mineral water gallon container withvolume capacity of 15liters. In terms of conventional blender machine security is far from secure.
Machines will be designed using an electric motor withcapacity of 1Hp. This machine can soften up waste paper into pulp, and parse the banana fibers without destroying the fibers as occurs inconventional blender. This machine uses two rollers to crush and parse banana fiber. This machine container shaped trajectory, the container is made with stainless steel material to avoid corrosion which makes pulp contaminated. Rollers-breaking bottom which move while roller-breaking above only moved by following roller-breaking bottom.
The machine will be developed withgreater capacity, more efficient, more secure in use and has two function to make pulp and parse fiber. Because in the process of Paper Art and Handicraft is needed pulp and long banana fiber,so the machine that will built can destroy waste paper anddecompose banana stem fiber, which in previous machine can't decomposedbut destroyed because the machine work process not suitable for banana fiber decomposes.

Keyword : Crushing and decomposing machine, banana stem, waste paper

I. PENDAHULUAN

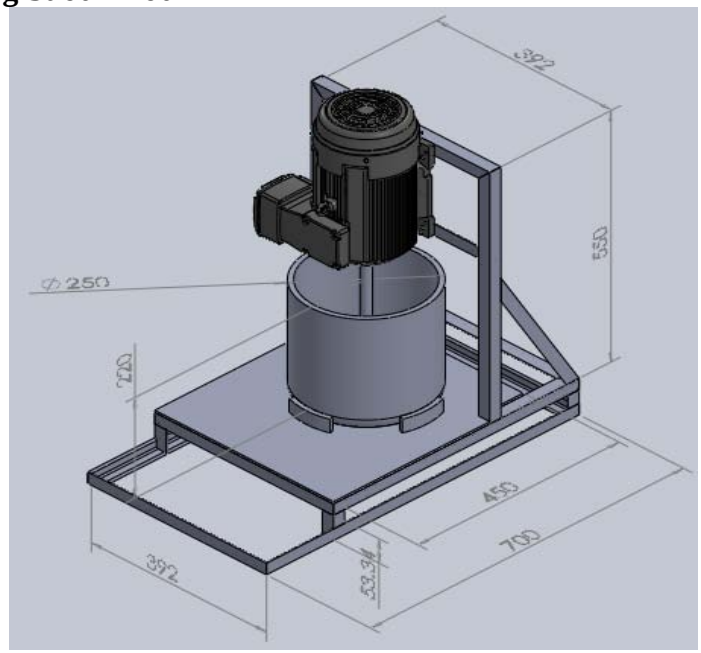
1. LatarBelakang

Kertas adalah salah satu alat yang banyak digunakan didalam kehidupan sehari-hari dan salah satu bagian terpenting dalam dunia pendidikan. Membuat permintaan terhadap penggunaan kertas sangat tinggi, baik kertas ataupun benda yang terbuat dari kertas lainnya. Kertas yang beredar saat ini adalah kertas yang terbuat dari bahan baku kayu maka disetiap harinya jumlah pohon juga berkurang karena penebangan. Untuk mengurai jumlah pemakaian kayu kami mendapatkan

alternatif yaitu dengan mendaur ulang sampah kertas dan sampah organik khususnya pelepah pisang, dan juga sebagai pemanfaatan pohon-pohon pisang yang sudah rubuh.
Peredaran sampah organik ataupun non organik yang ada di Jakarta atau daerah lainnya cukuplah tinggi. Maka kami bisa memanfaatkan sampah tersebut untuk bisa dijadikan suatu barang yang bernilai ekonomi seperti Paper Art dan Handicraft.
Kami mempunyai konsep design mesin yang bisa mendaur ulang sampah kertas dan sampah organik khususnya pelepah pisang untuk dijadikan Paper Art dan Handicraft. Pada proses pembuatan Paper Art dan Handicraft bukan hanya bubur kertas yang baik akan tetapi kami juga membutuhkan serat-serat pelepah pisang. Dengan itu kami mempunyai konsep mesin yang bisa membuat bubur kertas dan mengurai serat pelepah pisang, Dengan konsep menggunakan dua Rol pemecah.

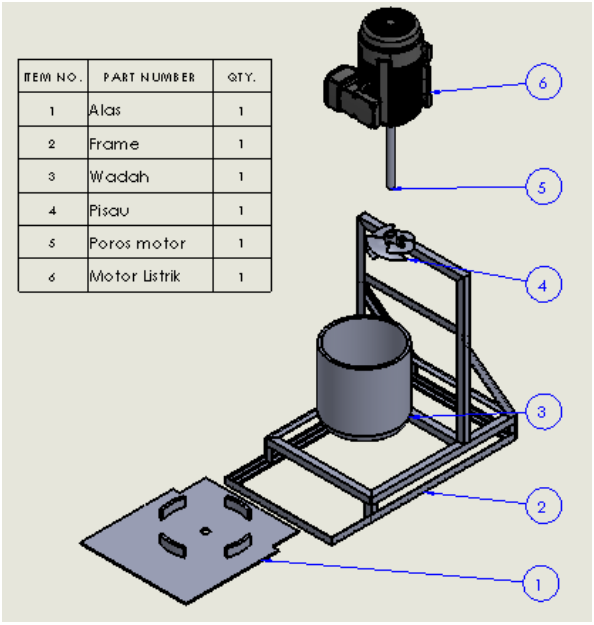
II. EKSPERIMEN

1. Design Mesin Yang Sudah Ada



Gambar1. Mesin blender konvensional

Mesin ini memakai motor listrik dengan kapasitas 1Hp dilengkapi dengan 4 pisau yang dapat membuat bubur kertas, tidak bisa mengurai serat pelepah pisang dengan hasil yang panjang karena mekanisme pada mesin ini tidak sesuai untuk mengurai serat sampah organik.Mesin blender konvensional ini memiliki kapasitas volume 15liter.



Gambar2. Explode Mesin blender konvensional

Mesin blender konvensional terdiri dari komponen :

1. Rangka mesin yang terbuat dari besi profil L.
2. Motor listrik 1Hp.
3. 4 Buah pisau.
4. Poros penghubung pisau ke motor listrik.
5. Wadah berbentuk galon dengan volume 15liter.
6. Kunci pengaman wadah.
7. Mur dan Baut.

Mesin ini terdiri dari satu elemen yaitu :

1. Elemen penghancur denghan cara berputar.

Cara kerja Mesin Blender konvensional

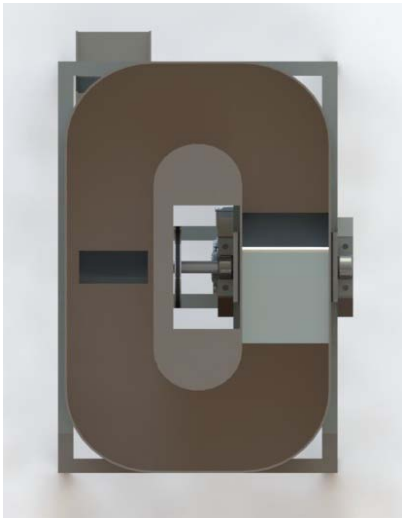
1. Masukan sampah kertas atau pelepah pisang yang dicampur air dengan perbandingan sesuai kebutuhan kedalam wadah.
2. Setelah itu nyalakan motor listrik.
3. Maka pisau akan memutar dan menghancurkan sampah kertas sampai menjadi bubur kertas. Akan tetapi serat-serat pelepah pisang hancur terpotong-potong karena mekanisme yang tidak tepat.
4. Angkat wadah untuk melepaskan alas pengunci.
5. Setelah pengunci terlepas dengan cara digeser maka wadah baru bisa dikeluarkan untuk mempermudah mengambil hasil bubur kertas.

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Design Mesin



Gambar Isometrik



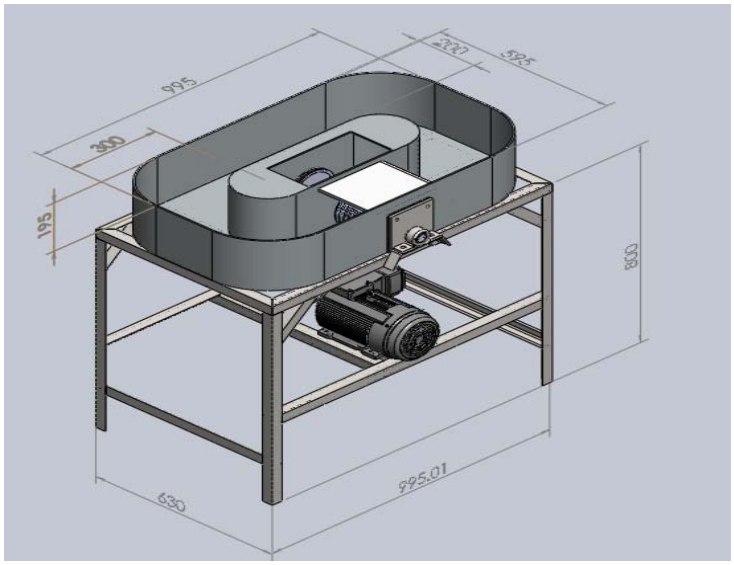
Gambar Tampak Atas



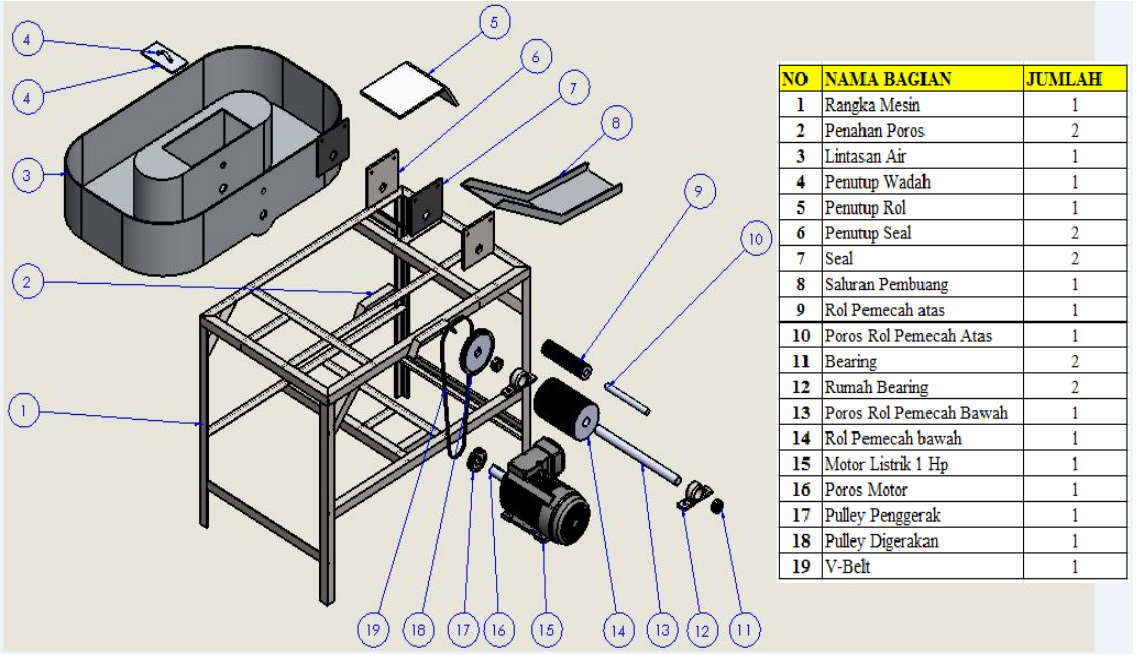
Gambar Tampak Samping

Gambar3.Mesin penghancur kertas dan pengurai serat sampah organik

Mesin ini memakai motor listrik dengan kapasitas 1Hp dilengkapi dengan 2 Rol pemecah yang bisa mengurai pelepah pisang dan membuat bubur kertas, dan dihubung menggunakan v-belt, wadah berbentuk parit atau lintasan dengan volume $\pm$ 80liter.



Gambar 4.Dimensiutama Mesin Penghancur Sampah Kertasdan Pengurai Serat Sampah Organik



NO	NAMA BAGIAN	JUMLAH
1	Rangka Mesin	1
2	Penahan Poros	2
3	Lintasan Air	1
4	Penutup Wadah	1
5	Penutup Rol	1
6	Penutup Seal	2
7	Seal	2
8	Saluran Pembuang	1
9	Rol Pemecah atas	1
10	Poros Rol Pemecah Atas	1
11	Bearing	2
12	Rumah Bearing	2
13	Poros Rol Pemecah Bawah	1
14	Rol Pemecah bawah	1
15	Motor Listrik 1 Hp	1
16	Poros Motor	1
17	Pulley Penggerak	1
18	Pulley Digerakan	1
19	V-Belt	1

Gambar5. Exploded view mesin penghancur kertas dan pengurai serat sampah organik

Mesin yang akan didesign terdiri dari komponen :

1. Rangka mesin yang terbuat dari besi profil L.
2. Motor listrik 1Hp.
3. 2 Buah rol pemecah.
4. 1 buah belt.
5. 2 Buah puli.
6. Poros penghubung Rol pemecah dengan belt.
7. Wadah berbentuk parit dengan kapasitas volume 80liter.
8. Bearing.
9. Mur dan Baut.
10. Karet seal.

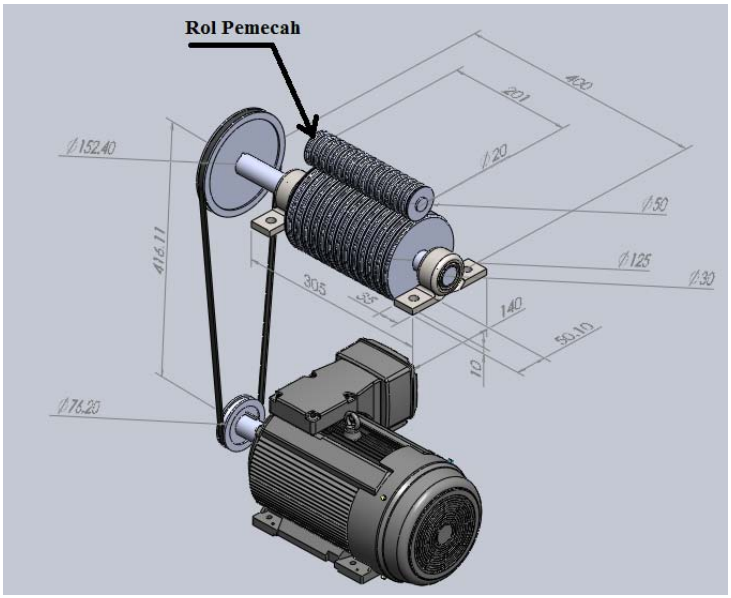
Mesin ini terdiri dari dua elemen yaitu :

1. Elemen penghancur atau membuat bubur kertas.

2. Elemen pengurai serat.

Cara kerja mesin yang akan dibuat

1. Lihat pintu pengeluaran jika pintu sudah tertutup.
2. Masukan bahan baku baik sampah kertas ataupun pelepah pisang kedalam wadah dengan dicampur air dengan skala perbandingan yang sesuai kebutuhan.
3. Nyalakan motor listrik hingga sampah kertas dihancurkan sampai menjadi bubur kertas dan serat pelepah pisang teruai.
4. Setalah sampah kertas menjadi bubur kertas dan serat pelepah pisang terurai maka buka pintu untuk mengeluarkan hasilnya.



Gambar6.Mekanisme rol pemecah

2. Analisis Design

Setelah dianalisa ada hal yang kemungkinan terjadi yaitu salah satunya melintangnya serat saat melintasi Rol pemecah sehingga akhirnya seratpun menjadi pendek. Dan akhirnya untuk menjawab permasalahan tersebut didapat alternatif dengan menggunakan Rol pemecah yang halus atau tumpul (tidak berulir).

Beban yang terjadi pada sistem adalah pembebanan berat volume air dan sampah kertas atau pelepah pisang.

Dan gaya yang terjadi pada mesin ini adalah :

Gaya Geser

Gaya Gesek

Gaya Tekan

IV. KESIMPULAN

Dari konsep mesin ini dapat disimpulkan:

1. Dalam menghancurkan kertas untuk menjadi bubur kertas atau pulp tidak harus menggunakan mesin ini.
2. Konsep mesin ini lebih difokuskan kepada penguraian serat sampah organik (pelepah pisang) dimana belum ada mesin yang bisa mengurai serat pelepah pisang dengan panjang 5-6 cm.
3. Dalam menentukan jenis rol pemecah yang digunakan perlu dilakukan beberapa percobaan sehingga proses pembuatan pulp dan pengurai serat dapat tercapai.
4. Untuk proses penghancuran dan penguraian air sangat berperan penting.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Khurmi, R.S,J.K.Gupta,"*A text book of Machine design*",MKS and SI units, Eurasia publishing House (Pvt) Ltd, Ram Nagar,India 1980
[2] Bergeyk, K.van, Leidekerken, A.J, "*Teknologi Proses jilid 3*", Bharata, Jakarta,Indonesia 1982
[3] repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/56899/BAB 20II TINJAUAN PUSTAKA
[4] repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20777/4/Chapter%20II.pdf
[5] www.duniamaterial.com/index.php?option/catalog
[6] SAnASKreatif

Rancang Bangun Mesin Pengayak Gradasi Pasir Dengan Tiga Saringan

Bayu Saputra[1];Dede Nuryanto[1];Fahruli Amron[1];Muhammad Gozali Shidik[1];AgusEdyPramono[2]
1. Mahasiswa Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Dosen Pembimbing Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
muhammadgozali81@yahoo.com

Abstrak

Studi ini adalah tentang rancang bangun mesin untuk memperoleh agregat dan ukuran gradasi pasir yang di inginkan dengan cara melewatkan material melalui ayakan seri (sieve shaker) yang mempunyai ukuran lubang semakin kecil.*Gradasi* adalah pembagian ukuran butir berdasarkan analisis saringan.*Agregat* adalah pasir atau fraksi halus,baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan.

Studi dimulai dengan penentuan ukuran ayakan yang sesuai syarat batas gradasi pasir.Berat tembus komulatif untuk pasir halus adalah lubang ayakan 2,4 (mm) mencapai 85 – 100 % ,1,2 (mm) 75 – 100 % dan 0,6 (mm) mencapai 60 – 79%.Berat tembus komulatif dapat dipengaruhi oleh sumber pasir yang digunakan dan kandungan mineral pada pasir.

Hasil rancang bangun menggunakan operasi screening dengan jalan melewatkan material pada suatu permukaan yang banyak lubang dengan ukuran yang sesuai.Rancang bangun mesin ini menghasilkan mesin yang mampu mengayak pasir sesuai ukuran agregat yang telah ditentukan, untuk meningkatkan kualitas dan mutu dari aplikasi yang menggunakan pasir sebagai bahan pengisi.Hasil pengayakan menunjukan bahwa pasir memiliki tingkat kehalusan yang berbeda sesuai sumber pasir tersebut diperoleh.Mesin pengayak pasir sangat dibutuhkan dalam memperoleh agregat kehalusan suatu pasir untuk setiap penggunaan nya.Dengan ukuran ayakan pasir yang diterapkan kita dapat langsung mengolah pasir tersebut sesuai kebutuhan yang diinginkan.

Kata Kunci :Mesin pengayak gradasi pasir , Berat tembus komulatif

Abstract

The study is about the design and construction of machine for obtaining sand aggregate gradation and size of the desired material by passing through a sieve series (sieve shaker) which has a hole the size of the grain size distribution small.Gradation is based on the analysis sieve. Agregat is sand or fine fraction,either natural or the result of processing results.

The study will be started with the determination of an appropriate size sieve .Weight translucent gradient boundary conditions for a cumulative fine sand sieve hole is 2.4 (mm) reached 85-100%, 1.2 (mm) 75 - 100% and 0.6 (mm) reaches 60-79%. translucent cumulative weight can be affected by sources of sand used and the mineral content in the sand.

The design of these machines using screening operations with the passing of material on a surface that many holes of the appropriate size.The design of these machines produce a machine with capacitance of sifting the sand in the size of aggregate that has been determined, to improve the quality and the quality of the applications using filler.Result sifting sand as material shows that sand has a different level of refinement suitable source of sand sieving sand optainable.Mechine is needed to obtain an aggregate fineness of sand for each use.With sieve size sand is applied we can directly process the sand according to desired needs.

Keywords: shades of sand sieving machine, through cumulative weight

I. PENDAHULUAN

1. Latarbelakang

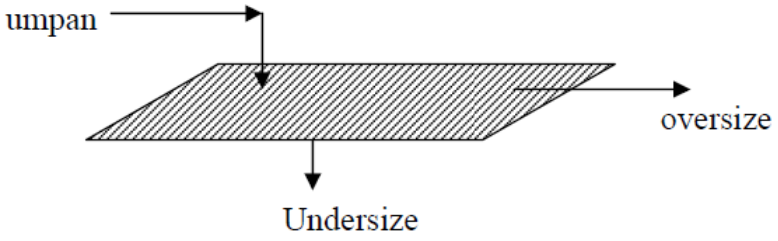
Perkembangan industri properti saat ini di kota – kota besar sedang dalam mengalami peningkatan signifikan. Pasir merupakan bahan bangunan yang paling banyak dipakai dalam industri konstruksi saat ini, kebutuhan pasir setiap harinya sangat banyak, terutama daerah pusat-pusat kota yang pembangunan nya sangat pesat. Survey harga properti residensial menurut bank Indonesia pada tahun 2010 di 14 kota besar mengindikasikan indeks harga properti residensial pada triwulan IV 2010 mengalami peningkatan dari triwulan sebelumnya yakni dari 0,48% menjadi 0,67%. Responden (35,38%) mengungkapkan bahwa tekanan kenaikan harga properti residensial terutama berasal dari kenaikan harga bahan bangunan dan diperkuat oleh tingginya upah pekerja (22,25%) serta mahalnya biaya perizinan (17,38%). Pasir dengan kualitas sesuai standar nasional indonesia (SNI) sebagai bahan bangunan maupun bahan campuran sangat perlu diperhatikan dalam penerapannya.

Berdasarkan observasi dalam usaha penerapan agregat kehalusan sesuai syarat gradasi pasir, pengembang properti kecil menengah maupun usaha kecil pembuatan instrumen properti masih menggunakan cara manual dalam proses pengayakan yang menggunakan tenaga manusia dan terkadang mengurangi kinerja pekerja konstruksi tersebut dikarenakan harus mengoptimalkan tenaga saat mengolah pasir hingga siap pakai.Hal ini menyebabkan waktu dan tenaga pekerja konstruksi kurang efisien.Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar. Agregat menempati sebanyak kurang lebih 70 % dari volume beton atau mortar. Mesin pengayak gradasi pasir diharapkan mampu menghasilkan pasir dengan agregat sesuai penggunaannya secara efisien dan ringkas.

II. KONSEP DESAIN MESIN

Sebagai material utama bahan pengisi yang dapat menentukan suatu kualitas konstruksi, pasir merupakan komoditas dengan beragam agregat sesuai penerapannya.Pengolahan pasir agar siap pakai menggunakan proses pengayakan pada mesin – mesin dengan desain dan kapasitas yang di inginkan.

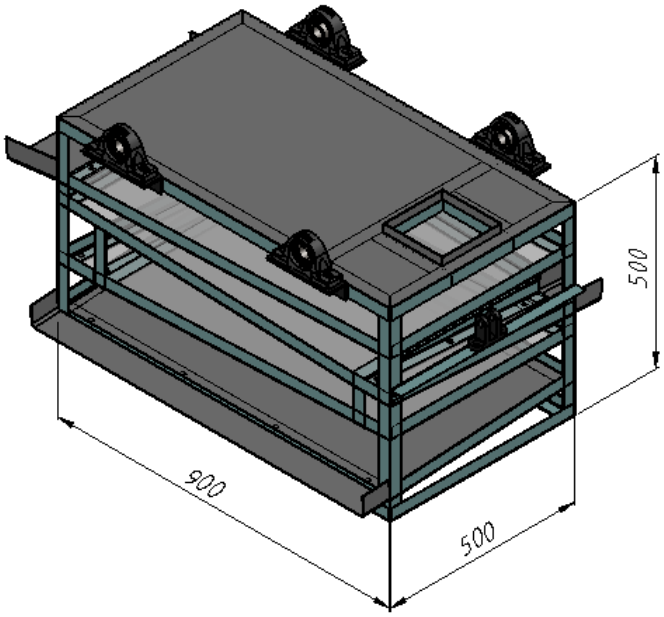
Studi ini menggunakan Mekanisme mesin dengan proses screening yaitu melewatkan bahan melalui ayakan seri (sieve shaker) yang mempunyai ukuran lubang ayakan semakin kecil. Setiap pemisahan padatan berdasarkan ukuran diperlukan pengayakan.Standar screening mampu mengukur partikel dari 76 mm sampai dengan 38 μm.Operasi screening dilakukan dengan jalan melewatkan material pada suatu permukaan yang banyak lubang atau openings dengan ukuran yang sesuai.Ditinjau dari sebuah ayakan :



Gambar 2.1 Konsep Screening

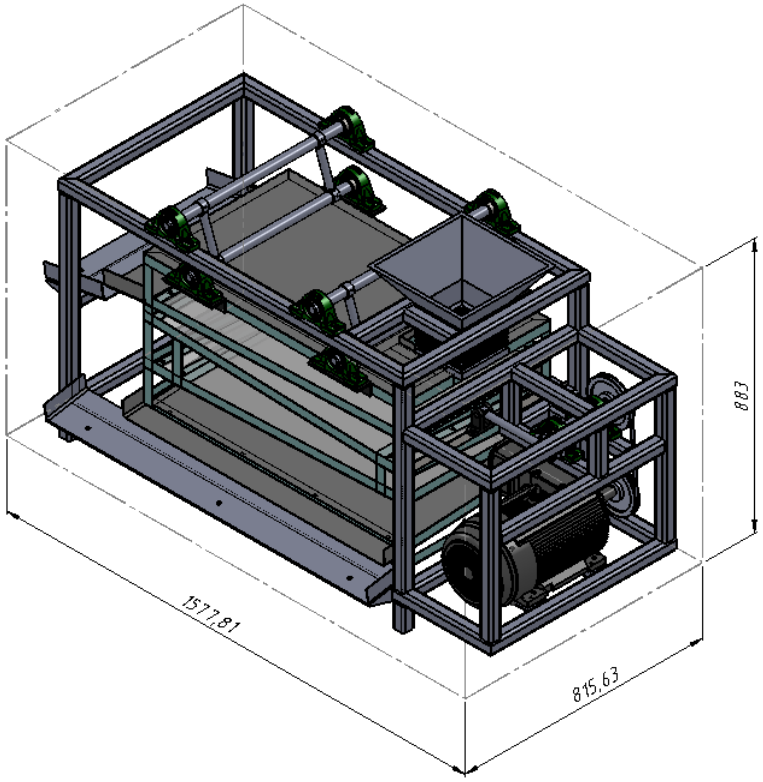
Fraksi oversize = fraksi padatan yang tertahan ayakan.
Fraksi undersize = fraksi padatan yang lolos ayakan.

Konsep ayakan berlapis dengan ukuran berbeda adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 Konsep Rangka Ayakan

Konsep rancang bangun mesin pengayak gradasi pasir adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Konsep Mesin Pengayak Gradasi Pasir

Merancang suatu struktur rancang bangun mesin, ditetapkan prosedur pemilihan suatu material yang sesuai dengan kondisi aplikasinya. Kekuatan bahan bukan kriteria satu-satunya yang harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur. Kekakuan suatu bahan sama dengan pentingnya dengan derajat lebih kecil, sifat seperti kekerasan, ketangguhan merupakan penetapan pemiilihan bahan. Suatu percobaan uji tarik pada spesimen tersebut dari tegangan akibat gaya tarik yang dikenakannya. Jika seseorang ingin merancang sebuah mesin, maka yang harus diperhatikan adalah

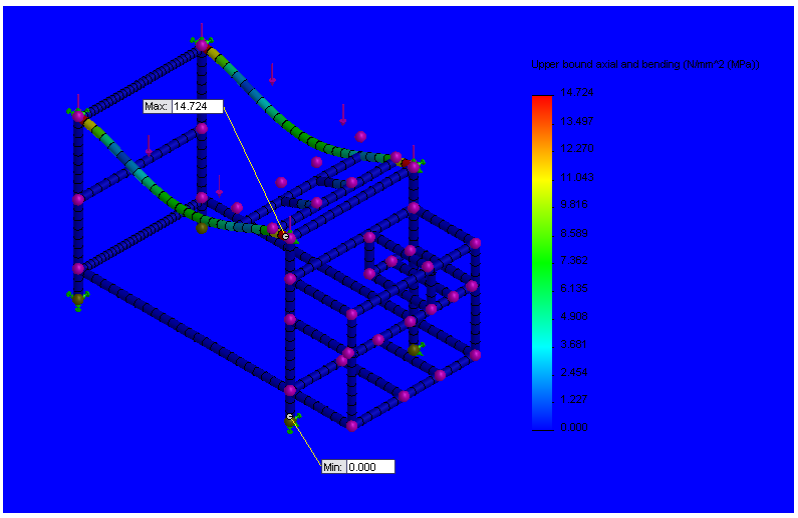
mengetahui bagaimana keadaan material pada waktu sebuah komponen mesin bekerja. Untuk mengetahui hal tersebut, karakteristik tertentu atau properti dari material yang hendak diaplikasikan haruslah diketahui terlebih dahulu. Biasanya untuk mengetahui karakteristik material dapat diketahui dengan melakukan uji tarik (Tensile Test).

Uji tarik ini adalah suatu test secara terus-menerus menambahkan beban pada suatu material yang akan diteliti dan mencatat berapa besar beban dan elongasi yang terjadi pada material sampai material tersebut patah. Tegangan yang terjadi dihitung dengan membagi besar beban yang terjadi dengan cross-sectional area (luas penampanng) dari material yang hendak dites. Besarnya elongasi atau regangan dapat diketahui dengan membagi perubahan panjang yang terjadi akibat penambahan beban dengan panjang mula-mula material.

III. ANALISIS KONSEP MESIN

1. Analisis Gaya Statik

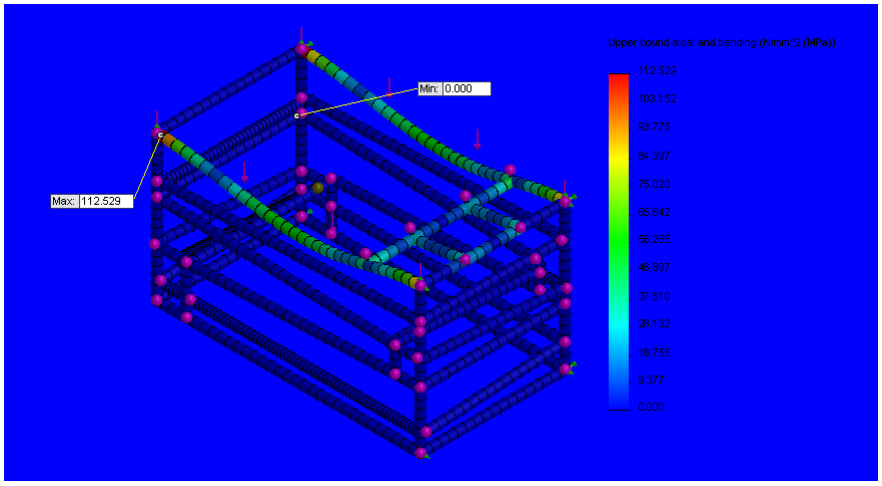
Analisis rancang bangun mesin menggunakan software solidworks untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan komponen kritis mesin.Hasil yang diperoleh dari analisis statik pada rangka mesin dengan pembebanan merata pada permukaan atas sebagai tumpuan rangka ayakan sebesar 800 N adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Analisis Rangka Mesin

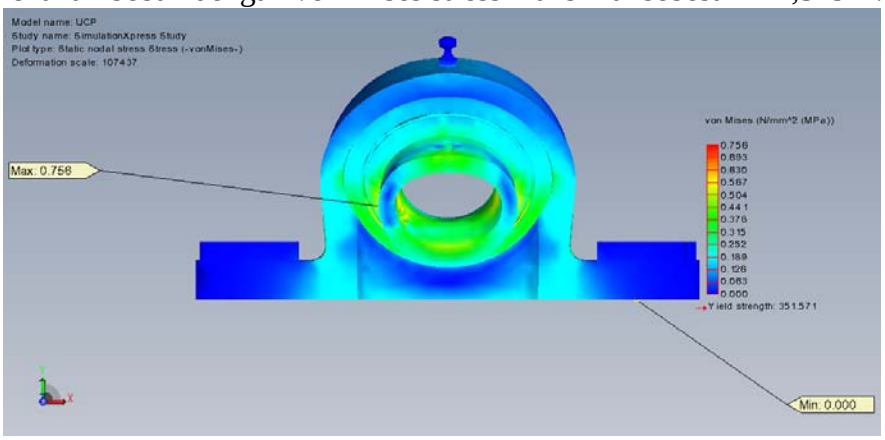
Pembebanan merata yang diterima adalah 800 N dengan material AISI 1020, yield strength 351,57 N/mm^2 (Mpa) dan tensile strength 420,51 N/mm^2 (Mpa).Hasil analisis menunjukan rangka mesin masih mampu menahan beban dengan von mises stress maksimal sebesar 14,7239 N/mm^2 (Mpa).

Hasil yang diperoleh dari analisis statik pada rangka ayakan dengan pembebanan merata pada permukaan atas sebagai tumpuan dari beban (W) yaitu beban komponen pada rangka ayakan dan berat kapasitas pasir dalam pengoperasian.sebesar 400 N adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Analisis Rangka Ayakan

Pembebanan merata yang diterima adalah 400 N dengan material AISI 1020, yield strength 351,57 N/mm^2 (Mpa) dan tensile strength 420,51 N/mm^2 (Mpa).Hasil analisis menunjukan rangka ayakan masih mampu menahan beban dengan von mises stress maksimal sebesar 112,529 N/mm^2 (Mpa).

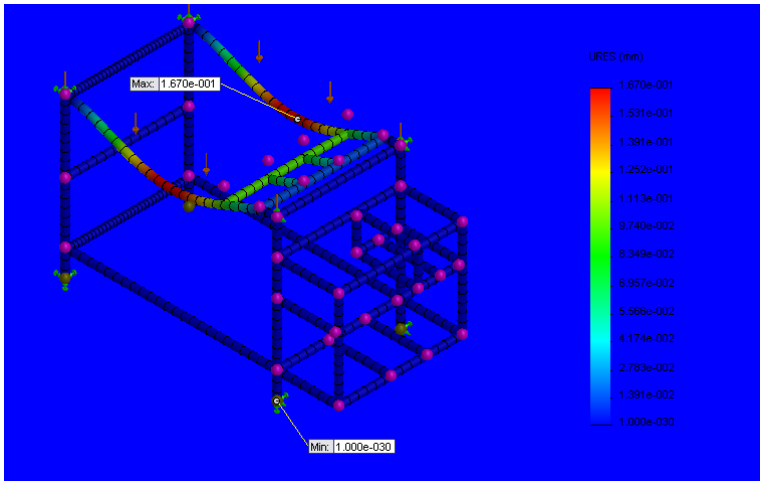


Gambar 3.3 Analisis Bantalan Rangka Ayakan

Bantalan pada rangka ayakan menerima gaya radial dari beban (W) yaitu beban komponen pada rangka ayakan dan berat kapasitas pasir dalam pengoperasian.Gaya radial terbesar (Max) yang diterima adalah 260 N dengan material AISI 1020 , yield strength 351,57 N/mm^2 (Mpa) dan tensile strength 420,51 N/mm^2 (Mpa).Hasil analisis menunjukan bantalan masih mampu menahan gaya radial dengan von mises stress maksimal sebesar 0,75572 N/mm^2 (Mpa).

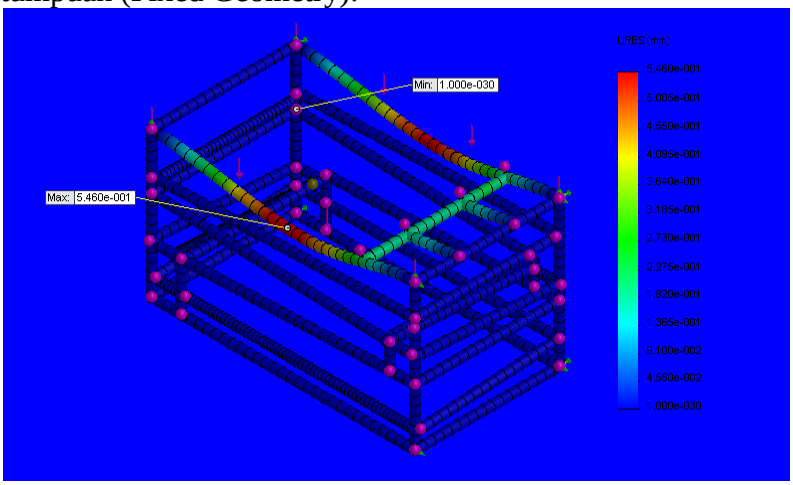
2. Analisis Displacement

Displacement pada material setiap komponen dipengaruhi oleh nilai yield strength dan tensile strength material tersebut.



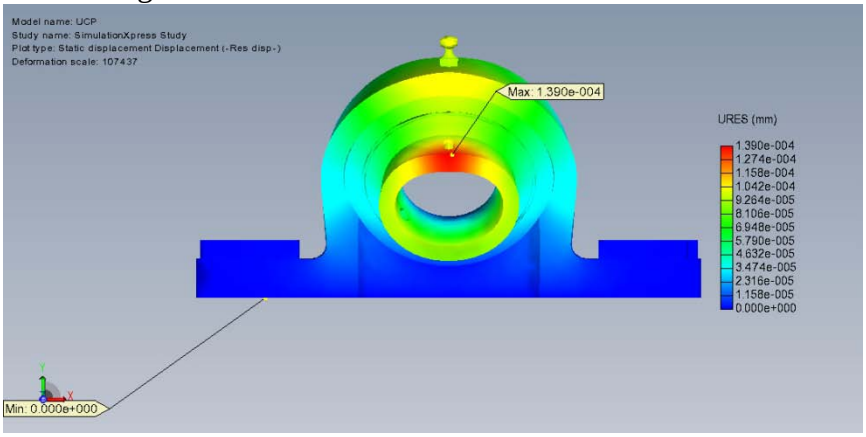
Gambar 3.4 Analisis Displacement Rangka Mesin

Hasil analisis menunjukan displacement (perubahan posisi karena pembebanan) yang terjadi pada rangka mesin terbesar (Max) sebesar 0.166972 mm dengan arah deformasi negative sumbu-y. Displacement terbesar terjadi pada bagian tengah permukaan pembebanan dan displacement terkecil (Min) terjadi pada tumpuan (Fixed Geometry).



Gambar 3.5 Analisis Displacement Rangka Ayakan

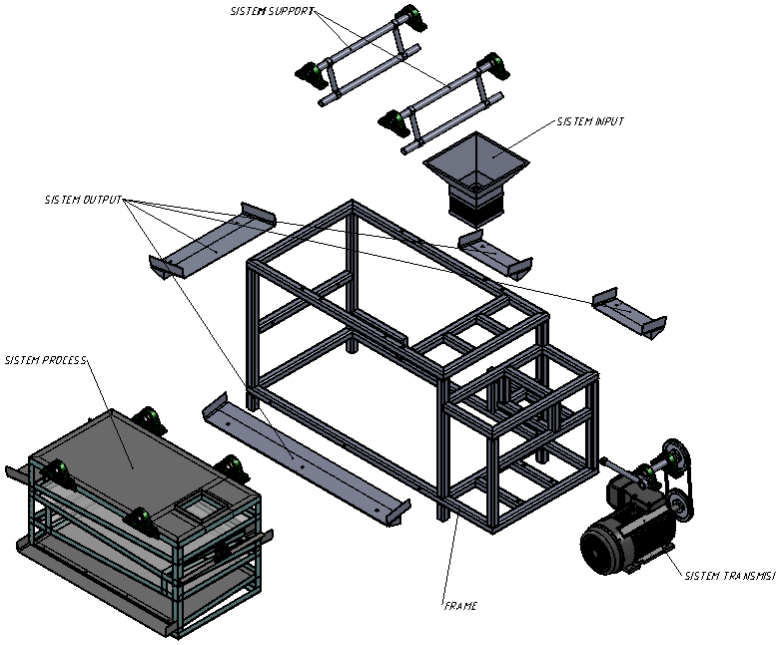
Hasil analisis menunjukan Displacement (perubahan posisi karena pembebanan) yang terjadi pada rangka ayakan terbesar (Max) sebesar 0.545992 mm dengan arah deformasi negative sumbu-y. Displacement terbesar terjadi pada bagian tengah permukaan pembebanan dan displacement terkecil (Min) terjadi pada sambungan konstruksi.



Gambar 3.6 Analisis Displacement Bantalan Rangka Ayakan

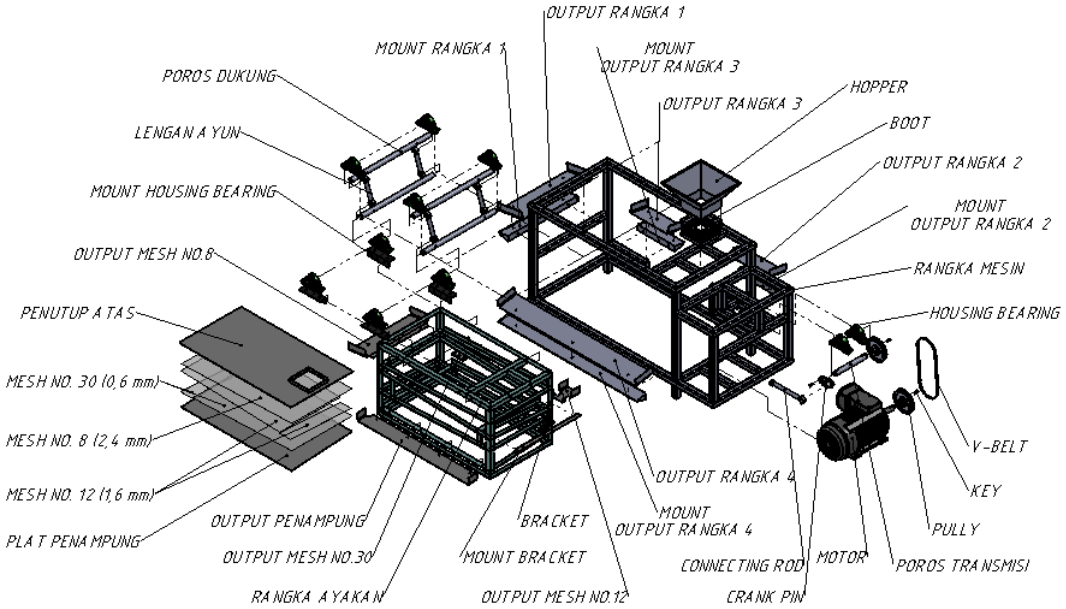
Hasil analisis menunjukan displacement yang terjadi pada bantalan terbesar (Max) sebesar 0.000138953 mm dengan arah displacement negative sumbu-y. Displacement terbesar terjadi pada permukaan atas elemen gerak bantalan dan displacement terkecil (Min) terjadi pada permukaan bawah elemen diam bantalan sebagai tumpuan (Fixed Geometry).

3. Analisis Sistem



Gambar 3.7 Analisis Explode Sistem

Rancang bangun mesin ini terdiri atas 5 sistem.Sistem pertama adalah sistem transmisi yang berfungsi memindahkan dan memberi daya agar mesin dapat beroperasi.Sistem kedua adalah sistem input yang berfungsi sebagai jalur masuk nya pasir sebagai material yang akan diproses, dengan boot berfungsi menjaga pasir agar tidak terpengaruh tekanan udara saat proses pengayakan berlangsung.Sistem ketiga adalah sistem support yang berfungsi mengolah daya yang diberikan sistem transmisi untuk mengerjakan rangka ayakan saat proses pengayakan.Sistem process adalah sistem yang berfungsi mengolah input yaitu pasir menjadi fraksi halus sesuai agregat yang diterapkan (output) dengan menggunakan mekanisme connecting rod yang akan menggerakan ayakan bergerak horizontal.Sistem output adalah sistem otomasi bagi setiap fraksi halus yang tertahan dan lolos mesh saringan setelah proses pengayakan.



Gambar 3.8 Analisis Komponen Mesin

IV. KESIMPULAN

a. Mesin pengayak gradasi pasir mampu memisahkan empat ukuran butir pasir secara bersamaan dengan tiga ukuran butir pasir sesuai mesh saringan yang digunakan.
b. Proses pengayakan pada mesin bertumpu pada elemen mesin yang mendukung perpindahan daya dengan membawa beban statis maupun dinamis.Dengan pasir sebagai beban kapasitas mesin tidak mengandung lumpur lebih dari 5 %.
c. Berat tembus komulatif untuk pasir halus adalah mencapai 85 – 100 % dengan ayakan 2,4 (mm) , 75 – 100 % pada ayakan 1,2 (mm) dan menghasilkan 60 – 79% pada ayakan 0,6 (mm) menurut British Standart (BS).

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] www.bi.go.id/NR/rdonlyres/4FB4FDE5-12A6-4311-9112-C2AAC2E028BC/21294/SHPRtw3.pdf
(Survey Harga Properti Residensial - Bank Indonesia 2010)
[2] Muhtarom Riyadi, Amalia. "**Teknologi Bahan 1**", Bab II Agregat 11-38 Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta. 2005.
[3] Pramono,Agus Edy. "**Elemen Mesin 2**", Bab V Bantalan Luncur 107-141 Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta. 2009.
[4] Dechamphai, P and Phongthanapanich, S. **"Easy Finite Element Method with Software",** *Chulalongkorn University Press*. Bangkok; 2007.
[5] Prakobkarn, K. "**Bearing Housing Stress Analysis using the Solid works and Cosmos works"** . *Department of Rural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Rangsit Campus, Pathumtani*; Thailand; 2010.

Rancang Bangun Mesin Paket Pemarut dan Pemeras Kelapa

Fajri Chairbowo[1]; Aditya Syafroni[1]; Ajie Dipoyono[1]; Fitra Dharmala Putra[1]; Muslimin[2]

1. Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Fajri.chairbowo@yahoo.co.id

Abstrak

Tulisan ini adalah tentang konsep rancang bangun unit mesin pemarut dan pemeras kelapa. Konsep ini diawali dengan penentuan kebutuhan konsumen dan identifikasi masalah/kelemahan dari mesin yang sudah ada, penentuan spesifikasi dan target, pembuatan alternatif konsep rancangan mesin dan analisis desain. Tahap terakhir adalah implementasi desain menjadi produk dan analisis.

Berdasarkan fungsi utamanya, mesin yang dirancang bangun memiliki tiga elemen utama yaitu pemarut, pemeras dan penggerak. Pemilihan alternatif desain pemarut terpilih adalah sistem pemarut pelat setengah lingkaran yang dirakit ke tabung sehingga mudah dibongkar pasang untuk proses pembersihan dan perawatan, pemeras adalah sistem ulir tekan dengan memanfaatkan gaya tekan pitch dan sistem penggerak menggunakan motor listrik.

Alternatif desain terpilih kemudian dianalisis berdasarkan perhitungan mekanika dan elemen mesin, pengujian software SolidWork dan ergonomic,proses manufaktur dan fabrikasi,serta harga produk. Analisis desain ini digunakan untuk memperoleh hasil desain yang optimal berdasarkan kriteria pemenuhan spesifikasi dan target perancangan mesin yang telah ditatapkan.

Hasil mesin yang akan dibangun adalah unit mesin pemarut adan pemeras kelapa yang menggunakan sekat pemisah sehingga dapat menghasilkan dua luaran yaitu santan atau parutan kelapa secara terpisah. Kapasitas mesin adalah 50 kg/jam untuk parut kelapa dan 60 liter/jam untuk santan kelapa, sedangkan daya motor listrik adalah 0,5 HP. Keunggulan lain adalah alat pemarut berbentuk pelat lengkung dipasang pada silinder berongga yang dipasang menyatu dengan poros penggerak menggunakan baut, sehingga mudah dibongkar pasang untuk proses pembersihan dan perawatan mesin.

Kata kunci : pemarut, pemeras, kelapa, dan santan

Abstract

This study is about design concept and making of coconut grater and squeezer machine unit. This concept was started by identificaion of customer needs, identification existing machines problem, determination spesification and target, machine concepts and analytical design. The final stage was design implementation to be product and operating analysis.

Based on the main function, this machine has three main components: grater, squeezer, and driver unit. Grater system unit use the grater system with half-circle which is assembled into a hollow-cylindrical shaft that joint with main shaft, the squeezer unit used a pair of screws, and driver unit use AC motor.

The best alternative design will be analysed by mechanical and machine element method, Solidwork software, ergonomics aspect, production cost,manufacturing process and fabrication,and machine prices. Those analyis will be condusted to get optimum sspesification of machine design.

The result of this concept is coconut grater and squeezer machine unit using partition to sparate milk squeezed coconut and grated coconut. Machine capacity will be 50kg/hour milk of grated coconut or 60 Litre / hour of squeezed coconut. The power is 0.5 HP DC motor. The other fitures were maintainability and service ability

Keywords: grater, squeezer, Coconut, and Coconut Milk

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Komoditas kelapa sangat melimpah di seluruh wilayah Indoneia, seperti Jawa Barat yang memiliki lahan tanaman kelapa sekitar 185.774 hektar dan dapat menghasilkan total produksi 170.109 ton buah kelapa per tahun [1]. Produk kelapa ini dapat diolah menjadi santan sebagai penyedap masakan, kopra, juga bisa diolah menjadi minyak kelapa dan produk lainnya. Salah satu kendala dalam pengolahan kelapa adalah teknologi tepat pengolahan kelapa yang masih belum maksimal terutama proses pemarutan untuk menghasilkan kelapa parut ataupun santan sebagai bahan yang akan diproses lebih lanjut. Pada saat ini teknologi pemarut kelapa masih menggunakan pemarutan manual dan pemarutan mesin sedrhana, sedangkan pemeras santan masih menggunakan tangan atau mesin yang membutuhkan waktu lama, tidak bersih dan tidak praktis. Berdasarkan survey

dilapangan, santan masih merupakan produk utama olahan kelapa terutama untuk masakan yang banyak digunakan oleh rumah-rumah makan atau usaha catering, industri minyak goreng, dan industri kecil makanan ringan. Usaha-usaha tersebut masih menggunakan alat pemarut kelapa dengan plat yang bergerigi yang digerakkan oleh motor listrik kemudian memerasnya dengan mesin press screw yang juga digerakkan oleh motor listrik. Akan tetapi, kedua proses pemarutan dan pemerasan ini masih dilakukan secara terpisah, sehingga efisiensi waktu dan tenaga kerja belum dapat ditingkatkan.

Peningkatan produktivitas santan pada tingkat yang menguntungkan perlu dilakukan dengan aplikasi teknologi tepat guna. Sistem pemarut dan pemeras yang digunakan untuk menghasilkan santan perlu dalam satu rangkaian unit proses agar didapatkan kapasitas dan efisiensi waktu yang tinggi,sehingga biaya operasi lebih kecil [2]. Studi rancang bangun mesin press kopra sistem screw skala kecil dan menengah dalam suatu rangkaian unit telah dilakukan oleh Triyono, Haryanto, dan Sudarya [3]. Hasil studi tersebut menunjukkan efisiensi kerja yang lebih tinggi, biaya operasi yang lebih kecil dibandingkan dengan petani kopra yang menggunakan mesin pencencang dan pengepres kopra yang bekerja secara terpisah, disamping kapasitas yang lebih besar juga dipengaruhi oleh karakteristik dari kerja mesin seperti putaran, pitch screw, sudut konis dan besar kecilnya daya mesin. Berdasarkan hal tersebut, studi rancang bangun mesin pemarut dan pemeras santan dalam satu unit mesin yang bekerja secara bersamaan dan kontinyu sangat penting sebagai alternatif teknologi tepat guna pengolahan kelapa.

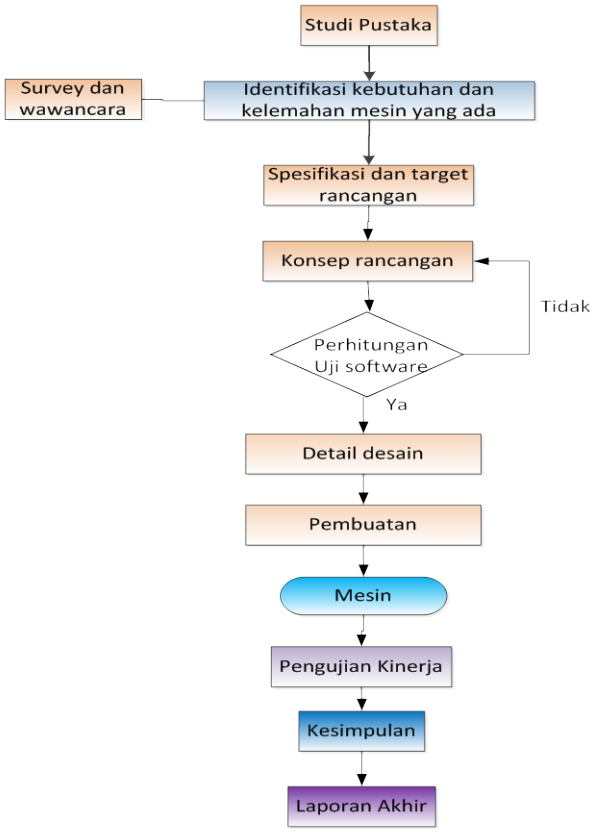
Tujuan dari konsep rancang bangun ini adalah merancang bangun suatu prototype mesin pemarut dan pemeras santan dalam satu unit mesin. Pengujian prototipe dan analisis kelayakan teknis dan ekonomi dilakukan untuk menguji performa dan kelayakan operasi mesin. Hasil dari penelitian ini nantinya akan dapat diterapkan kepada masyarakat dalam proses pemerasan santan, khususnya untuk industry kecil makanan dan minuman.

II. METODOLOGI

Studi ini dilakukan secara faktual dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Studi pustaka dengan mempelajari literatur yang relevan dan survey serta wawancara dengan pengguna mesin.
2. Identifikasi kebutuhan pengguna serta identifikasi kelemahan-kelemahan mesin yang sudah ada di lapangan.
3. Pembuatan tabel identifikasi kebutuhan dan alternatif pemecahan dalam bentuk penyususnan konsep-konsep mesin.
4. Pengujian konsep terpilih baik menngunakan perhitungan dan analisis sofware.
5. Pembuatan dan pengujian produk

Keseluruhan pelaksanaan kegiatan studi dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Flow chart kegiatan studi konsep rancang bangun mesin pemarut dan pemeras santan kelapa

III. DESAIN DAN ANALISIS

1. Perencanaan dan Pengembangan Desain Mesin

Berdasarkan hasil survey dan interview dengan pengguna mesin pemarut dan pemeras kelapa, maka kebutuhan mesin yaitu sebagai berikut:

Tabel.1 identifikasi kebutuhan perancangan mesin

NO	KEBUTUHAN	KEPENTINGAN (Bobot)
1	Lebih Efektif dalam penggunaan waktu	5
2	Membuat parutan kelapa siap pakai	3
3	Terobosan baru dalam bidang pertanian	4
4	Tidak membutuhkan ruang lingkup yang besar	3
5	Meningkatkan hasil produksi	5
6	Meminimalkan pengeluaran	2
7	Menghasilkan santan siap pakai yang praktis	3
8	Memaksimalkan pendapatan	4
9	Memenuhi kebutuhan usaha besar	1
10	Mengurangi beban tenaga para pedagang kecil	3

Sedangkan spesifikasi dan target yaitu sebagai berikut:

Tabel.2 Spesifikasi Rancangan Mesin

Spesifikasi	Unit
Motor	1/2 HP
Dimensi	800mm x 400mm x 600mm
Penghubung	V-belt
Reducer	1:25
Diameter Pemarut	∅100mm x 200mm

Berdasarkan spesifikasi dan target mesin maka disusunlah alternatif-alternatif konsep untuk memecahkan kelemahan-kelemahan mesin dalam suatu rancangan mesin. Mekanisme-mekanisme yang dikembangkan dalam pemilihan konsep mesein seperi ditunjukkan dalam Tabel 1 berikut:

Table 3: Alternatif mekanisme mesin yang akan di rancang

No.	Aspek desain	A	B	C
1	Pemarut			
	a) Bentuk desain	Batang	Tabung/kapsul	1/2 lingkaran
	b) Arah gerakan	Translasi	Berputar searah	Berputar searah
	c) Konstruksi desain	Dapat bongkar pasang	Permanent	
	d) Posisi pemarut	Vertikal	Horizontal	
	e) Bentuk pisau pemarut	Bersudut	Tegak lurus	Menyatu dengan poros
	f) Material	Stainless steel	Alumunium	Steel
2	Pemeras			
	a) Sistem	Sistem ekstruder	Pemerasan langsung	Ulir
	b) Arah gerakan	Berputar CW	Maju mundur	
	c) Posisi pemeras	Vertikal	Horizontal	
	d) Bentuk pemeras	Bersudut	Tegak lurus	Spiral
	e) Material	Stainless Steel	Alumunium	Steel
3	Penggerak			
	a) Jenis motor	Motor listrik	Motor bensin	Manual
	b) Jenis belt	V-belt	Flat belt	

Alternatif
Alternatif 2

Adapun penilaian alternative mekanisme mesin yaitu ditunjukkan dalam Tabel 2 sebagai berikut:

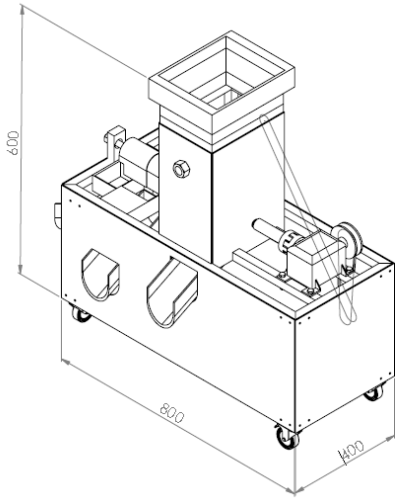
Tabel. 4 Penilaian alternatif konsep mekanisme mesin

No.	Indikator	Bobot (%)	Alternatif	
			1	2
1.	Fungsi	25	4 = 1	4 = 1
2.	Model	20	4 = 0,5	3 = 0,8
3.	Keamanan	20	4 = 0,8	2 = 0,2
4.	Kekuatan	15	3 = 0,75	2 = 0,2
5.	Harga	10	2 = 0,3	2 = 0,8
6.	Berat	10	3 = 0,5	2 = 0,4
	Total	100	3,85	3,4

Nilai :
1. Tidak Penting
2. Biasa
3. Cukup Penting
4. Penting

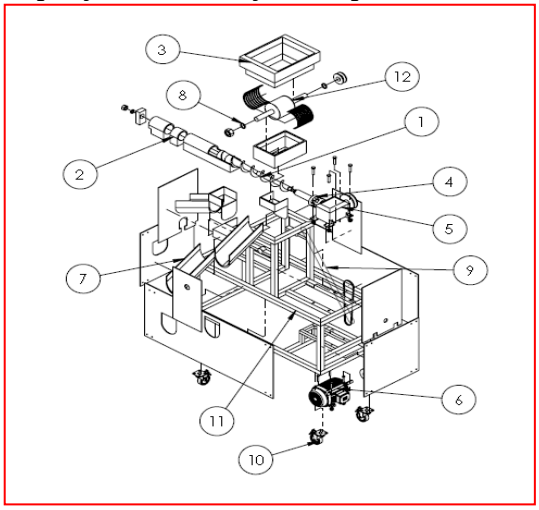
2. Desain Mesin Terpilih

Berdasarkan pemilihan alternatif-alternatif mekanisme mesin, maka rancangan mesin yang terpilih yaitu seperi pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Konsep terpilih unit mesin pemarat dan pemeras santan

Adapun nama-nama komponen penyusun mesin yaitu seperti berikut:



Gambar 3. Dissambly unit mesin pemarat dan pemeras santan beserta nama komponen

Keterangan :

1. Screw
2. Saringan
3. Corong masuk
4. Kopling
5. Speed Reducer
6. Motor Listrik 0,5 HP
7. Corong Santan
8. Bearing
9. V-Belt
10. Roda
11. Rangka
12. Silinder Pemarut

3. Analisis Desain Mesin

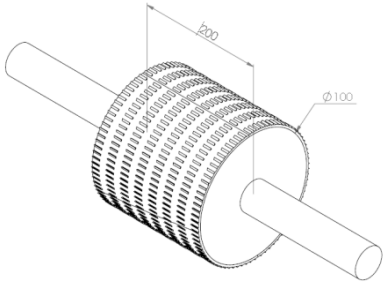
Analisis desain dilakukan untuk memperoleh komponen-komponen yang optimal. Perhitungan dimulai dari perencanaan daya mesin, yaitu gaya pemarut dan gaya pemeras. Gaya pemarut dan pemeras terlebih dahulu dihitung dengan melakukan pengujian yang dilakukan di laboratorium. Pengujian dilakukan dengan menghitung beban maksimal pemarutan dan pemerasan maksimum yang akan dilakukan oleh mesin. Langkah pengujian yaitu dengan menempatkan kelapa pada lat part kemudian dihitung tekanan dan gaya pemarutannya.

Data yang diperoleh diuji kecukupun dan keseragaman data, kemudian dihitung rataan dan deviasi standarnya. Hasil dari pengujian ini diambil nilai maksimum. gaya yang bekerja pada proses pemarutan dan pemerasan maksimum kemudian didistribusikan ke semua elemen-elemen mesin peyusun mesin.

Elemen-elemen utama mesin ini yaitu sebagai berikut:

Elemen Pemarut

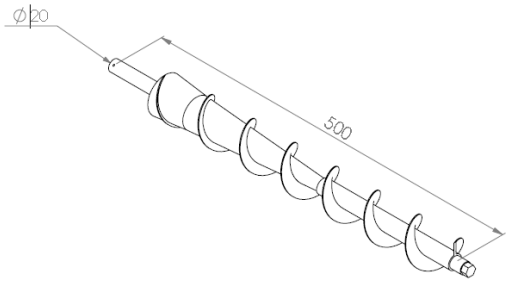
Konsep desain yang terpilih adalah pemarut pelat yang dilengkungkan yang dipasang pada posos silinder yang berputar searah jarum jam yang berfungsi memarut kelapa secara vertikal. Konstruksi ini bisa memudahkan untuk dibongkar pasang yang memudahkan dalam proses perawatan dan pembersihan sisa kelapa parut yang tertinggal (menempel) pada tabung pemarut.



Gambar 3. Komponen Pemarut

Elemen Pemeras

Elemen pemeras yang digunakan adalah sistem ekstruder yang berputar searah jarum jam. Kelapa dari hasil parutan, dapat menjadi santan dengan cara paruta kelapa masuk melalui corong yang dapat buka-tutup. Dan memiliki corong untuk masuk air agar menjadi santan.



Gambar 4. Komponen Pemeras

Elemen Penggerak

Elemen penggerak yang digunakan yaitu motor listrik AC dengan daya 0,5 HP dan putaran 1440 rpm. Motor listrik ini dipilih karena ramah terhadap lingkungan dibandingkan dengan motor bensin ataupun motor diesel.

Elemen Rangka

Rangka di rancang menyesuaikan bentuk 3 komponen utama yaitu komponen pemarut, pemeras dan penggerak,Material rangka yang digunakan yaitu steel.Rangka akan menyangga beban oleh komponen lainnya. Dan juga rangka harus dapat kuat pada saat dipindahkan dari tempat satu ke tempat yang lain.

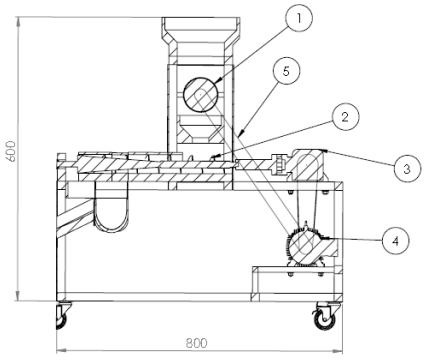
4. Hasil Desain Akhir

Mesin paket pemarut dan pemeras santan ini dimodifikasi dari mesin yang sudah ada sebelumnya agar lebih efisien dan maksimal pada hasilnya,sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen khususnya untuk industry menengah (*home industry*) .

Ukuran ruang pemarutan dibuat menyesuaikan diameter pemarutnya, jarak clearance yang terlalu besar dan telalu kecil dapat mengahambat turunya parutan kelapa ke sekat pemisah. Desain pisau pemarut dibuat agar bisa di lepas dan dipasang sehingga memudahkan para pengguna mengoperasikan.

Posisi screw pemeras di rancang agak lebih rendah untuk memberikan ruang unttuk sekat dan corong keluar parutan kelapa,ukuran ruang pemeras menyesuaikan juga dengan besar screw pemerasnya,untuk mengurangi kecepatan putaran motor listrik ke screw pemeras dan silinder pemarut mesin ini menggunakan speed reducer.Corong input dan output santan maupun parutan kelapa di buat dengan bentuk setengah radius,bertujuan agar mudah di bersihkan.

Mesin ini menggunakan stainless steel untuk bahanya diantarannya ruang pemarut, ruang screw,dan corongnya .stainless steel di pilih karena tahan terhadap korosi.akan tetapi ini dengan menggunakan plat siku untuk pembuatan rangka nya.



NO	NAMA
1	PEMARUT
2	PEMERAS
3	REDUCER
4	MOTOR
5	BELT

Gambar 2. Komponen Utama Mesin Paket Pemarut dan Pemeras Kelapa.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil konsep pengembangan mesin pemarut dan pemeras kelapa, dapat diperoleh simpulan yaitu:

1. Mesin pemarut dan pemeras kelapa yang sebelumnya menggunakan motor listrik dengan daya 2,5 HP, direncanakan mesin generasi selanjutnya ini hanya menggunakan daya motor sebesar 0,5 HP.
2. Penentukan dimensi mesin terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap gaya-gaya yang akan terjadi pada mesin.
3. Untuk menentukan spesifikasi sebuah mesin,di perlukan pengadaan survey akan kebutuhan pelanggan

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Potensi Kelapa di Jawa Barat, http://regionalinvestment.bkpm.go.id/ ewsipid/id/commodityarea.php?ic=53&ia=32, acces: 12 Maret 2013
[2] Palungkun (1992)
[3] Sudarya (2002)
[4] Kraige J.L. Meriam L.G. 1987.Mekanika Teknik Statistika. Jakarta; Erlangga

Konsep Rancang Bangun Mesin Pengiris Pisang

Johan Nakawara [1]; Ahmad Nur [1]; Isa Taufiq [1]; Rian Tiarna [1]; R. Sugeng Mulyono.[2]
1. Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta,
2. Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
nakawarajohan@yahoo.com

Abstrak

Studi ini adalah tentang konsep rancang bangun mesin pengiris pisang untuk mengoptimalkan produktivitas *home industry* kripik pisang. Studi dimulai dengan mempelajari proses pembuatan kripik pisang pada industri rumahan. Proses pengirisan pisang cukup menyita waktu. Hal ini dikarenakan pengirisan pisang masih menggunakan cara manual yaitu dengan bantuan alat pengiris biasa. *Waktu* yang dibutuhkan untuk mengiris *pisang* dengan pengiris *manual* yang ketebalannya ± 2 mm adalah ± 8 kg/jam.

Cara kerja mesin pengiris pisang ini adalah dengan memanfaatkan gerakan rotasi dari cakram yang dihubungkan dengan motor listrik DC dengan spesifikasi ¼ HP, 220 V *single phase*. Permukaan cakram dilengkapi dengan tiga mata pisau pengiris. Ketiga mata pisau dapat mengiris secara bersamaan sehingga menghemat waktu pengirisan.

Dengan menggunakan mesin ini, diharapkan pengirisan pisang dapat ditingkatkan menjadi 60 kg/jam atau 4 tandan/jam, (satu tandan pisang raja berisi ± 100 buah pisang) dan (berat satu tandan pisang ± 10 kg). Selain itu, hasil irisan pisang menjadi lebih higienis karena tidak lagi menggunakan tangan.

Kata kunci: mesin pengiris pisang, kapasitas produksi, pisau pengiris

Abstract

This study is about the design concept of banana slicing machine home industry to optimize productivity of banana chips. The study begins with learning the process of making banana chips at home industry. Process is quite time-consuming slicing bananas. This is because the slicing bananas still use manual is to help ordinary slicer. The time required for manual slicer slicing bananas with a ± 2 mm thickness was ± 8 kg / hour.

The workings of this banana slicing machine is by utilizing the rotational motion of the disc is connected to a DC electric motor with specifications ¼ HP, 220 V single phase. Surface of the disc comes with a three blade slicer. The third blade can slice simultaneously thus saving time slicing.

By using this machine, slicing bananas is expected to be increased to 60 kg / hour or 4 bunches / hour, (one bunch of plantain bananas contain ± 100) and (weight of the bunches of bananas ± 10 kg). In addition, the results become more hygienic banana slices because it no longer uses the hand.

Keywords: banana slicing machine, production capacity, blade slicer

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Penggunaan alat pengiris manual membuat waktu produksi kripik pisang kurang efisien. Selain itu, proses pengirisan manual yang banyak tersentuh tangan membuat hasil irisan pisang kurang higienis. Berdasarkan wawancara dengan salah satu pemilik home industry kripik pisang di Kecamatan Kroya, Kabupaten Cilacap, untuk menghasilkan 15 kg irisan pisang/hari setidaknya membutuhkan dua tenaga kerja. Sehingga untuk meningkatkan kapasitas produksi kripik pisang sangat bergantung pada penambahan tenaga kerja yang tentu saja akan menambah biaya operasional.

Berdasarkan penjelasan di atas, studi ini adalah rancang bangun mesin pengiris pisang untuk mengoptimalkan kapasitas produksi kripik pisang yakni dengan menempatkan pisau iris pada posisi horizontal sehingga dapat dilakukan pengirisan beberapa buah pisang sekaligus. Selain itu, bentuk irisan pisang dapat diatur memanjang maupun membulat dengan yaitu dengan cara mengatur posisi pisang pada tatakannya.

Berdasarkan pengkajian terhadap mesin-mesin pengiris pisang yang sudah ada, belum ada mesin sejenis yang dapat mengiris pisang beberapa buah sekaligus dengan bentuk irisan yang dapat diatur memanjang maupun membulat. Untuk itulah maka dalam studi ini rancang bangun pengiris pisang

yang diharapkan dapat memproses beberapa pisang sekaligus dan bentuk irisan dapat diatur memanjang maupun membulat. (Sutanto, Agus and Sunardi Tjandra, 2008: 32)

Untuk membuat mesin yang memiliki performa yang baik diperlukan tahapan observasi sebagai berikut:

1. Mengukur rata-rata panjang, lebar, dan tebal pisang dari berbagai varietas.
2. Menghitung waktu yang diperlukan saat pengirisan manual sebagai pembanding.
3. Mendesain mesin yang ergonomis dan sesuai dengan kebutuhan.
4. Analisis teknik pada komponen kritis.
5. Menentukan material mesin yang paling sesuai.
6. Membuat *prototype* untuk mengetahui performansi dari rancangan desain.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN KONSEP DESAIN

1. Karakteristik dimensi bahan pisang

Karakteristik berbagai jenis pisang sebagai bahan baku kripik pisang.

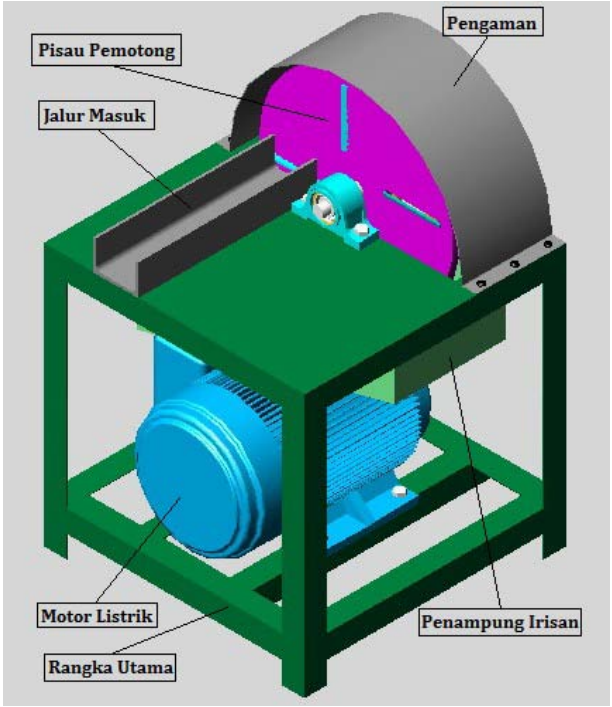
Table 1: Hasil rata-rata pengambilan sampel pisang

No	Jenis Pisang	Massa [gr]	Panjang [mm]	Diameter [mm]
1	Kepok	55	130	40
2	Ambon	50	150	35
3	Nangka	70	200	40
4	Raja	90	200	35

2. Target waktu mesin pengiris pisang dibandingkan dengan pengiris manual

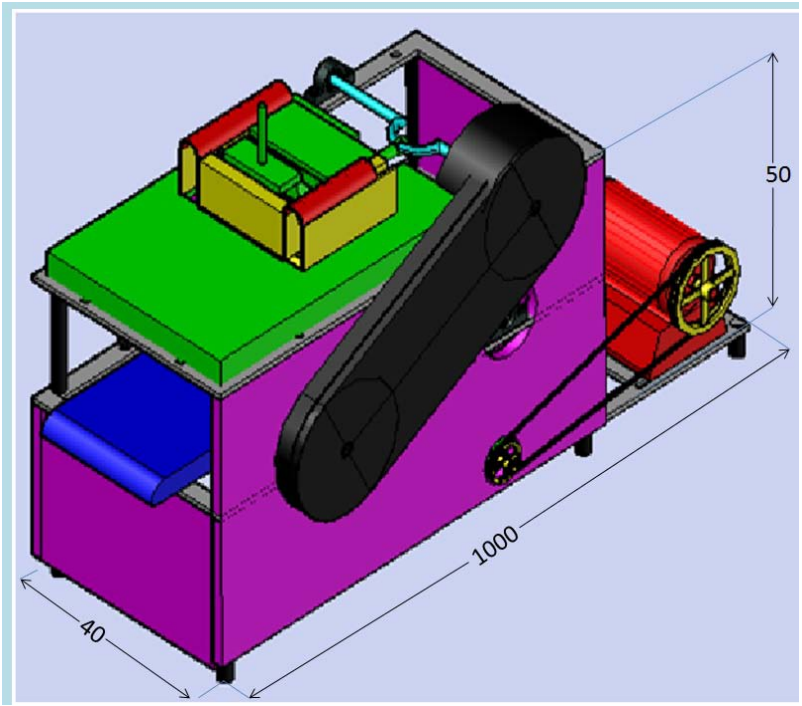
Target waktu yang hendak dicapai adalah 60 kg/jam atau 4 tandan/jam dengan menggunakan mesin pengiris pisang. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk mengiris pisang dengan pisau secara manual yang ketebalannya ± 2 mm adalah ± 8 kg/jam, tergantung dari keterampilan operatornya.

3. Konsep sketsa desain mesin



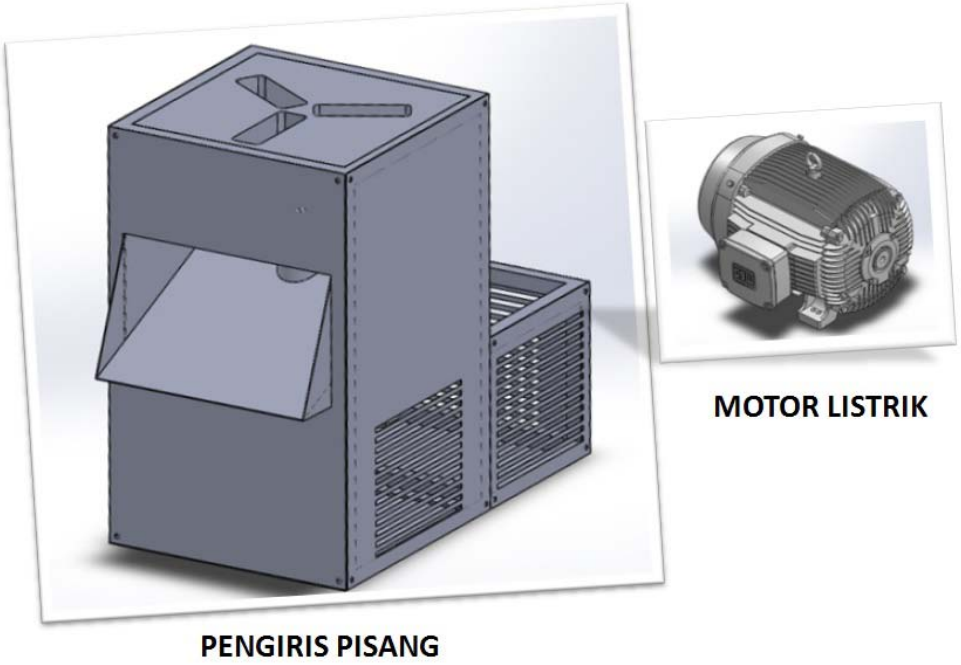
Gambar 1: Alternatif desain I

Keterangan:
1. Dimensi : p x l x t = 50 x 50 x 70 [cm]
2. Diameter piringan pisau pemotong = 40 [cm]
3. Panjang pisau pemotong = 15 [cm]
4. Penampung irisan = 25 x 40 x 20 [cm]
5. Jalur masuk : p x l x t = 30 x 6 x 5 [cm]
6. Daya motor listrik = ¼ HP



Gambar 2: Alternatif desain II

Keterangan:
1. Dimensi : p x l x t = 100 x 40 x 50 [cm]
2. Diameter piringan pisau pemotong = 30 [cm]
3. Panjang pisau pemotong = 15 [cm]
4. Penampung irisan = 40 x 25 x 25 [cm]
5. Jalur masuk : p x l x t = 30 x 6 x 5 [cm]
6. Penggerak : motor bensin
7. Transmisi : Belt-pully



Gambar 3: Alternatif desain III

Keterangan:
1. Dimensi : p x l x t = 80 x 50 x 800 [cm]
2. Diameter piringan pisau pemotong = 40 [cm]
3. Panjang pisau pemotong = 15 [cm]
4. Penampung irisan = 25 x 40 x 20 [cm]
5. Jalur masuk : p x l x t = 30 x 6 x 5 [cm]
6. Daya motor listrik = ¼ HP

Kami memilih desain III sebagai prototipe karena secara bentuk lebih simpel dan kapasitas lebih banyak cocok digunakan dalam home industry.

4. Analisis desain alternatif III

Berdasarkan analisis teknik yang sudah dilakukan sebelumnya, dapat diketahui bahwa daya motor yang dibutuhkan pada Mesin Pengiris Pisang ini sebesar 0,038 kW. Oleh karena itu digunakan motor yang mudah diperoleh di pasaran, dengan spesifikasi: supply tegangan 230 VAC, daya 0,25 HP dan putaran 1400 rpm. Hasil analisis teknik dari Mesin Pengiris Pisang secara lengkap dapat dilihat pada tabel.

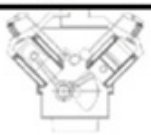
Table 2: Analisis teknik mesin pengiris pisang

Fitur	Spesifikasi
Motor Penggerak	Motor 230VAC / 0,25 HP / 1400 rpm
Mekanisme pisau	Berbentuk piringan dengan tiga mata pisau. Berputar secara horizontal
Sistem Transmisi	Belt-Pulley; V-belt tipe A no. 65 Diameter *pulley* motor = 70 mm Diameter *pulley* poros piring berputar = 260 mm

5. Konsep Pemilihan Material

Pemilihan material tidak hanya berdasarkan hasil analisis teknik, tetapi juga harus memperhatikan beberapa faktor, antara lain: mudah diperoleh di pasaran, murah, ramah lingkungan, dan mudah dimanufaktur.

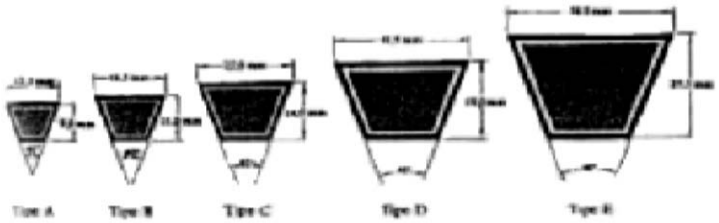
Table 3: Konsep Desain Komponen

No.	Sub Komponen	Varian yang mungkin		
		1	2	3
1.	Profil rangka mesin	 (pipa)	 profil L	 Profil U
2.	Penggerak	 (Motor bensin)	 (Motor listrik)	
3.	Sistem transmisi	 Rantai	 (*Pulley* dan *V-belt*)	
4	Sistem Putaran Pisau	 (Pisau Berputar Vertikal)	 (Pisau Berputar Horizontal)	
5	Penahan poros	 *circlips*	 *Bearing*	
6	Pisau	 Pisau kotak dengan alur ditengah	 Pisau kotak dengan lubang	

Beberapa jenis komponen yang akan digunakan pada mesin ini antara lain:

1. Kerangka Utama : Baja Profil L
2. Penggerak : Motor listrik
3. Sistem transmisi : *Pulley* dan *V-belt*
4. Pisau : Pisau cakram horizontal
5. Penahan poros : *Bearing*
6. Pisau : Pisau *stainless steel* persegi panjang

Adapun bentuk konstruksi macam-macam penampang sabuk-V yang umum dipakai terlihat pada gambar berikut



Gambar 4: Penampang v-belt
(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002: 164)

Pemilihan penampang sabuk-V yang cocok ditentukan atas dasar daya rencana dan putaran poros penggerak. Daya rencananya sendiri dapat diketahui dengan mengalihkan daya yang akan diteruskan dengan faktor koreksi yang ada. Lazimnya sabuk tipe-V dinyatakan panjang kelilingnya dalam ukuran inchi. Jarak antar sumbu poros harus sebesar 1,5 sampai dua kali diameter puli besar (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:166).

Perhitungan yang digunakan dalam perencanaan sabuk-V antara lain:

a. Daya rencana $(P_d) = f_c \times P$ ..... (1)
   (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:7)
   Dengan: fc = Faktor koreksi
   P = Daya (kW)

b. Momen Rencana $T = 9{,}74x10^5 x\ P_d/n_1$ ..... (2)
   (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:7)
   Dimana: T = Momen rencana (kg.mm)
   n_1 = putaran poros yang digerakkan
c. Penampang sabuk V: tipe A
d. Kecepatan sabuk V

$$V = \frac{\pi . d_p . n_p}{60 \times 1000} \quad \text{..... (3)}$$

   (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:166)

Keterangan:
d_p = Diameter puli penggerak (mm)
D_p = Diameter puli yang digerakkan (mm)
n_p = Putaran motor (rpm)
v = Kecepatan sabuk (m/s)

6. Torsi dan Daya

Torsi yang dibutuhkan

$$F_1 = \frac{50}{100} \text{ x } 6 = 3$$

$$F_2 = \frac{70}{600} \text{ x } 3 = 0{,}35$$

$$T = F_2 \,.\, R$$

$$T = 0{,}35 \text{ kg x } 15 \text{ mm}$$

$$T = 5{,}25 \text{ kg.mm}$$

Daya yang dibutuhkan

$$P = \frac{T.n}{72585{,}1}$$

$$P = \frac{5{,}25.1400}{72585{,}1}$$

$$P = \frac{7350}{72585{,}1}$$

$$P = 0{,}1 \text{ Hp}$$

7. Motor

Dengan pertimbangan kinerja mesin agar berfungsi dengan maksimal dan ketersediaan motor listrik di pasaran, maka motor yang digunakan adalah motor dengan daya ¼ Hp.
Spesifikasi motor listrik yang digunakan:

a. P = ¼ Hp
b. N = 1400 rpm
c. Tegangan = 110/220V

8. Diameter poros

$$d_s \geq \left[\left(\frac{5,1}{\tau g}\right)\sqrt{(K_M.M)^2 + (K_t.T)^2}\right]^{1/3}$$

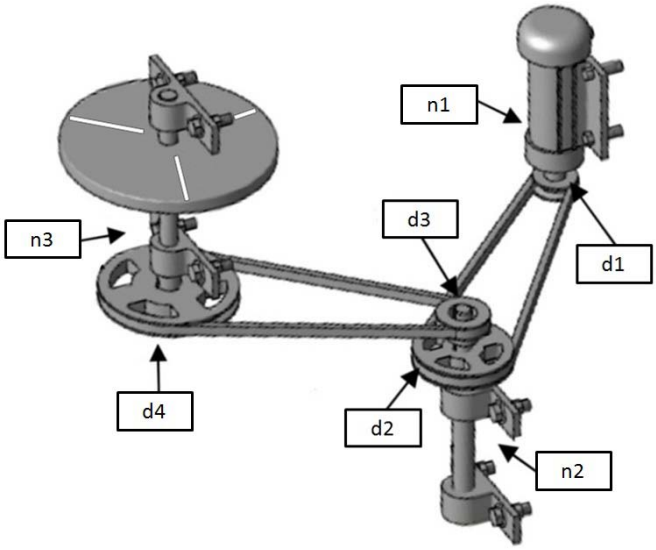
$$d_s \geq \left[\left(\frac{5,1}{2,78}\right)\sqrt{(3.295,5)^2 + (3.1216,526)^2}\right]^{1/3}$$

$$d_s \geq 22,96 \text{ mm}$$

Kebutuhan diameter minimal poros ≥ 22,96 mm aman digunakan.
Poros yang digunakan pada mesin 26,2 mm.

9. Pully dan Sabuk V (V-belt)

Transmisi sabuk-V digunakan untuk mereduksi putaran dari n_1 = 1400 rpm menjadi n_2 = 180 rpm. Mesin perajang singkong mempunyai variasi beban besar dan diperkirakan mesin bekerja selama 3-5 jam setiap hari, sehingga waktu koreksinya yaitu 1,5 **(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:165).**



Gambar 5: Rangkaian sistem transmisi v-belt

Diketahui :
n_1 = 1400 rpm
d_1 = 60 mm d_3 = 60 mm
d_2 = 140 mm d_4 = 200 mm
Rumus:
$n_1 . d_1 . = n_2 . d_2$ ..... (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2002:166)

$$n_2 = n_1 \cdot \frac{d_1}{d_2} \qquad n_3 = n_2 \cdot \frac{d_3}{d_4}$$

$$= 1400 \text{ rpm} \cdot \frac{60\ mm}{140\ mm} \qquad = 600 \text{ rpm} \cdot \frac{60\ mm}{200\ mm}$$

$$= 600 \text{ rpm} \quad .....(1) \qquad = 180 \text{ rpm}$$

Keterangan :
n_1 = Putaran awal d_2 = Diameter puli 2
n_3 = Putaran akhir d_3 = Diameter puli 3
d_1 = Diameter puli 1 d_4 = Diameter puli 4

10. Pembuatan *prototype* mesin pengiris pisang

Berdasarkan hasil perancangan yang sudah dilakukan, selanjutnya adalah pembuatan *prototype* mesin pengiris pisang. Melalui *prototype* ini, kita dapat mengetahui performansi dan mekanisme dari mesin, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan di awal. Selain itu juga dapat diketahui kelemahan-kelemahan yang masih harus diperbaiki, sehingga dapat diperoleh mesin dengan kualitas yang baik.

Dalam pembuatan prototype, mungkin akan banyak ditemui input-input tambahan sebagai informasi yang dapat dimasukkan ke dalam mekanisme sistemnya. Selain itu tujuan dari pembuatan prototype adalah untuk menekan biaya *trial and error*.

Berikut proses manufaktur yang akan kami gunakan pada masing-masing komponen.

Sambungan Rangka : dilas
Resize Lubang pully : dibubut
Cover : dipotong dan di bor
Pisau potong : Dibaut dengan cakram putar
Cakram putar : Casting aluminium / plat stainless steel

11. Pengujian Mesin Pengiris Pisang

Langkah-langkah yang akan dilakukan saat uji coba pada prototype mesin pengiris pisang ini adalah:

1. Menyediakan bahan berupa pisang mentah yang telah dikupas kulitnya sebanyak 1 kg. Pisang yang digunakan sebagai bahan baku keripik pisang adalah pisang yang masih agak keras.
2. Menyiapkan tempat penampungan untuk hasil potongan pisang.
3. Mengatur posisi pisau pada piring berputar, agar tebal irisan pisang sesuai dengan yang diinginkan.
4. Menyalakan mesin, kemudian memasukkan pisang ke tatakan pada mesin.
5. Lama loading dan proses pengirisan yang terjadi diukur dengan menggunakan stop watch.

III. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

1. Proses pengirisan pisang menggunakan mesin pengiris jauh lebih higienis dibandingkan dengan cara manual.
2. Reduksi daya dibutuhkan untuk menambah lifetime komponen-komponen serta memperhitungkan waktu loading (pengisian pisang).
3. Perhitungan yang matang sangat dibutuhkan agar menghasilkan performansi yang baik.
4. Selain aspek durabilitas, pemilihan material mempertimbangkan aspek harga agar dapat dijangkau oleh industri kecil.

2. SARAN

1. Merancang mesin untuk produksi kuliner perlu memperhatikan aspek kesehatan, yakni dengan memilih material yang tahan karat serta aman ketika bersentuhan dengan bahan makanan.
2. Bagian kaki mesin lebih baik dipasang roda yang dapat dibongkar pasang untuk mempermudah proses pemindahan tempat mesin.
3. *Cover* mesin dibuat agar mudah dibongkar pasang sehingga memudahkan untuk mengganti komponen-komponen yang rusak.

IV. DAFTAR PUSTAKA

[1] Sutanto, Agus and Sunardi Tjandra, , “Perancangan mesin pengiris pisang untuk home industry”, 32-37, Surabaya; 2008.
[2] Beer, Ferdinand P, Johnston, E. Russell Jr., , “Mekanika Teknik Untuk Insinyur” , Erlangga, Jakarta; 2001.
[3] Sularso ; Suga, Kiyokatsu, “Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin”, Pradnya Paramita, Jakarta; 2002.

Optimasi Kualitas Geometrik Unjuk Kerja Mesin Gerinda Silindris Tipe HTG 610

Rudi Edial
Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
rudiedial@yahoo.com

Abstrak

Tulisan ini adalah tentang hasil pengerjaan benda kerja dengan mesin gerinda silindris tipe HTG 610. Mesin jenis ini termasuk mesin yang sangat teliti karena ketelitiannya dapat mencapai 0,001 mm (1μm), tetapi seiring berjalannya waktu ketelitiannya dapat berubah dikarenakan komponen yang bergesekan disebabkan berat batu gerinda dan beban saat mesin bekerja mengakibatkan keausan terutama pada bantalan, sehingga hasilnya pada penggerindaan silinder diameter ujung yang dicekam oleh *workhead* dengan ujung yang dicekam oleh *tailstock* tidak sama yaitu selisihnya 0,005 milimeter, demikian pula dengan tingkat kebulatannya.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, penelitian ini menjawab bagaimana meningkatkan unjuk kerja mesin gerinda silindris dengan variasi parameter yaitu: *depth of cut*, *cutting speed* dan *feeding*.

Pada penelitian ini dilakukan indentifikasi masalah yang dilaksanakan di bengkel mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dokumentasi historis mesin gerinda silinder, selanjutnya mengumpulkan data mesin tersebut sesuai standar, membuat benda uji dengan variasi parameternya, kemudian dilakukan pengolahan data sehingga didapat parameter terbaik dengan hasil yang diperoleh kualitas geometrik mesin gerinda silindris selisihnya menjadi 0,002 mm, yaitu pada *depth of cut* = 0,003 mm, *cutting speed* = 2,25 m/menit dan *feeding* = 200 rpm, sedangkan kebulatan adalah 6,6 μm.

Kata Kunci: gerinda silinder, kualitas geometrik, kebulatan, silindrisitas.

Abstract

One of the widely used machines for the final working of the metal component is cylinder grinding machine. Tthis type of Machines was the most accurate, which could reach 0.001 mm (1μm). However , by the time of occupying, the accuracy would change for grinding a cylindris which is gripped by workhead at the side and tailstock at other side. The accuracy of both side differs about 0.005 mm, so the workpiece can be said as tapered.

By the background, this study answer how to improve the performance of cylindrical grinding machine by geometric quality testing based on ISO standards.

This study was began by identifying the problems of the cylindrical grinding machine at Politeknik Negeri Jakarta workshop and it's historical documentation. Further more, doing literatur study to collect machining data and also geometric quality based on ISO standards, making speciments with various parameters, and then processing the data to obtain the best parameter and geometric quality performance of cylindricl grinding machine; 0.002 mm in difference while 0.003 mm in depth of cut, 2.25 m/min in cutting speed, 200 rpm in feeding and 6.6 μm in roundness.

Keywords: cilindyical grinding, geometric quality, roundness, cilindricity

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Kebulatan dan kesejajaran benda kerja merupakan bentuk kualitas yang paling penting dalam banyak produk mekanik. Dampak dari tiga faktor, yaitu kedalaman potong, (*depth of cut*), asutan (*feeding*) dan kecepatan potong (*cutting speed*) digambarkan dalam hasil kerja mesin tentang kesejajaran silinder, kebulatan dan kekasaran permukaan. Karena ketepatan dimensi diperoleh dengan menggerinda, pembuatan komponen yang mampu tukar telah menjadi hal yang biasa di sebagian besar industri.

Salah satu mesin yang ada dan digunakan untuk membuat komponen adalah mesin gerinda silindris tipe HTG 610 yang sampai saat ini masih digunakan baik pelatihan maupun untuk produksi. Mesin tipe HTG 610 termasuk mesin yang teliti karena ketelitian yang dapat dicapai sebesar 0,001 millimeter atau 1 mikrometer

Pada prakteknya di lapangan penggunaan mesin gerinda masih banyak yang tidak memenuhi harapan dari operatornya dikarenakan oleh kualitas geometriknya tidak memenuhi kriteria, silindrisitas yang tidak memenuhi kriteria dan kebulatan yang tidak memenuhi kriteria. Kedua hal

yang tidak memenuhi kriteria seperti apa pada akhirnya akan menyulitkan fabrikasi dari *part* atau komponen yang akan dirakit (*assembling*).
Pada penggerindaan silinder, masalah yang ditemui adalah diameter ujung yang dicekam pada *workhead* dengan ujung yang dicekam pada *tailstock* tidak sama atau selisih 0,005 milimeter, sehingga produk tersebut dikatakan tidak silindris.

II. EKSPERIMEN

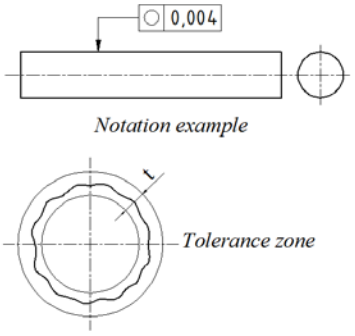
Studi ini dilakukan secara eksperimental dengan langkah-langkah sebagai berikut:
1. Mengukur kondisi mesin gerinda.
2. Mengatur kelurusan meja kerja mesin gerinda.
3. Menggerinda benda uji yang sudah disiapkan dengan dibubut.
4. Mengukur benda uji dengan menggunakan mesin *roundness test*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Derajat tingkat ketelitian pengerjaan mesin, di samping tergantung pada mesin itu sendiri, juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti :
1. Jenis batu gerinda dan kondisi nya.
2. Peralatan/mesin yang dimiliki
3. Kecepatan potong, dan pemakanan.
4. Material benda kerja .
5. Bentuk, kekakuan dan ukuran benda kerja.
6. Pencekaman benda kerja.
7. Keterampilan operator.

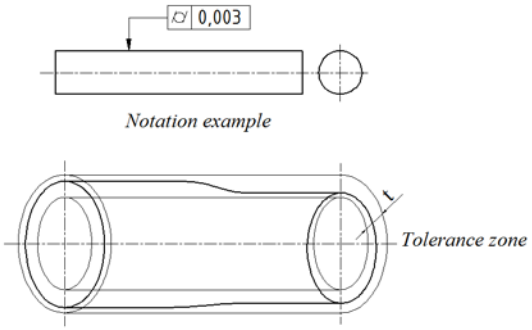
Oleh karena itu, tidak ada jaminan untuk memperoleh tingkat akurasi yang benar dalam pembuatan benda kerja, tetapi yang dijamin hanyalah mesin dalam kondisi yang baik dan memenuhi toleransi yang ditetapkan oleh pabrik. [1]
Batu gerinda yang digunakan adalah oksida aluminium yaitu KINIK dengan kode WA 80 JV karena dapat digunakan pada bahan yang kekuatan tariknya tinggi, adapun arti dari penandaan diatas adalah sebagai berikut:
W = Jenis batu gerinda yaitu bentuk lurus (straight wheel)
A = Jenis bahan batu gerinda yaitu aluminium oxside.
80 = Ukuran butiran batu gerinda yaitu sedang.
J = Tingkat kekerasan batu gerinda yaitu sedang.
V = Jenis bahan pengikat yaitu keramik. [3]

Adapun Toleransi geometrik yang diukur adalah kebulatan dan kesilindrisan:
1. Kebulatan poros boleh menyimpang didalam daerah toleransi yaitu antara dua lingkaran yang sesumbu dan berjarak t = 0,004 mm. [2]



Gambar 1. Toleransi geometrik untuk kebulatan

2. Kesilindrisan poros boleh menyimpang didalam daerah silindris yaitu antara dua lingkaran yang sesumbu dan berjarak t = 0,003 mm.[2]

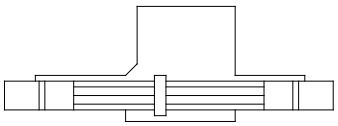
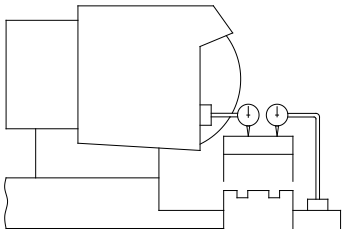
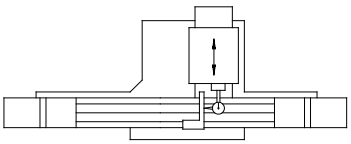


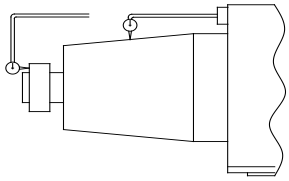
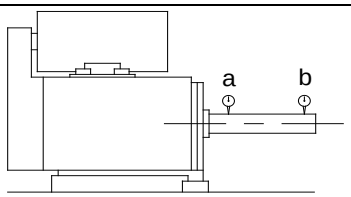
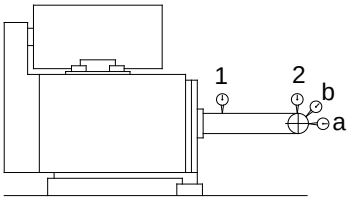
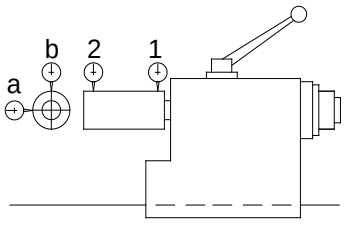
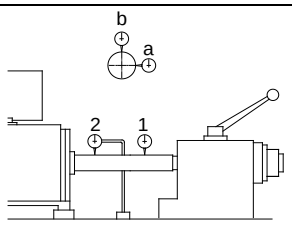
Gambar 2. Toleransi geometrik untuk kesilindrisan

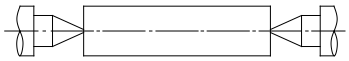
1. Hasil pengukuran kondisi mesin gerinda silindris.

Mengukur kondisi mesin ini bertujuan untuk mengetahui bahwa mesin yang digunakan masih berada pada batas toleransi yang diizinkan, alat yang digunakan adalah: dial indikator dan magnit stand, test bar siku, test bar lurus, spirit level.

Tabel 1: Pemeriksaan toleransi standar pabrik pembuat mesin TSCHUDIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	LEMBAR PEMERIKSAAN MESIN		
	JENIS MESIN: GERINDA SILINDER HTG 610		
GAMBAR	Bagian yang diperiksa	Toleransi	Hasil pengukuran
	1. LEVELING MESIN - Kearah memanjang diukur sepanjang 1000 mm. - Kearah melintang diukur sepanjang 1000 mm. Alat Ukur: Water Pas	0.015 0.015	0.010 0.010
	2. KESEJAJARAN THDP DUDUKAN. - Kearah memanjang meja digeser sepanjang 1000 mm. - Kearah melintang Kepala utama digeser 150 mm.	0.015 0.015	0.012 0.010
	3. KESIKUAN MEJA DENGAN GERAKAN MELINTANG. - Pasang blok siku di atas meja ukur dg dial Indikator kerah melintang sepanjang 150 mm.	0.008	0.008

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	LEMBAR PEMERIKSAAN MESIN		
	JENIS MESIN: GERINDA SILINDER HTG 610		
GAMBAR	Bagian yang diperiksa	Toleransi	Hasil pengukuran
	4. SPINDEL RODA GERINDA. - Kesumbuan putaran poros pemegang roda gerinda. - Kelonggaran poros Kearah aksial.	 0.002 0.012	 0.002 0.012
	5. KESUMBUAN PU-TARAN SPINDEL - Pasang Test Bar pada spindel dan di putar. a. Pada jarak 30 mm. b. Pada jarak 300 mm.	 0.002 0.010	 0.002 0.008
	6. KESEJAJARAN SUMBU SPINDEL BENDA KERJA TER HADAP GERAKAN MEMANJANG. - Pada posisi a, sepanjang 30 mm. - Pada posisi b, sepanjang 300 mm.	 0.008 0.010	 0.005 0.010
	7. KESEJAJARAN POROS *TAILSTOCK* THDP MEJA. - Pasang Test Bar pd Tailstock. - Periksa pd posisi a sepanjang 100 mm. - Periksa pd posisi b Sepanjang 100 mm.	 0.005 0.005	 0.005 0.005
	8. POSISI SPINDEL BENDA KERJA DAN TAILSTOCK. - Sama posisinya pada a dan b. - Sama tingginya pada 1 dan 2.	 0.020 0.008	 0.020 0.005

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	LEMBAR PEMERIKSAAN MESIN		
	JENIS MESIN: GERINDA SILINDER HTG 610		
GAMBAR	Bagian yang diperiksa	Toleransi	Hasil pengukuran
	9. KETEPATAN PEMA-KANAN. - Pasang benda kerja dan digerinda sampai rata. a. Kesilindrisan pada panjang 500 mm. b. Kesilindrisan pada panjang 800 mm.	 0.002 0.003	 0.002

Berdasarkan hasil pemeriksaan mesin dapat dilihat bahwa mesin gerinda silinder tipe HTG 610 masih layak digunakan untuk produksi, karena dari hasil pengukuran masih berada pada batas toleransi yang diizinkan walaupun ada beberapa pengukuran yang berada pada batas maksimum toleransi.

2. Mengatur kelurusan meja kerja mesin Gerinda Silinder.

Karena *Tailstock* selalu dilepas pada saat selesai menggunakan mesin ini, maka sebelum perbuatan benda kerja, terlebih dahulu harus dilakukan penyetelan meja gerinda dengan tujuan agar diameter sisi kiri pada *workhead* sama dengan diameter sisi kanan pada *tailstock* yaitu dengan cara mengukur diameter sisi kiri dan diameter sisi kanan dan apabila terjadi selisih angka maka perhitungan pergeseran meja mesin dapat dilihat pada tabel.

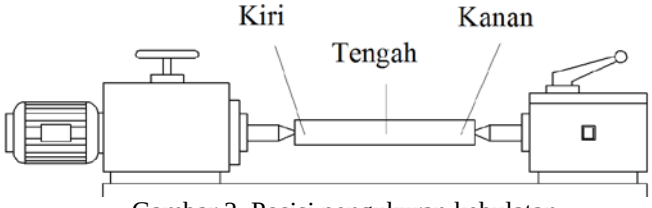
Selisih yang didapat hasil pengukuran benda kerja adalah 0,013 mm, maka dapat diurai menjadi 0,01 + 0,003 = 0,013 mm, dari tabel didapat untuk 0,01 dengan panjang 160 mm = 0,021 mm, sedangkan untuk 0,003 dengan panjang 160 mm dari tabel didapat = 0,065/10 = 0,0065 dibulatkan = 0,007 mm. Maka besarnya pergeseran meja mesin adalah 0,021 mm + 0,007 mm = 0,028 mm. Untuk menggeser meja mesin agar lurus harus disiapkan dial indikator dan kunci L ukuran 12 mm.

Karena diameter poros yang sebelah kanan yang lebih besar maka meja harus digeser kearah dalam sebesar 0,028 mm dan yang sebelah kiri akan tertatik keluar sebesar 0,028 juga.

Langkah pertama adalah menempatkan dial indikator pada rangka mesin kemudian sentuhkan ujung detektor dial indikator kemeja mesin dan set jarum dial indikator keangka nol, setelah itu kendur baut pengikat meja kiri dan kanan dengan menggunakan kunci L, dilanjutkan dengan memutar penyetel meja sehingga jarum mikrometer bergerak berlawanan arah jarum jam dan sampai menunjukan angka 0,028 mm, kemudian kencangkan kembali baut pengikat meja.

3. Hasil pengukuran kebulatan

Pengukuran kebulatan ini menggunakan mesin roundness test dengan jumlah benda uji 5 piece dan setiap benda diukur tiga titik yaitu pada ujung kiri, tengah dan ujung kanan.



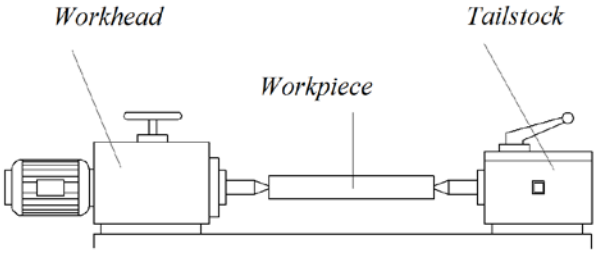
Gambar 2. Posisi pengukuran kebulatan

Tabel 2: Hasil pengukuran kualitas kebulatan

No	Rata2 Roundness (µm)	*Depth Of Cut* (mm)	*Feeding* (m/mnt)	N (rpm)	Panjang Benda (mm)
1	8,78	0,005	3,00 m/mnt	300	160 mm
2	12,6	0,005	2,25 m/mnt	250	160 mm
3	15,2	0,008	2,25 m/mnt	250	160 mm
4	8,1	0,003	2,25 m/mnt	250	160 mm
5	6,6	0,003	2,25 m/mnt	200	160 mm

4. Hasil pengukuran silindrisitas

Pengukuran silindrisitas menggunakan dial indikator dengan jumlah benda uji 5 *piece* dan setiap benda diukur dua titik yaitu pada posisi *workhead* dan *tailstock.*

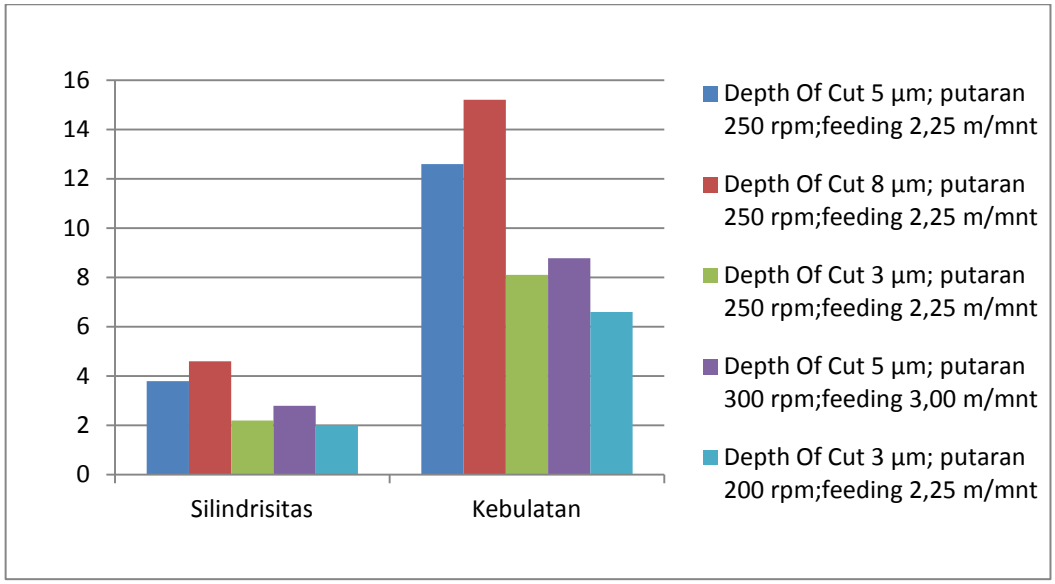


Gambar 2. Posisi pengukuran silindrisitas

Tabel 3: Hasil pengukuran kualitas silindrilitas

NO	Rata2 Selisih (µm)	*Depth of Cut* (mm)	*Feeding* m/menit	N (rpm)	Panjang Benda Kerja
1	2,8	0,005	3m/menit	300	160 mm
2	3,8	0,005	2,25m/mnt	250	160 mm
3	4,6	0,008	2,25m/mnt	250	160 mm
4	2,2	0,003	2,25m/mnt	250	160 mm
5	2,0	0,003	2,25m/mnt	200	160 mm

Akibat dari gerakan spindle batu gerinda yang berada batas toleransi maksimum yang diizinkan maka benda kerjapun terjadi penyimpangan yaitu pada kebulatan yaitu 6,6 µm . Sedangkan untuk kesejajaran poros *tailstock* terhadap gerakan meja juga pada batas maksimum yang diizinkan dan ini akan mempengaruhi silindrisitas benda kerja, sehingga untuk mengembalikan keakuratan kinerja mesin gerinda silinder perlu diadakan penggantian *bearing* baik pada spindel roda gerinda maupun pada poros *tailstock.* Walaupun demikian mesin ini masih layak dipakai untuk produksi ataupun untuk praktek mahasiswa.



Gambar 3: Grafik silindrisitas dan kebulatan dalam satuan µm.

IV. KESIMPULAN

a. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapatlah disimpulkan bahwa mesin gerinda silindris yang sudah dipakai diatas 20 tahun masih dapat dioptimalkan kualitas geometrisnya dengan mencari variabel dan parameter yang tepat sebelum dilakukan penggantian komponen.
b. Mesin ini masih layak untuk praktek kerja gerinda mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta, karena dari pengukuran silindrisitas hasil percobaan adalah 2,0 µm, sedangkan dari pengukuran kebulatan penyimpangan terkecil yang terjadi adalah sebesar 6,6 µm.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] DR. Georg Schlesinger "Testing Machine Tools" England 1978.
[2] G. Takeshi Sato, N. Sugiarto.H, "Menggambar Mesin Menurut Standar ISO"
[3] PT. Pradnya Paramita Jakarta 2005.
[4] Rochim, Taufiq "Teori dan Teknologi Proses Pemesinan"
[5] Laboratorium Teknik Industri dan Metrologi industri Jurusan Teknik Mesin, FTI, ITB, Bandung 1993.

Rancang Bangun Mesin Penekuk Pipa Kompresi Sistem Multiple Die

Maman Firmansyah[1] ; Hafizha Amalia[1] ; M Firza Alfayez[1] ; M Irvan Yusup[1] ; Muslimin[2]
1. Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Dosen Pembimbing Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
firlandsyah@gmail.com

Abstrak

Studi ini adalah rancang bangun mesin tekuk pipa yang diharapkan dapat membantu industri kecil dan menengah untuk bersaing dengan produk yang dihasilkan industri besar. Tidak hanya indusri, institusi pendidikan pun membutuhkan mesin tekuk pipa untuk perlombaan – perlombaan Nasional maupun Internasional seperti *IEMC (indonesian energy marathon challange)* dan *SEM (Shell Eco Marathon)* dalam merancang rangka mobil dengan bahan dasar pipa turbular dengan teknik penekukan.

Mesin penekuk pipa sistem *multiple dies* adalah rancang bangun berdasarkan pemanfaatan alat bantu produksi yang mengacu pada modifikasi penggunaan dies berupa *multiple dies* dengan radius yang presisi dan variatif, metode yang kami gunakan adalah metode *rotaty draw bending*. Perancangan mesin penekuk pipa ini memanfaatkan sistem hidrolik dengan modifikasi dan Penambahan metode menggunakan sistem *multiple dies* dan *relay* yang berfungsi sebagai stopper saat sudut pipa telah terbentuk sesuai yang ditentukan sebelumnya. Dimana proses pembuatan awal hingga akhir diperlukan persiapan yang baik agar menghasilkan rancangan optimal yang dapat direalisasikan.

Pemilihan bahan untuk rangka utama menggunakan bahan steel yang kuat dan ringan. Ada pun bahan tambahan yang digunakan untuk komponen – komponen pendukung seperti *handle, mandrel, dan roll support*. Kemudian melalui ilmu mekanika dapat dianalisis kekuatannnya sehingga pada akhirnya akan menghasilkan rancangan optimal yang dapat direalisasikan.

Kata kunci: mesin penekuk, pipa, *multiple dies*, *stainless steel*.

Abstract

The use of pipe base material is getting increase around the people, either the industry or the institution of education. The competition between small industries and large industries provide a high quality product. Pipe bending is absolutely needed to increase efficiency and quality.

This study was the plan of design and making ¾ inches tube bender machine with hydraulic and multiple dies system can help small industries to compete with other large industries to obtain the best product. Not only the industry but also the education institution such as university need a tube bender machine for some purposes like the national and international event; IEMC (Indonesia energy marathon challenge), SEM (shell eco-marathon), which build the frame, using a pipe base material.

The tube bender machine with multiple dies system is based on advantaging production tools that modifying the dies into precise and varieties radius, using rotary draw bending method. The additional method is using a relay as the automatic stop engine. Expectedly, all optimal and persistent process can provide the best result.

The selection for main frame is using steel that contain the strongest and lightest material. As for, the additional material for main frame is used for supporting components like handle, mandrel and roll support. Then, by mechanics method, the strength can be analyzed so that provides the optimal design

Keywords: pipe bending, pipe, multiple dies, stainless steel

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Industri pipa baja di Indonesia telah berkembang pesat yang pada awalnya hanya membuat pipa bagi kebutuhan rumah tangga (diameter kecil), maka pada saat ini penggunaan pipa telah mencapai tingkat penggunaan yang beraneka ragam. Perkembangan industri pipa yang pesat ini disebabkan oleh semakin banyaknya industri yang menggunakan pipa sebagai bahan baku. Disamping itu, kebutuhan mesin tekuk pipa juga terdapat pada Politeknik maupun perguruan tinggi di Indonesia yang ditunjukkan untuk kegiatan praktikum dan sebagainya. Fokus kami adalah industri kecil yang menggunakan proses penekukan pipa dalam kegiatannya seperti tukang las pagar dan juga didasari kesulitan kami saat mendesain rangka mobil listrik untuk perlombaan, karena di beberapa bagian lebih efisien menekuk pipa dibandingkan dengan memotong dan mengelasnya.

Kami mengamati sebuah bengkel las di daerah bekasi, disana para pekerja menekuk pipa secara manual sehingga hasil tekukan pipa kurang presisi dan tidak seragam, para pekerja menilai harga mesin penekuk pipa otomatis masih telalu mahal, mesin – mesin penekuk pipa otomatis yang ada di pasaran, baik elektrik maupun hidrolik umumnya berharga mahal dan dengan spesifikasi yang tinggi, sehingga menekuk pipa dengan cara manual dinilai lebih ekonomis dibandingkan dengan menggunakan mesin tekuk otomatis. Tetapi, hasil penekukan secara otomatis mempunyai kelebihan, diantaranya tenaga yang dibutuhkan tidak benyak dan hasil yang presisi dan seragam, kelebihan dan kekurangan tersebutlah yang kami pertimbangakan dalam rancang bangun mesin penekuk pipa.

II. METODOLOGI

Studi ini dilakukan secara faktual dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Studi pustaka dengan mempelajari literatur yang relevan dan survey serta wawancara dengan pengguna atau calon pengguna mesin.
2. Identifikasi kebutuhan pengguna serta identifikasi kelemahan-kelemahan mesin yang sudah ada di lapangan.
3. Pembuatan tabel identifikasi kebutuhan dan alternatif pemecahan dalam bentuk penyususnan konsep-konsep mesin.
4. Pengujian konsep terpilih baik menggunakan perhitungan
5. Pembuatan dan pengujian produk

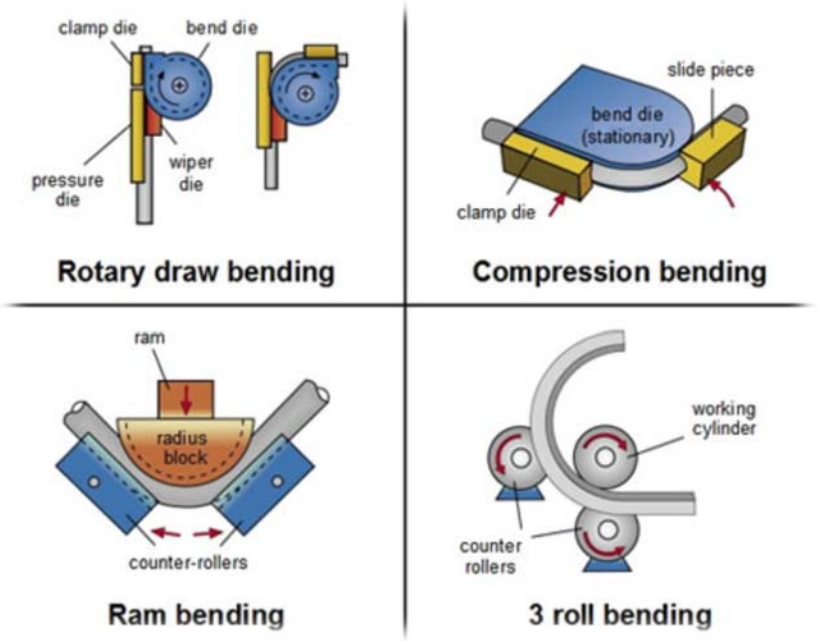
III. DESAIN DAN ANALISIS

1. Rancangan Mesin Penekuk Pipa

Beberapa metode yang biasanya digunakan dalam melakukan penekukan pipa untuk menghasilkan bentuk dan hasil akhir yang berbeda. Metode – metode yang digunakan antara lain [1]:

a. Metode Ram (Ram Style Bending)
b. Metode Rotary (rotary draw bending)
c. Metode rol (roll bending)
d. Metode Compression Bending

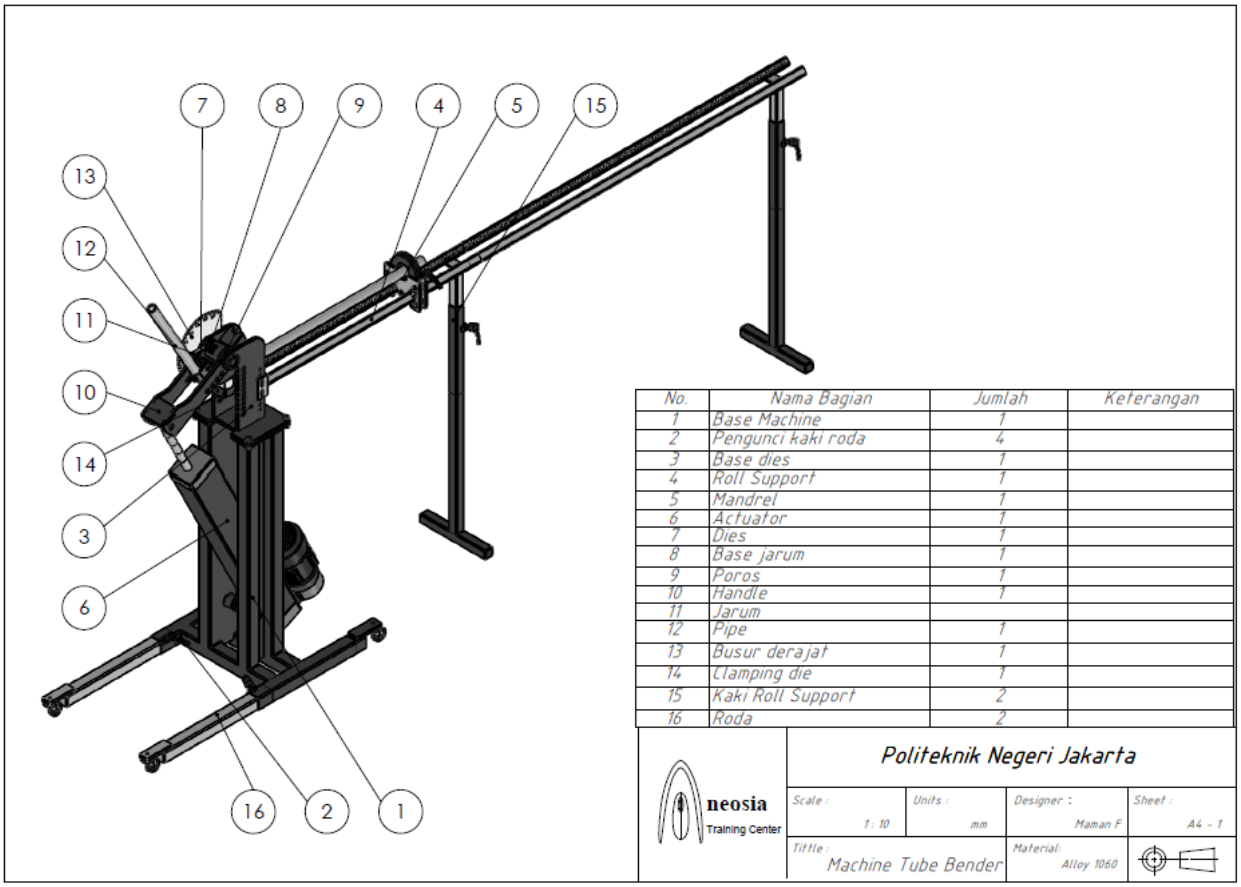
Metode-metode tersebut digambarkan seperti pada Gambar 1 berikut :



Gambar. 1 Metode Bending Pipa [1]

Studi ini adalah rancang bangun mesin penekuk pipa kompresi sistem *multiple die* untuk berbagai macam diameter pipa dengan kapasitas lebih dari 360 penekukan per jam. Diameter pipa yang dibending adalah maksimum 1 inchi dan optimal digunakan untuk ¾ inch (untuk aplikasi rangka mobil dan aplikasi lainnya)

Bentuk rancangan mesin yaitu sebagai berikut:



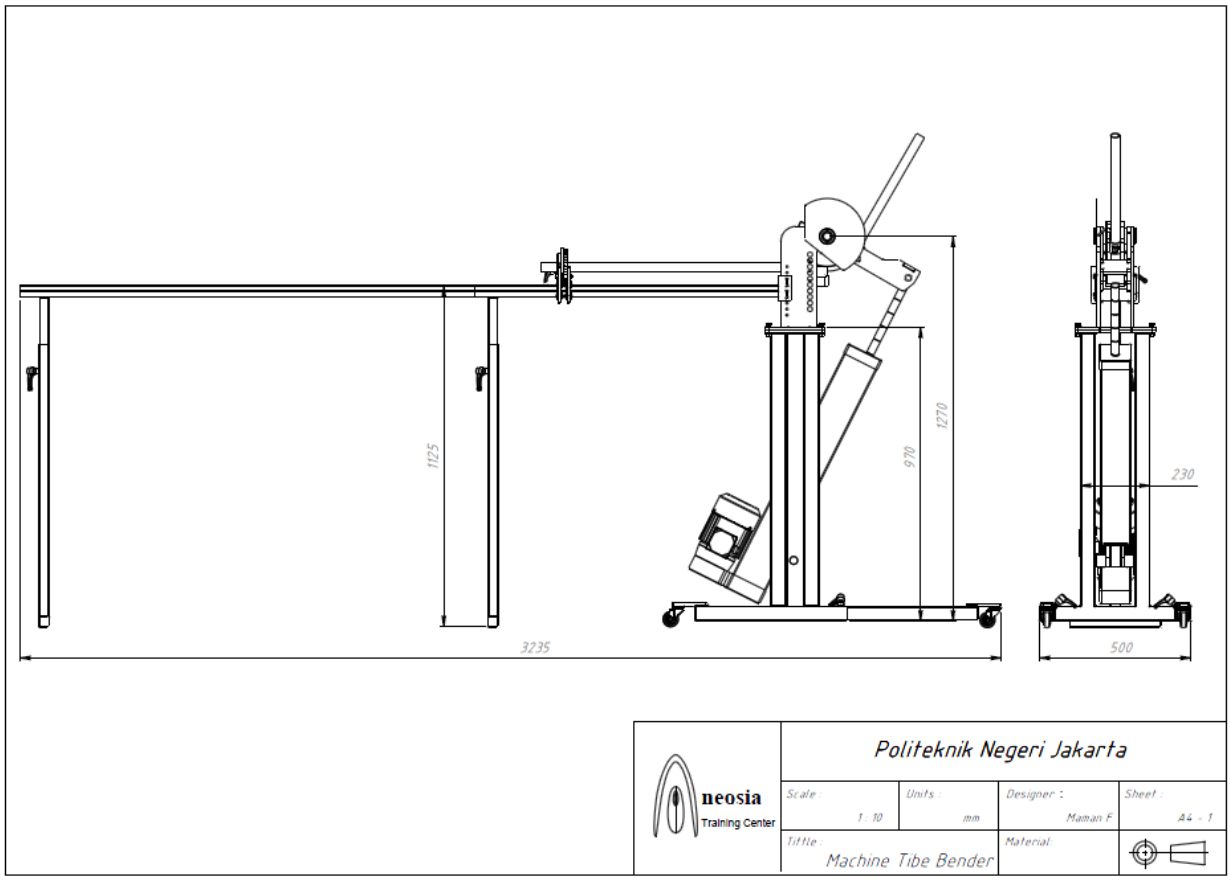
No.	Nama Bagian	Jumlah	Keterangan
1	Base Machine	1	
2	Pengunci kaki roda	4	
3	Base dies	1	
4	Roll Support	1	
5	Mandrel	1	
6	Actuator	1	
7	Dies	1	
8	Base jarum	1	
9	Poros	1	
10	Handle	1	
11	Jarum		
12	Pipe	1	
13	Busur derajat	1	
14	Clamping die	1	
15	Kaki Roll Support	2	
16	Roda	2	

neosia Training Center

Politeknik Negeri Jakarta

Scale : 1 : 10	Units : mm	Designer : Maman F.	Sheet : A4 - 1
Tittle : Machine Tube Bender		Material : Alloy 1060	

Gambar 2 Rancangan Mesin



Gambar 2.1 Rancangan Mesin

Cara kerja mesin tekuk pipa hidrolis

Mesin ini memerlukan persiapan awal dalam proses pengoperasiannya yaitu berupa penyetelan sudut penekukan dan penyesuaian jarak silinder ke garis tengah pipa. Masukan pipa ke mandrel dan bagian ujung yang lain dimasukan ke dalam dies dan clamping dies, pasang pin untuk dies dan clamping dies. Setelah semua persiapan telah selesai nyalakan tombol on untuk menghidupkan motor pump hidrolik.

Langkah selanjutnya adalah melakukan penyetelan jarak pipa yang akan ditekuk dengan mengatur penyetelan jarak. Kemudian tekan tombol *ON* pada *power* untuk memulai proses penekukan. Fluida mengalir dari motor pump hidrolik senhingga mendorong actuator. Handle yang diberi gaya oleh actuator bergerak sehingga pipa yang telah terpasang di dies pun bergerak sampai sudut yang di tentukan.

2. Rancangan Mesin Penekuk Pipa

Perhitungan Radius Bending

Analisis bending perlu mempertimbangkan radius minimum penekukan karena hal ini sangat berpengaruh terhadap pipa yang dihasilkan. Bila radius minimum dilanggar maka akan menyebabkab rusaknya pipa yang ditekuk karena terjadi ketidakefisiensinan loha, pada bagian yang mengalami tarikan. Penafsiran pendekatan radius minimum dimana pipa apat dibending, dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut [2] :

r = 50 − …… (2.1)

catatan : r = radius bending (mm)
d = diameter pipa (mm)
Ɛ = persentase perpanjangan

Clamping Die

Panjang clamp yang diijinkan adalah 2 sampai 3 kali diameter pipa.

Tabel 1 panjang clamping die untuk bending pipa [1]

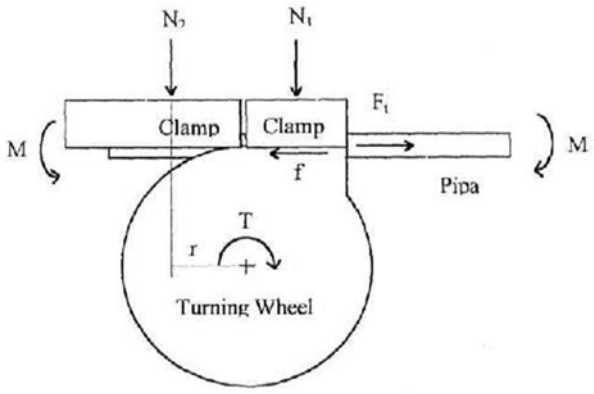
Radius of bend centerline	Wall thickness of tube, in.	Typical length clamped
1 × OD	Under 0.035	4 to 5 × OD
	0.035 to 0.065	3 to 4 × OD
	Over 0.065	2 to 3 × OD
2 × OD	Under 0.035	3 to 4 × OD
	0.035 to 0.065	2 to 3 × OD
	Over 0.065	1½ to 2½ × OD
3 × OD	Under 0.065	2 to 3 × OD
	0.065 and over	1 to 2 × OD

Perhitungan momen bending dan gaya penjepit

Momen bending yang terjadi pada proses bending pipa dengan bentuk penampang lingkaran berlubang ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus [2] [3]:

$M = \sigma \, . - . \, d^3$ —

Momen bending ini sangat berpengaruh untuk perhitungan – perhitungan selanjutnya.



Gambar 3 Free body proses draw bending

Momen bending yang terjadi adalah momen torsi pada proses draw bending dan dicari dengan persamaan [4]:

$M = T = Ft \, . r$

catatan : M = Momen bending (N.mm)
T = Torsi (N.mm)
Ft = Gaya tangensial (N)
r = radius turning wheel (mm)

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya telah diketahui momen bending dalam pipa. Momen bending dalam adalah sama dengan momen luar bending yang digunakan untuk menekuk pipa yang dalam hal ini juga disebut dengan momen torsi, radius yang digunakan adalah radius bending die yang telah dihitung sehinggu menghasilkan gaya yang maksimum.

$M = T = F_t \, . r$

$F_t = -$

Selanjutnya dicari gaya normal (gaya clamping die) yang terjadi dengan menggunakan rumus gesekan. Karena clamping die diharapkan tidak bergerak maka gesekan yang terjadi haruslah maksimal yang berarti bahwa gaya tangensial yang terjadi adalah juga gaya geseknya.

$f = \mu_s . N_1$

$N_1 =$ –

Perhitungan gaya pada preasure dies

Torsi yang terjadi pada perhitungan diatas sama dengan torsi akibat gaya pressure die dikalikan jarak kepusat bending die.

$N_2 =$ –

Perhitungan springback

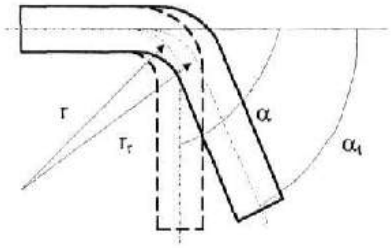
Radius setelah springback dapat dicari dengan rumus :

$r_r =$ ——————— $+ r$

catatan : r_r = radius setelah springback (mm)
t_o = tebal = diameter pipa (mm)
ε = persentase perpanjangan
r = radius bending die (mm)

Springback pada proses bending pipa selalu terjadi, oleh karena itu sudut bending yang ditetapkan hasilnya tidak sama dengan sudut bending pada pipa setelah proses dilakukan. Hal ini dapat ditasi dengan melakukan penyetelan sudut bending yang melebihi, sehinnga pipa yang dibending dapat mempunyai dudut bending yang diharapkan. Permisalan jika yang diinginkan sudut penekukan setelah springback adalah 90^0 , maka dengan menggunakan springback rasio sudut bending dapat ditentukan [5]:

K = ——————— = ———————



Gambar 4 Springback pada pipa

Perencanaan silinder hidrolis untuk bending die

Mekanisme penggerak untuk penekuk pipa ini yaitu poros aktuator menggerakan handle sehingga die berputar dan memaksa pipa berbentuk seperti die hingga sudut yang diinginkan.

Data yang diperlukan dalam perencanaan :

Diameter torak = … mm
Diameter batang torak = … mm
Stroke (L) = … mm
Putaran bending die (N) = … Rpm

Kecepatan torak silinder dihitung berdasarkan rumus [6]:

$\omega =$ ——

$\omega =$ … rad/s

Maka kecepatan maju batang torak untuk silinder bending die adalah

$V = \omega \times r$

V = … mm/s

Kapasitas aliran pompa actual dihitung berdasarkan rumus [6]:

Q = v . A
Q = … mm3/s
Kapasitas pompa

Q pompa = ——————

Q pompa = … mm3/s = … cc/rev = … lt/ min

Motor

Untuk menggerakan pompa sehingga terjadi aliran fluida digunakan motor. Daya motor yang dibutuhkan dapat dicari dengan persamaan [6]:

P = ———

P = … kW

IV. KESIMPULAN

1. Rancang bangun mesin penekuk pipa otomatis sistem multiple die dengan harga yang terjangkau dan fungsi yang maksimal agar bisa digunakan industri kecil atau kegiatan mahasiswa.
2. Pemilihan material yang tepat agar mesin dapat dibuat dengan harga yang tidak terlalu mahal tanpa mengesampingkan fungsi.
3. Analisis perhitungan yang dilakukan meliputi: perhitungan spesifikasi mesin, perhitungan radius bending, perhitungan momen bending dan gaya penjepit, perhitungan gaya pada preasure dies perhitungan springback dan kapasitas motor harus dilakukan dengan benar dan maksimal agar sistem bekerja dengan efisiensi tinggi.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Kalpakjian, 1989 , *Manufacturing Engineering and Technology*, Addison Wesley,
[2] Sularso, Ir, MSME Kiyokatsu Suga., 1991. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan ElemenMesin*., PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
[3] G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto, "*Menggambar Mesin sesuai standar ISO*", PT. PradnyaParamita, Jakarta.
[4] Groover, Michael P., 1996. *Fundamental of modern manufacturing*., Prentice hall, UpperSaddle River, New Jersey.
[5] J. E. Shigley and C. R. Mischke, 1983. *Mechanical Engineering Design*, McGraw HillBook Company, New York.
[6] Popov, E.P. 1996. *Mekanika Teknik*, Erlangga. Jakarta.

ISSN 2085-2762
Seminar Nasional Teknik Mesin
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Rancang Bangun Alat Bantu Pemasangan Ban Mobil

Angga Bagus Asrianto[1]; Arief Prakoso Hardyanto[1]; Budi Santoso[1]; Rohmat Benny Ismanto[1]; Sunarto[2]
1. Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta
2. Dosen Pembimbing
presiden.aba@gmail.com

Abstrak

Studi ini adalah rancang bangun alat pemasangan ban mobil yang mana alat ini akan membantu proses pengangkatan ban yang akan dipasang ke mobil itu sendiri. Sehingga kita tidak perlu repot-repot mengangkat ban dengan menahan beban ban yang begitu berat saat pemasangan. Alat bantu pemasangan ban ini mempunyai ukuran relatif tidak terlalu besar sehingga dapat dengan mudah dipindah ataupun dibawa kemana-mana dan ukurannya dibuat menyesuaikan mobil ketika didongkrak.

Alat bantu pemasangan ban ini hanya diperuntukan untuk ban mobil pribadi atau mobil-mobil yang biasa kita lihat di jalan bukan untuk bus maupun truk ataupun kendaraan berukuran besar melebihi mobil pribadi. Pertimbangan kami karena orang yang menggunakan mobil pribadi lebih banyak dan lebih membutuhkan alat bantu lift ban ini. Alat bantu pemasangan ban ini juga berguna bagi montir-montir yang ada di bengkel, dalam hal pemasangan ban.

Menentukkan ukuran dari alat bantu ban ini didasarkan pada ukuran diameter terbesar dari ban mobil, untuk itu kita harus mengetahui bagaimana cara membaca kode yang tertera pada ban dan bagaimana penghitungannya.

Dasar dari alat bantu pemasangan ban ini, sebagai pengangkatnya menggunakan kumpulan-kumpulan dari roda gigi yang saling berkaitan, dan menggunakan tuas sebagai alat putar agar terjadi gaya angkat terhadap kepala alat bantu ban ini. Kemudian selain adanya gaya angkat pada alat ini dibuat gerak linier untuk memasukkan ban ke dalam pasangannya dengan menggunakan gaya dorong pengguna.

Kata Kunci : alat bantu, pemasang ban, gerak linier

Abstract

This study is the design of a car tire mounting tool where it will assist in the removal of the tires to be fitted to the car itself. So we do not need to bother with the weight lifting tires tires so heavy during setup. Tire mounting tool has a relative size is not too big so it can be easily moved or carried everywhere and size made to adjust the car when jacked up.

Lift ban is only intended to ban private cars or cars that we see on the road is not for buses or trucks or large vehicles than private cars. Our considerations for people using private cars more and more need tools lift this ban. Tire mounting tool is also useful for the mechanic-mechanic in the shop, in terms of tire installation.

In decide the size of the tire tool is based on the size of the largest diameter of your tires, for that we need to know how to read the code stamped on the tire and how the calculation.

The basis of this tire installation tool, as lift using the sets of inter-related gear, and use the lever as a rotary tool to enable the lifting force to the head of the tire tool. Then in addition to the lift force on the tool is made of linear motion to enter into a partner's tires using manual thrust.

Keywords : tools, wheel fitter, linear motion

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Ban adalah peranti yang menutupi velg suatu roda. Ban adalah bagian penting dari kendaraan darat, dan digunakan untuk mengurangi getaran yang disebabkan ketidakteraturan permukaan jalan, melindungi roda dari aus dan kerusakan, serta memberikan kestabilan antara kendaraan dan tanah untuk meningkatkan percepatan dan mempermudah pergerakan.

Sejak pertama kali diciptakan pada tahun 1911 oleh Philip Strauss, ban mobil telah mangalami perubahan sangat drastis. Ban mobil generasi awal memiliki tabung karet di dalam kulit paling luarnya untuk menjaga agar ban tidak kempes. Ban mobil masa kini dibuat dari berbagai macam komponen yang berbeda seperti radial belts, fiberglass, inner liners, treads, dan sidewalls. Sebagian besar ban yang ada sekarang, terutama yang digunakan untuk kendaraan bermotor, diproduksi dari karet sintetik, walaupun dapat juga digunakan dari bahan lain seperti baja. Untuk membuat satu ban mobil dibutuhkan setengah barel minyak mentah.

Untuk permasalahan disini yaitu dalam proses pergantian ban. Kalau dengan manual (tanpa bantuan alat) kita mengangkat sendiri ban-nya menggunakan tangan,terlebih lagi apabila mengangkat ban dalam jumlah yang banyak, tentu ini akan sangat berat. Oleh karena itu, kami di sini mencoba memberikan solusi alat bantu untuk mempermudah proses pengangkatan ban menggunakan alat bantu pemasangan ban sehingga kita tidak perlu repot lagi, tidak membutuhkan tenaga banyak, dan otomatis pergantian akan jauh lebih cepat. Kami melihat adanya kesulitan bagi sebagian orang, contohnya pada montir di bengkel, mereka bisa mengganti ban dalam jumlah yang banyak, tentu alat bantu ini sangat diperlukan dalam menunjang pekerjaan.

2. Teori Tentang Kode Ban

Dalam hal menentukan tinggi alat perlu mempertimbangkan tinggi ban yang berdiameter terkecil. Untuk itu kami perlu mencari referensi mengenai ukuran mana yang memiliki ukuran terkecil. Dalam ban tercantum kode-kode mengenai spesifikasi ban, tentu kita harus tahu perumusan kode tersebut. Berikut ini arti dalam kode pada ban :

Ini yang mendasar untuk diketahui, karena kode ini menjelaskan ukuran spesifikasi ban itu sendiri. contoh ukuran ban : **P 185 65 R 13 89 H**

- **P** adalah kode tipe pemakaian ban berdasarkan tipe mobil, dalam hal ini P artinya diperuntukkan untuk mobil tipe penumpang, P artinya Passenger, jika LT artinya Light Truck dan T artinya Temporary(biasa digunakan untuk ban cadangan yang hanya dipakai dalam waktu singkat).
- **185** adalah ukuran lebar tapak ban dalam milimeter. Ukuran ini disebut sebagai section width.
- **65** adalah ukuran tinggi sisi samping ban, diukur dalam persentase dari lebar tapak ban, dalam hal ini 65 adalah 65% dari 185 adalah 120,25, jadi jika diukur dalam milimeter adalah 120,25 mm. Ukuran ini disebut sebagai Aspect Ratio.
- **R** adalah ukuran yang menandakan konstruksi ban, dalam hal ini R menandakan ban dengan konstruksi radial. Jika B artinya belted bias, dan D artinya diagonal bias.
- **13** adalah ukuran diameter ban dalam inchi, ukuran ini penting untuk diperhatikan jika ingin dipasangkan pada velg-nya, jika ukuran diameter ban-nya 13 Inchi artinya velg yang akan dipasangkan harus berdiameter 13 Inchi juga.
- **89** adalah ukuran indeks beban yang dapat ditahan oleh ban ketika ban diisi angin pada tekanan angin maksimum. Untuk mengetahui nilai setiap indeks beban harus mengacu pada tabel indeks beban, dalam hal ini 89 berarti ban ini mampu menahan beban pada tekanan angin maksimum sebesar 580 kilogram.
- **H** adalah ukuran rating kecepatan maksimum ban, harus mengacu pada tabel rating kecepatan ban untuk mengetahuinya. Dalam hal ini H berarti kecepatan maksimum ban ini adalah 210 KM/Jam



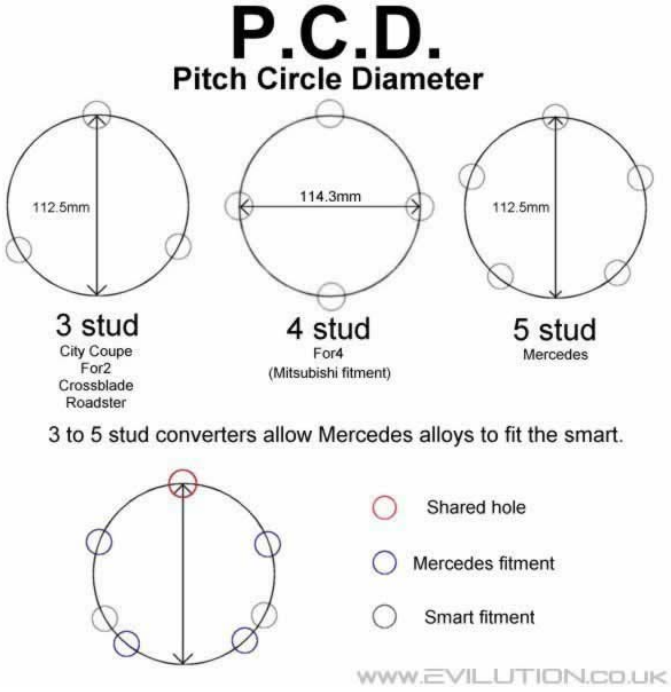
Kode ban		Simbol kecepatan	
175/70 R14 82H		S	: 180 km/jam
175	: lebar penampang ban (mm)	T	: 190 km/jam
70	: aspek rasio (%)	U	: 200 km/jam
R	: konstruksi ban jenis Radial	H	: 210 km/jam
14	: diameter pelek (inci)	V	: 240 km/jam
82	: indeks beban	W	: 270 km/jam
H	: simbol kecepatan maksimum selama 1 jam	Y	: 300 km/jam
		Z	: <240 km/jam

Tabel indeks beban					
kg		*kg*		*kg*	
70	335	80	450	90	600
71	345	81	462	91	615
72	355	82	475	92	630
73	365	83	487	93	650
74	375	84	500	94	670
75	387	85	515	95	690
76	400	86	530	96	710
77	412	87	545	97	730
78	425	88	560	98	750
79	437	89	580	99	775

3. Teori Tentang Velg

Dalam proses penghitungan tinggi ban, kita juga harus mengetahui ukuran dari velg itu sendiri. Di velg pun terdapat kode-kode yang harus dimengerti. Berikut contoh pembacaan kode pada velg :
Velg lebih mudah dimengerti dibandingkan Ban. Sebagai contoh kita gunakan profil Velg sebagai berikut: 8x19 dengan 5/112mm dan Offset +40. Penjabarannya adalah sebagai berikut:

- 8: Lebar velg dalam satuan inci.
- 19: Diameter velg atau lebih dikenal sebagai ukuran ring/nomor ring.
- 5/112: Dibaca “Lima per satu duabelas”. Angka 5 menunjukan jumlah baut dan angka 112 menunjukan jarak antara tiap baut dalam satuan milimeter atau dikenal juga dengan sebutan PCD (Pitch Circle Diameter). Pada velg Asimetris 5 baut, jaraknya diukur dari bagian belakang sebuah lubang baut ke tengah-tengah lubang baut yang berseberangan. Sedangkan untuk pola simetris lainnya jarak diukur dari jarak titik tengah dua buah baut yang saling berseberangan.
- +40: Ukuran Offset dalam satuan milimeter. Offset adalah jarak penampang velg (bidang sentuh) dengan bagian tengah velg (lihat gambar). Kode ini dapat diberikan tanda positif (+), negatif (-) dan juga NOL.



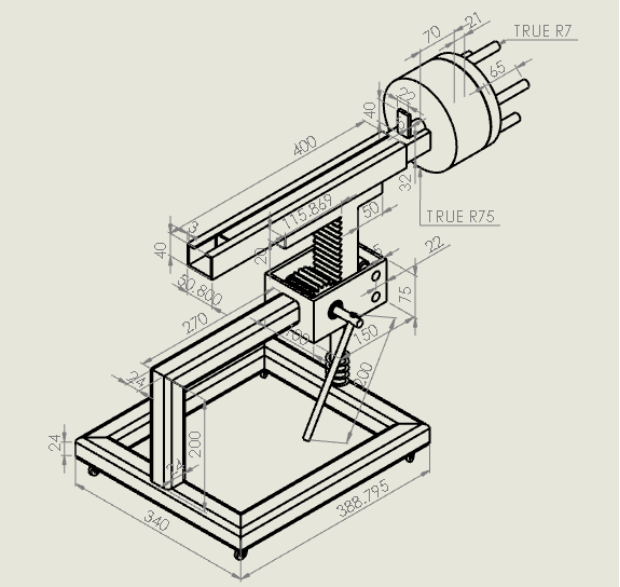
II. DESKRIPSI DAN KEGUNAAN ALAT

Alat bantu pemasangan ban ini diperuntukkan bagi pengguna kendaraan pribadi atau kendaraan yang tidak berukuran besar, seperti bus dan truk. Hal ini tentu bisa dimanfaatkan oleh orang biasa dan para montir yang bekerja di bengkel, dengan kuantitas pemasangan ban lebih banyak dibanding orang biasa. Alat bantu ini tentu didesain sederhana sehingga mudah dalam pemakaian. Alat bantu

ini dibuat sedemikian rupa dengan bentuk tidak teralu besar namun tetap kuat dalam menahan ban. Alat ini memiliki roda untuk mempermudah pergerakkan.

III. KONSEP DESAIN DAN CARA KERJA

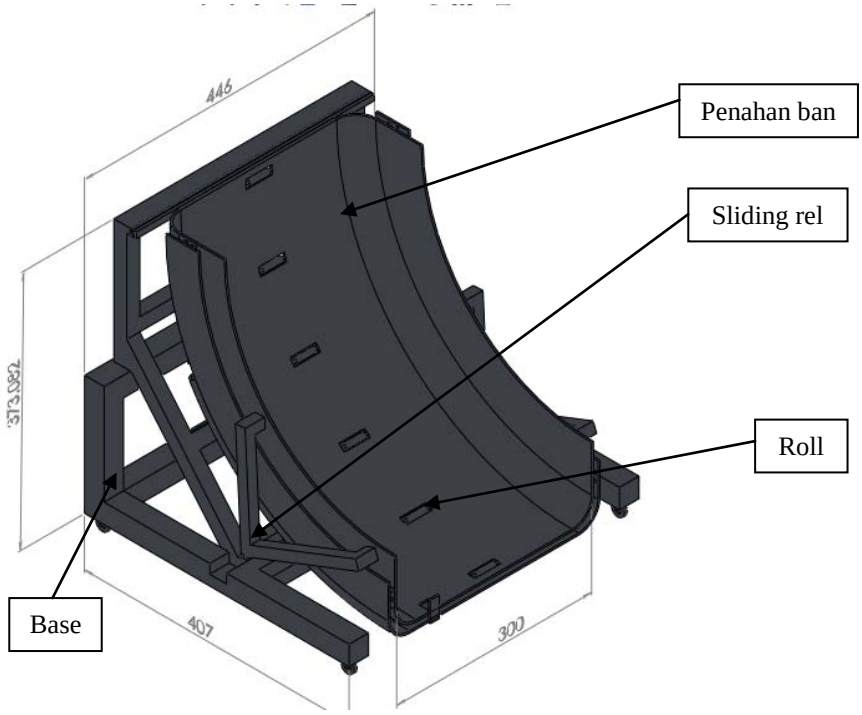
1. Konsep 1



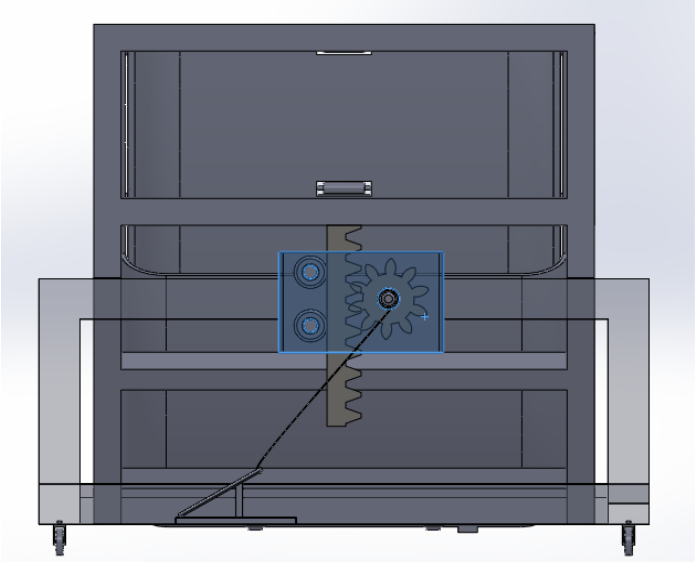
Gambar 1. Alat bantu pemasangan ban

Cara kerja dari konsep yang pertama adalah pertama pasang ban ke kepala lalu putar gagang dan ban akan terangkat lalu dorong. Proses pengangkatan dilakukan melalui kerjasama antara gear dan spur seperti yang bisa kita lihat di gambar. Untuk bagian base belakang diberi beban agar tetap seimbang ketika proses pemasangan. Alat ini memiliki roda sehingga mudah untuk memindah-mindahkan.

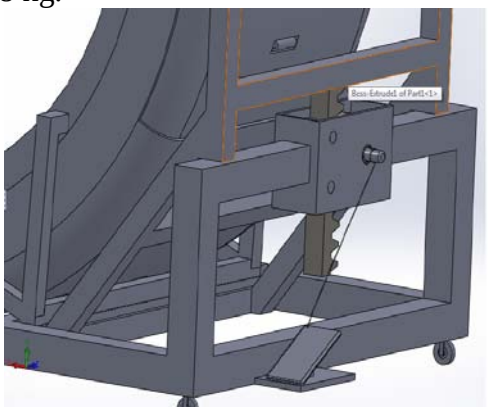
2. Konsep 2



Gambar 2. Alat bantu pemasangan ban



Dalam konsep desain 2 ini mempunyai cara kerja sederhana, yaitu injak pedal,penahan ban akan naik lalu dorong ban. Alat ini dibuat sedemikian mungkin agar mudah digunakan, kita menggunakan alat ini dalam posisi jongkok sehingga sangat ergonomis. Base dari alat ini menggunakan besi hollow yang kuat dan ringan sehingga mudah untuk. Proses pengangkatan menggunakan gear dan batang spur. Konsep ini masih bisa berubah dikarenakan kami masih mempertimbangkan proses pengangkatan menggunakan katrol. Alat ini mempunyai sliding rel, fungsinya ketika diangkat bagian penahan ban bisa digeser agar base dari alat ini tetap diletakkan di luar body sehingga hanya penahan bannya saja yang masuk ke kolong ban. Alat ini diharapkan mampu menahan ban seberat 18 kg.



IV. HASIL AKHIR KONSEP

Dari 2 konsep yang kami punya, pada akhirnya kami memilih konsep 2 sebagai konsep final dari alat bantu pemasangan ban kami, mempertimbangkan dari seberapa efektif dan kuat nya si alat untuk mengangkat ban

V. KESIMPULAN

Dengan memilih konsep 2 sebagai desain final alat bantu pemasangan ban kami, menggunakan besi hollow sebagai base, menggunakan gear dan batang spur sebagai pengangkatan, dan menggunakan sliding rel di bagian penahan ban. Alat ini diperuntukan untuk ban mobil pribadi yang tidak teralu besar dan sangat efektif untuk membantu pekerja bengkel yang intensitas pergantian ban lebih banyak.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] http://id.wikipedia.org/wiki/Ban

[2] http://mjbdpk.blogspot.com/2012/04/mengetahui-informasi-tentang-ukuran-ban.html
[3] http://www.jbautofashion.com/update/tips/274-arti-dari-kode-kode-velg
[4] Wongsotjitro, Suetomo. 1963. *Buku Polyteknik.* Bandung: PT. Sumur Bandung.
[5] Beggs, Stiles, and Joseph, P.E. 1955. *Mechanism*. New York: McGrawHill Book Company.

Rancang Bangun Rangka Mobil Listrik Shell Eco Marathon

Muh. Irvan Y.[1]; Zikri A.[1]; Anzas Y. H.[1]; Arief N. H.[1]; Jeffi S.[1]; Isna W.[1]; Guntur A.[1]; Rahmat S.[2]

1. Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta

2. Dosen Pembimbing

yusuf.irvan@gmail.com

Abstrak

Studi ini adalah studi rancang bangun mobil listrik yang efisien. Indonesia merupakan salah satu Negara dengan kebutuhan transportasi darat yang meningkat setiap tahunnya, hal ini didasarkan pada naiknya angka penjualan mobil ditanah air. Akibat dari hal tersebut polusi udara adalah dampak negatif yang tidak bias dihindarkan, oleh karena itu mobil listrik menjadi alternatif.

Mobil listrik ini digerakkan oleh motor listrik Brushless DC 350 watt. Motor listrik terletak dibelakang kemudi dengan instalasi melintang dan di transmisikan rantai ke roda kiri belakang. Sistem one wheel drive berfungsi untuk mereduksi slip pada saat mobil berbelok. *Speed controller* diletakkan berdekatan dengan motor listrik dan *battery Li-Ion 30 Ah 48V.*

Disektror mekanik, Chassis Al 7075 tipe *square cube* sebagai chassis utama, chassis ini teruji kuat menopang beban dari mobil listrik itu sendiri. Roda depan mampu berbelok hingga 45^{o}, sehingg mobil memiliki radius putar yang kecil dan tergolong baik dalam berbelok, streering dengan sistem *pitman arm* dengan rasion 1:1 memudahkan pengemudi dalam bermanuver. Di sector keamanan dipasang rollbar aluminium untuk melindungi bagian kepala, sabuk pengaman 5 titik juga disematkan untuk menahan pengemudi saat terjadi tabrakan supaya tidak terbentur *steering wheel*. Agar pengereman lebih maksimal dan responsif, mobil ini juga mengadopsi sistem *combi brake*, sehingga fluida mendorong piston dimasing-masing caliper dan menjepit keempat disc brake dengan gaya yang sama besar.

Modifikasi yang dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja motor listrik, yaitu mengurangi bobot dari mobil itu sendiri, Chassis dan bodi yang ringan namun kuat disematkan, namun hal itu saja tidak cukup, selain dari itu kami juga memasang capasitor bang untuk menaikkan cos θ pada motor listrik, Battery Li-Ion dilengkapai dengan BMS *(Battery Management System)* sehingga battery secara systemic mengatur pasokan arus listrik yang dibutuhkan oleh motor, dengan adanya BMS maka motor tidak akan mengalami over supply dari battery.

Kata Kunci : *Li-Ion Battery, Capasitor Bang, Cos θ, Al 7075, combi brake.*

Abstract

This study is the designing the efficient electric cars. Indonesia is a country with land transport needs are increasing every year, it's based on the increased number of car sales in the country. Result of the negative impact of air pollution is an unbiased avoided, therefore electric cars a viable alternative.

The electric car is driven by a Brushless DC electric motor 350 watts. The electric motor is located behind the steering wheel with the installation and transmitted across the chain to the rear left wheel. One wheel drive system works to reduce slip when the car turned. Speed controller is placed adjacent to the electric motor and battery Li-Ion 30 Ah 48V.

Mechanical sector, Chassis al 7075 square type cube as the main chassis, this chassis tested strongly support the load of the electric car itself. The front wheels are able turn up to 45o, sehingg car has a small turning radius and good classified in turn, pitman arm streering system with 1:1 ratio allows the driver to maneuver. In the security sector aluminum rollbar installed to protect the head, 5 point seat belt is also pinned to hold the driver in a crash that did not hit the steering wheel. In order to get more leverage and responsive braking, the car is also adopted combi brake system, thus encouraging fluid respective piston caliper and brake discs with four clamp force equal.

Modifications made to optimize the performance of electric motors, which reduces the weight of the car itself, chassis and a lightweight but strong body pinned, but that alone is not enough, apart from that we also install capacitor to raise cos θ bang on electric motors, Battery Li-Ion dilengkapai with BMS (Battery Management System) so that the battery is systemic organize the supply of electrical current required by the motor, with the BMS then the motor will not run over supply of battery.

Keyword : Li-Ion Battery, Capasitor Bang, Cos θ, Al 7075, combi brake.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Sejarah Shell Eco-marathon(SEM) berawal pada tahun 1939 disebuah laboratorium penelitian Shell di Amerika Serikat ketika para ilmuwan bertaruh untuk merancang kendaraan yang dapat menempuh jarak terjauh dengan bahan bakar seminimum mungkin. Pemenang kontes ternyata dapat mencapai 50 mpg (21km/liter). Dari asal usul yang sederhana, ini, lahirlah sebuah ide untuk menyelenggarakan kompetisi yang lebih terorganisir yakni Shell Eco-marathon, yang akhirnya menjadi ajang yang kita kenal sekarang ini.

SEM pertama dilakukan untuk mahasiswa Eropa tahun 1985 diPerancis. Lalu pada April 2007 diselenggarakan pertama kalinya di Amerika Serikat untuk mahasiswa di kawasan Amerika. SEMAsia sendiri baru diselenggarakan pada tahun 2010 dengan Malaysia sebagai tuan rumah sampai tahun 2013. Pada tahun 2014-2016, Filipina akan menjadi tuan rumah berikutnya.

Pada tahun 2012, untuk kategori mobil urban listrik kompetisi shell eco marathon asia diraih oleh tim NP distanza- UC dari Ngee ann Polytechnic University, Singapura.

Berikut foto dari mobil tersebut.



Mobil dari Ngee ann politeknik Singapura.

Kompetisi shell eco marathon 2012 ini diikuti lebih dari oleh 1500 mahasiswa dari 18 negara di Asia, mengingat betapa bergengsinya kompetisi ini kami bermaksud untuk ikut serta dalam kompetisi shell eco marathon Asia 2013.

Shell eco marathon Asia 2013 adalah kompetisi internasional yang pertama kami, kami berharap langkah ini menjadi tolok ukur kemampuan mahasiswa Politeknik untuk bersaing di dunia internasional. Tak luput dari harapan kami, kami menyadari dalam mengikuti kompetisi shell eco marathon 2013 ini banyak kendala yang kami lalui, salah satunya sebelum kita terpilih sebagai peserta kita berlomba-lomba merancang sebuah mobil yang efisien, untuk mendapatkan satu tiket peserta kami bersaing dengan 3 tim dari perguruan tinggi yang sama, dan lebih 50 tim dari Indonesia, dan ratusan tim dari penjuru asia. Oleh karenanya kami tidak hanya focus pada target juara kami, tapi juga membangun sebuah mobil listrik yang efisien yang layak untuk masayarakat Indonesia. Itulah tantangan kami yang sesungguhnya.

2. Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang maka rumusan masalah sebagai berikut,

- Bagaimana agar motor listrik lebih efisien dalam penggunaan?
- Bagaimana merancang chassis yang kuat namun ringan ?
- Berapa target yang akan dicapai oleh mobil,serta bagaimana hasilnya?
- Bagaimana system penggerak yang tepat agar mobil lebih efisien dalam penggunaannya?

3. Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai adalah

- Merancang system kelistrikan dan memodifikasi motor listrik yang akan kita gunakan.
- Merancang chassis yang ringan namun kuat.
- Menetapkan target 150 KM/KWh pada pencapaian jarak tempuh mobil.
- Merancang system drive train yang tepat sesuai torsi minimum yang dibutuhkan mobil.

II. METODE PELAKSANAAN

1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian awal yang dilakukan yaitu mengidentifikasi factor-faktor yang bisa meng-efisienkan motor listrik.

Hasil utamanya adalah terciptanya mobil listrik yang efisien terhadap konsumsi daya dari battery.

2. Penelitian Utama

Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing factor yang terhadap konsumsi daya yang dibutuhkan mobil:

a. Sumber energy tahan lama namun kompak.
   - memakai battere Li-Ion sebagai sumber energy.
   - pemakain BMS pada battere

b. Pemilihan material chassis yang ringan namun kuat
   - menggunakan Al 7075 sebagai chassis utama dan Al 6061 chassis tamabahan
   - memilih profil yang tepat untuk chassis

c. Rancangan system penggerak yang efisien namun mudah digunakan
   Sistem pengerak otomatis merupakan solusi agar kendaraan mudah untuk dikendarai, namun perlu modifkasi supaya lebih efisien.

d. Body yang ringan dan aerodinamis
   - Fiberglass dengan paduan resin yukalac, erosil, menjadikan bodi yang kuat.
   - Rancangan bentuk bodi yang aerodinamis.

3. Tahap Analisis

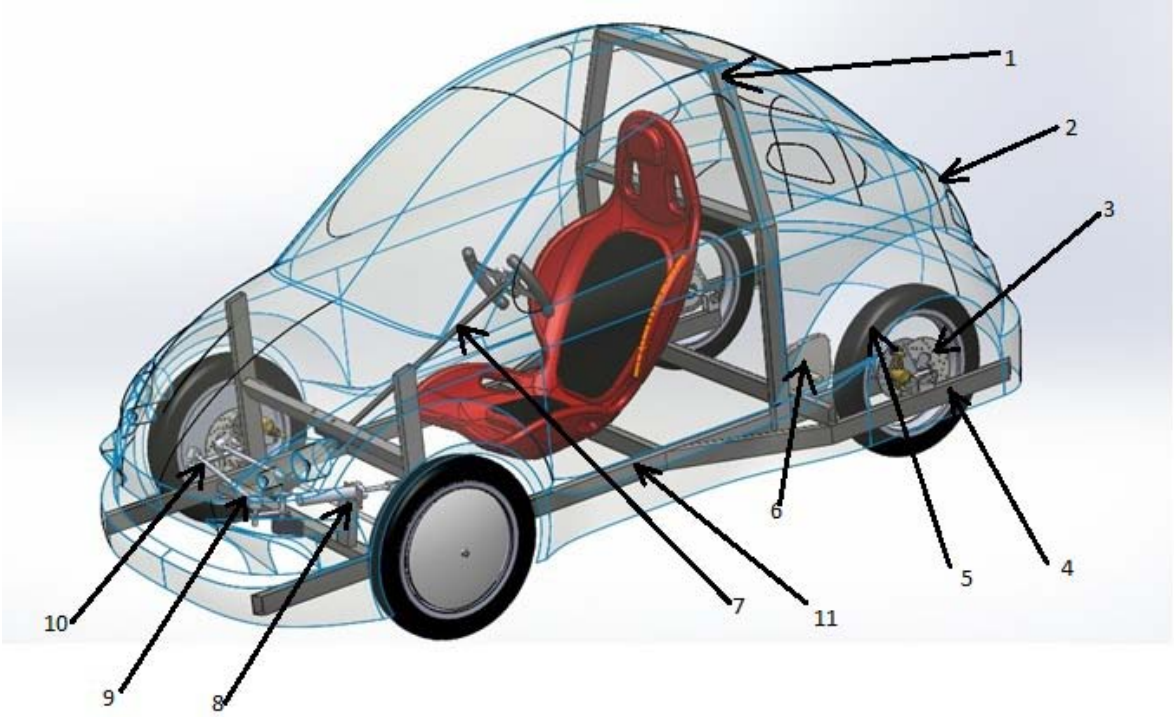
Dari beberapacara agar mobil lebih efisien kami mengkombinasikan factor-faktor tersebut menjadi satu kesatuan.

4. Tahap Pembuatan Mobil

Pada tahap ini,terdiri dari dua tahap yaitu,

- Desain mobil dengan system yang diperlukan
- Pembuatan Mobil

III.DRAFT MOBIL



Rancangan Mobil

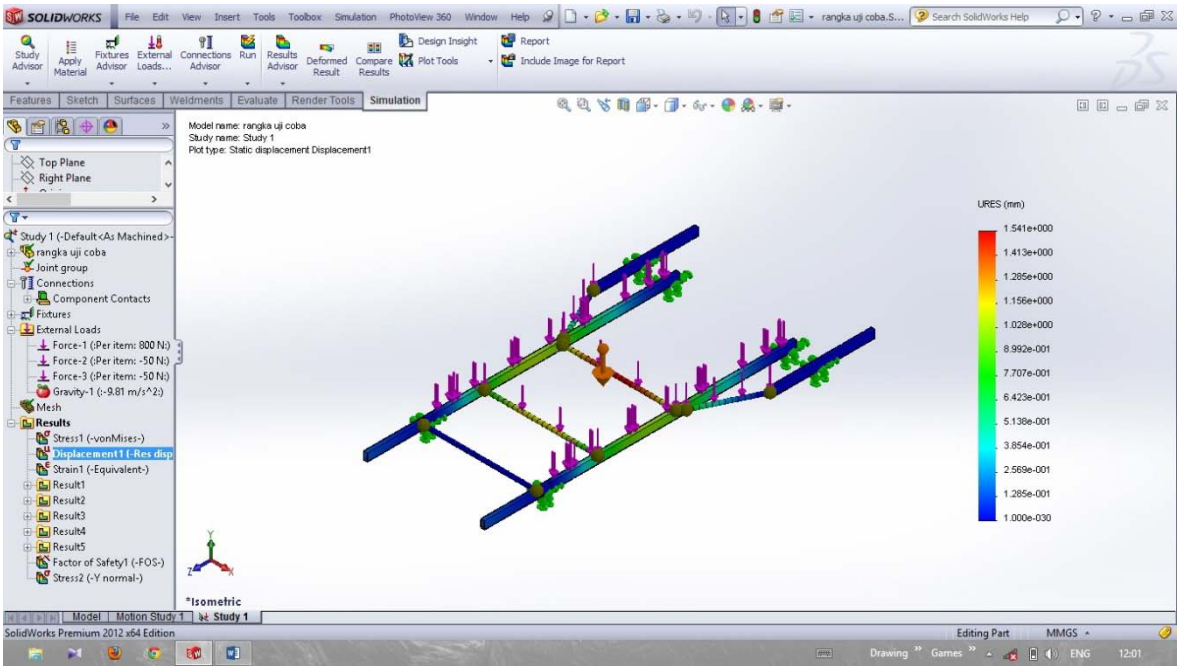
Domain Fisik:

1. Frame Bulk Head
   Material Al 6061 ukuran profil 40 x 20 x 2 mm
2. Body
   Terbuatdaripaduan resin yukalac, catalys, mate anyam, erosil.
3. Hydraulic braking system
   Terdapat dimasing-masing roda
4. Arm frame
   Berfungsi sebagai lengan poros, supaya poros memiliki tumpuan. Material Al 7075
5. Wheelset
   Terdapat 4 wheelset, dengan ukuran rims 14 inch. Dan lebar ban 80mm
6. Motor Listrik
   Daya dari motor listrik yaitu 350 watt, dengan spesifikasi kebutuhan Voltase sebesar 48 V dan 30 Ah, jenis motor yang digunakan BLDC (brushless Directing current)
7. Steering system
   System dari steering sendiri mengadopsi system pitman arm, dengan rasio 1:1
8. Input Braking system
   Terdiri dari pedal rem, master rem dan pipa penyalur minyak rem.
9. Steering Stabilizer
   Berfungsi untuk mengembalikan posisi steer sesaat setelah berbelok.
10. Steering knuckle
    Terbuatdaristeelyang dimodifikasi sedemikian rupa agar steering nyaman saat digunakan.
11. Main Frame
    TerbuatdariAl 7075 dengan ukuran profil 40 x 20 x 2 mm.

System Start mobil

Proses pertama adalah menghidupkan sambungan listrik berupa trigger, kemudia tekan tombol motor start/stop. Kemudian relay akan menyambungkan saluran antara control module dengan motor listrik, dan sinyal dari pedal gas diterima oleh control module, setelah pedal gas diinjak control modul mengirimkan sinyal supaya motor berputar. Semakin injakannya semakin kuat maka sinyal yang dikirimnya pun semakin kuat. Sebaliknya jika kekuatan injakan dikurangi sinyal akan berkurang, dan putaran motor berkurang. Untuk mematikan motor listrik tekan tombol start/stop, kemudian matikan trigger.

Analisa Frame Mobil



Analisis Rangka

Pada analisis yang kami lakukan, kami memberikan beban 300 Kg yang diletakan ditengah frame, hasilnya menunjukan bahwa frame masih aman, hal ini dapat dilihat pada gambar diatas, tidak ada tanda merah pada hasil analisa frame.

IV. KESIMPULAN

Pembuatan mobil listrik ini bukanlah hal yang baru diindonesia, namun konsep yang disuguhkan berupa mobil listrik yang sangat efisien adalah ide segar untuk dilaksanakan. Hambatan-hambatan sampai saat ini diteliti dan dipecahkan guna mengejar target mobil yang efisien.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] http://www.shell.com/global/environment-society/ecomarathon/results/2012/asia/on-track-awards.html#textwithimage_16 (diakses tanggal 24 Maret 2013, pukul 17.31 WIB)
[2] http://www.shell.com/global/environment-society/ecomarathon.html (diakses tanggal 24 maret 2013, pukul 17.34WIB)
[3] http://www.np.edu.sg/home/news/archives/2012/jul_sep/Pages/20120712_4_shell.aspx (diakses tanggal 24 maret 2013, pukul 17.02 WIB)
[4] Pramono,AgusE.(2008).BukukuliahElemenMesinI.Jakarta.PoliteknikNegeriJakarta

Rancang Bangun Mesin Pencacah Tandan Kosong Kelapa Sawit Kapasitas 900 [Kg/Jam]

Agus Tri Gunawan[1]; Muslimin[2]
1. Mahasiswa Ektsensi Fakultas Teknik UI
2. Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
agustrig@gmail.com

Abstrak

Mesin yang dirancang bangun adalah mesin pencacah tandan kosong kelapa sawit (*empty bunch crusher machine*). Mesin ini berfungsi untuk mencacah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan kapasitas 900 [kg/jam]. Rancang bangun mesin ini diutamakan untuk pembuatan pupuk kompos. Kegunaan mesin ini dapat memberikan alternatif kemudahan kepada pengguna atau operator dalam proses pencacahan tandan kosong dengan target hasil pencacahan berupa serbuk dan serat dengan ukuran 10-50 [mm] untuk bahan kompos yang akan digunakan sebagai pupuk kelapa sawit sendiri. Mesin ini dirancang karena proses pencacahan tandan kosong kelapa sawit. Pada umumnya pencacahan TKKS masih dilakukan secara tradisional dan manual serta mesin, tetapi mesin yang ada untuk skala besar (skala industri) dan tidak cocok untuk petani menengah ke bawah. Dalam studi ini, mesin untuk skala kecil telah dirancang bangun dengan sistem pemotongan pisau pemotong-memanjang dan disuplai energi dari motor berbahan bakar, sehingga penggunaan waktu, biaya, dan energi jadi lebih maksimal serta efektif.

Kata kunci: Mesin Pencacah, TKKS, Petani Plasma, Pupuk Kompos

Abstract

The empty bunch crusher machine is one of machine which we design to crush an empty bunch that has capacity 900 [Kg/jam]. Design and making this machine prototype was especially for palm farmer who would make the compost to their plants in order to grow up their their plants fertily. The function of this machine is to give another alternative crushing machine for the farmers or the operator in order to get the output such as powder perfectly. The machine output is powder with 10-50 [mm] length. One of reasons why this machine was created was because commonly crushing an empty bunch still uses traditional way or manual. Generally, crusher machine had been designed only for big industry which had high capacity. This machine that was designed in the other situation designing of our machine is for farmers. So we design for law capacity only, but this study is for small plantation. The designed machine specification was cutting system with a mount of cutter which transmitted by one press of V-belt, pulley, shaft and supplied by motor which as source of energy. The expectation result was can reduced processing time, cost and energy, so it could be maximize the process effectively

Keywords: Crusher Machine, Empty Bunch, Palm Farmers, Compost

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pulau Sumatera dan Kalimantan adalah daerah penghasil utama kelapa sawit di Indonesia. Provinsi Riau merupakan daerah penghasil terbesar kelapa sawit di Pulau Sumatera. Mata pencaharian utama penduduk di Provinsi Riau adalah sebagai pemilik lahan skala menengah dan kecil, pekerja dan petani plasma kelapa sawit. ditinjau dari 4 tahun terakhir, jumlah produksi perkebunan sawit pada tahun 2009 yang dihasilkan oleh petani plasma Provinsi Riau adalah 5.932.310 Ton, dan kini jumlah produksi perkebunan sawit pada tahun 2012 Sebesar 8.243.843 Ton [1].

Tabel 1 Jumlah Produksi Kelapa Sawit Per-Tahun [2]

Tahun Produksi	Jumlah Produksi (Ton)
2012	8.243.843
2011	7.104.391
2010	6.064.391
2009	5.932.310
2008	2.368.076
2007	2.054.854
2006	4.685.660

Berdasarkan RSPO (*Roundtable Sustainable Palm Oil*) (2012) perkebunan kelapa sawit berdasarkan luas lahan dikelompokkan menjadi dua yaitu: perkebunan sawit kecil dengan luas 1 kebun 4 [ha] - 48 [ha], dan perusahaan besar dengan luas kebun 50 [ha] – 500 [ha]. Kelapa sawit menghasilkan produk berupa minyak mentah disebut CPO (*crude palm oil*), dari minyak mentah tersebut diolah lagi menjadi minyak goreng, sabun, dan peralatan kosmetik. Serta produk sampingan dari kelapa sawit itu berupa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) [3].
Selain itu yang dihasilkan kelapa sawit adalah tandan kosong yang merupakan limbah. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) adalah salah satu limbah yang jumlahnya melimpah. Jumlahnya di Indonesia diperkirakan saat ini mencapai 20 juta ton/hari. TKKS ini memiliki potensi untuk diolah menjadi pupuk, pulp, Bioetanol, dan serat. Kondisi di lapangan saat ini, limbah TKKS sangat menumpuk dan pada umumnya masih diolah secara tradisional. Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini akan dikembangkan mesin pencacah TKKS sebelum dibuat kompos. Mesin pencacah TKKS yang ada pada industri umumnya yaitu dalam skala besar dan tentunya untuk pengolahan TKKS dalam jumlah yang besar. Hal tersebut sangat tidak memungkinkan bagi para Petani Plasma yang berada jauh dari kawasan industri pengolahan limbah Kelapa Sawit. Para petani Plasma biasanya melakukan pencacahan Tandan Kosong Kelapa Sawit secara tradisional.
Mesin pencacah TKKS (*Empty Bunch Crusher Machine*) dalam skala kecil yang menggunakan sistem pemotongan dengan beberapa pisau yang dihubungkan oleh v-belt dan disuplai energi dari motor bahan bakar. Keunggulan mesin ini yaitu dapat memangkas waktu normal dalam proses pencacahan menjadi lebih cepat.

II. EKSPERIMEN

Studi ini dilakukan secara faktual dengan langkah-langkah sebagai berikut:
1. Studi pustaka dengan mempelajari literatur yang relevan dan survey serta wawancara dengan pengguna mesin.
2. Identifikasi kebutuhan pengguna serta identifikasi kelemahan-kelemahan mesin yang sudah ada di lapangan.
3. Pembuatan tabel identifikasi kebutuhan dan alternatif pemecahan dalam bentuk penyusunan konsep-konsep mesin.
4. Pengujian konsep terpilih baik menggunakan perhitungan
5. Pembuatan dan pengujian produk

Sebagai penguat hasil penelitian ini dilakukan pengujian menggunakan limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan langkah-langkah sebagai berikut:
1. Persiapkan TKKS: bersihkan dan keringkan TKKS, pisahkan ukuran TKKS menjadi 0,25[kg], 1,5[kg], dan 3,5[kg].
2. Persiapkan Mesin: periksa bahan bakan dan sistem transmisi, kunci seluruh cup silinder dan pasang penampung output dan nyalakan mesin.
3. Pengujian(Trial): masukkan TKKS dengan posisi ertikal, masukkan secara kontinyu.
4. Dokumentasi

III. DESAIN DAN ANALISIS

1. Desain

Analisis Kebutuhan Pelanggan

Mesin pencacah TKKS yang ada selama ini di pasaran masih memiliki kekurangan di antaranya:
- Beberapa mesin pencacah TKKS masih dibuat untuk perusahaan kelapa sawit yang berskala besar, itu dikarenakan dimensi mesin yang masih terlalu besar dan daya yang cukup besar.
- Harga mesin yang masih terlalu mahal.
- Penggunaan mesin yang masih terlalu sulit di operasikan.

Beberapa mesin hanya dapat disimpan di suatu tempat tidak bisa dipindahkan ke mana-mana karena dimensi yang terlalu besarAnalisis kebutuhan pelanggan menjelaskan tentang kebutuhan yang pelanggan inginkan terhadap pengembangan mesin pencacah tandan kosong yang ada pada saat ini di pasaran, selama bulan April 2012 di lakukan survey terhadap masyarakat dan perusahaan pembuat mesin pencacah tandan kosong. Hasil survey tersebut ditunjukan pada tabel 1 tentang survey mesin pencacah TKKS (30 orang).

Tabel 2. Survey kebutuhan Produk Mesin Pencacah TKKS

No	pertanyaan	Pernyataan masyarakat	Interpretasi kebutuhan
1	Kebutuhan mesin	Ya	73%
		Tidak	27%
2	Harapan pada mesin	Tahan lama	56,50%
		Hasil yang maksimal	15.50%
		Hasil yang cepat	10%
		Mudah di oprasikan	18%
3	Harapan pada mesin terhadap lingkungan	Tidak bising	50%
		Ramah lingkungan	10%
		Tidak mudah karat	20%
		Tidak makan tempat	20%
4	Desain mesin	Bongkar pasang	30%
		Bisa berpindah tempat	25.78%
		Mudah di gunakan	35.55%
		Tidak besar	8,67%
5	Ukuran mesin	Tidak besar	51,57%
		Tidak memakan tempat	13,33%
		Mudah di pindahkan	35.1%
6	Dioprasikan dengan mudah	Ya	90%
		Tidak	10%
7	Model bongkar pasang	Ya	86.67%
		Tidak	13.33%
8	Tampilan menarik	Ya	80%
		Tidak	20%
9	Komponen mesin	Mudah di pasang	30,33%
		Bongkar pasang	35,55%
		Mudah perawatan	34,12%
10	Hasil produk	2-3 mm	40,11%
		5-10 mm	44,55%
		Cepat	15,34%
11	Sifat meterial	Kuat	40%
		Tidak cepat rusak	11.33%
		Tahan karat	48.67%
12	Tingkat keamanan	Aman dari kecelakaan	46,30%
		Tidak ada serpihan yang terpental	12,34%
		Keamanan khusus	41,34%
13	Pengoprasian saat di lapangan	Mesin yang tetap	0,6%

No	pertanyaan	Pernyataan masyarakat	Interpretasi kebutuhan
		Dapat di pindah – pindah kan	90%
		Lain-lain	0,4%
14	Harga	< Rp 5jt	20.45%
		Rp 5jt-10jt	50.21%
		Rp10tj	29.34%
15	Jika sudah tidak di pakai mau diapakan mesin ini	Di jual	30%
		Di sewakan	20,33%
		Di simpan	35.56%
		Di hibahkan	14,11%

Berdasarkan hal di atas diperlukan sebuah alat pencacah TKKS yang mampu mengatasi permasalahan yang terdapat pada alat yang saat ini terdapat di pasaran.

Identifikasi Kebutuhan Konsumen (*Customer Need*)

Hubungan antara *Customer Need* dan Kemampuan produk ini bila diterjemahkan atau disatukan ke dalam suatu tabel maka akan tercipta spesifikasi mesin dan berbagai hubungan antara kemampuan produk yang satu dengan kemampuan produk yang lain. Tabel ini sering disebut HoQ (*House of Quality)*. HoQ ditunjukkan pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. HOQ (*House Of Quality*) dari Mesin yang dirancang

		Material	Cost	Weight	Putaran	Daya Mesin	Ukuran	Kapasitas cacah	Kapasitas tampung	Bench Marks: Conventional	Bench Marks: Mesin Penghancur Sampah	Bench Marks: Mesin pencacah Dapur-ramma
Permintaan Konsumen	Tahan Lama	x	x								o	o
	Tidak Bising	x			x	x		x		o		
	Tidak mahal		x	x						o		
	Pengoperasian Mudah	x	x		x	x		x	x	o	o	o
	Hasil Produksi Maksimal	x	x	x							o	
	Mudah Dalam Perawatan	x	x							o	o	o
	Tampilan Menarik	x	x								o	
	Keamanan Pengoperasian				x	x						
	Tidak Mudah Berkarat	x	x								o	
	Kecepatan Memproduksi		x		x	x		x	x		o	o
	Spare Part mudah dicari	x	x									
	Tidak Memakan Banyak Tempat						x					
	Mudah Dipindahkan			x			x				o	o
	Ergonomik		x				x				o	o
	Units		Rp	Kg	rpm	Hp	m	Kg/Jam	kg			
	Engineering Targets	Mild Steel	2,5 jt-3jt	30-35	3600	5.5	1000 x 492 x 884	900	30-40			

Tabel 3 di atas merupakan spesifikasi yang diinginkan dari konsumen dan penentuan *Engineering Targets* dengan mempertimbangkan bench marks yang sudah ada dengan tujuan menghasilkan

produk yang lebih efektif dan efisien sekaligus meningkatkan kekurangan dari bench marks yang telah ada.

Berdasarkan HOQ tersebut dapat diketahui bahwa spesifikasi mesin adalah:

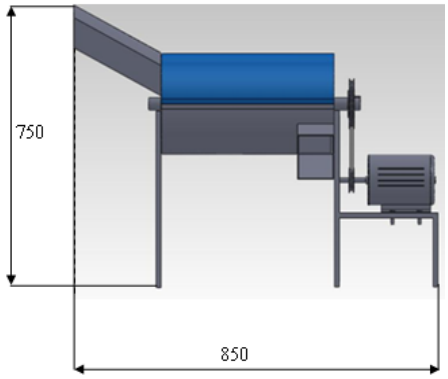
- Daya mesin yang digunakan adalah 5,5 [Hp]
- Putaran mesin 3600 [rpm]
- Kapasitas 900 [Kg/Jam]
- Dimensi mesin 1000 x 492 x 884 [mm]

Penyusunan Konsep Produk

Penyusunan produk ini berisi tentang prinsip kerja, bentuk dari produk, masalah saat merancang, penerapan energi dan skema atau alur dari masing-masing konsep yang dibuat. Konsep-konsep yang dibuat akan dipertimbangkan antara *advantages* dan *disadvantages*-nya lalu akan dikombinasikan menjadi konsep kombinasi.

Konsep 1

Mekanisme dari mesin konsep pertama ini yaitu, pemanfaatan sebuah energi listrik yang disalurkan ke motor listrik lalu energi tersebut dialirkan ke bagian-bagian transmisi mesin seperti *pulley* dan *V-belt*, lalu bagian-bagian transimisi mesin tersebut merubah energi listrik menjadi energi rotasi yang akan menggerakkan pisau dan melakukan proses pencacahan TKKS**:**



Gambar 3. Konsep 1 : Kombinasi Motor Listrik-Vbelt-pisau

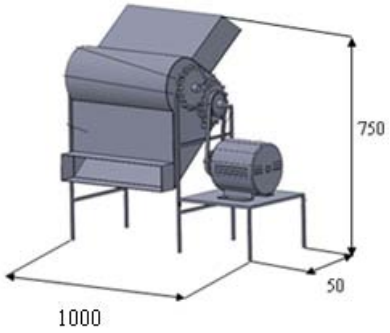
Spesifikasi Mesin:
Material : Plat Steel, Baja Anti Karat
Berat : 30 [Kg]
Putaran : 1200 [rpm]
Daya Mesin : 1,5[Hp]
Dimensi: 0,85[m] x 0,5[m] x 0,75[m]
Kapasitas Pencacahan : 360 [kg/jam]

Tabel 4 Kelebihan dan Kekurangan

Kelebihan	*Kekurangan*
Penghematan pemakaian listrik	Kapasitas pencacahan kurang maksimal
Mudah dipindahkan	Mesin terlalu berat
Vibrasi mesin tidak terlalu besar	Daya yang dikeluarkan terbilang kecil

Konsep 2

Mekanisme dari mesin konsep kedua ini yaitu, kombinasi *gear* dengan *V-belt* yang disuplai energi dari sebuah motor listrik. Energi yang disalurkan tersebut berubah menjadi energy rotasi yang menggerakkan 2 buah pisau pencacah. Pisau pencacah tersebut berotasi dengan arah berlawanan



Gambar 4 Konsep 2: Kombinasi Motor Listrik-gear-2 pisau

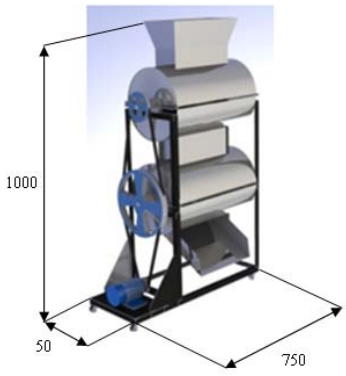
Spesifikasi Mesin:
Material : Plat Steel, Baja Anti Karat
Berat : 35-40 [Kg]
Putaran : 1400 [rpm]
Daya Mesin : 2 [Hp]
Dimensi: 1[m] x 0,5[m] x 0,75[m]
Kapasitas Pencacahan : 576 [kg/jam]

Tabel 5 Kelebihan dan Kekurangan

Advantages	*Disadvantages*
Kapasitas pencacahan cukup besar	Berat mesin tidak sesuai
Hasil pencacahan maksimal	Mesin terlalu mahal dan banyak komponen
Waktu pencacahan terbilang cepat	Sistem perawatan rumit

Konsep 3

Mekanisme dari mesin konsep ketiga ini yaitu, kombinasi dari 2 buah *pulley* dengan *V-belt* yang disuplai energi dari sebuah motor listrik. Energi yang disalurkan tersebut berubah menjadi energi rotasi yang menggerakkan 2 buah pisau pencacah. Pisau pencacah tersebut berotasi dengan arah berlawanan dengan tujuan proses pencacahan lebih maksimal



Gambar 5. Konsep 3: Kombinasi Motor Listrik-v-belt-2 pisau

Spesifikasi Mesin:
Material: Plat Steel, Baja Anti Karat Steel
Berat:35-40 [kg]
Putaran: 2800 [rpm]
Daya Mesin: 3-5 [Hp]
Dimensi: 0,75 [m] x 0,5 [m] x 0,1[m]

Kapasitas Pencacahan: 900 [kg/jam]

Konsep Kombinasi

adalah konsep kombinasi dengan memadukan konsep 1, 2, dan 3 yang menggunakan komponen transmisi *V-belt* dan *pulley* didukung pisau pencacah tunggal sitem *knockdown* dengan disuplai energi dari motor berbahan bakar yang berfungsi menghasilkan energi mekanik berupa enegi rotasi yang berguna dalam proses pencacahan TKKS secara maksimal.



Gambar 6 Konsep Terpilih Kombinasi konep 1, 2 dan 3

Spesifikasi Konsep Kombinasi:

- Motor bahan bakar 5,5 [HP], dengan putaran 3600 [rpm].
- *Pulley* type B Ø 6 [inch] Ø dalam — [inch], Sabuk V type B 48.
- *Bearing* tipe *single row deep groove ball bearing, Ø* luar *bearing* — [inch].
- Kerangka profil siku ukuran 40 x 40 x 4. dimensi : 1000 x 492 x 884

Analisis Hasil Pengujian Mesin TKKS

Analisis diawali oleh perhitungan kapasitas mesin, karena akan menjadi landasan dasar untuk menghitung dan menganalisis komponen-komponen mesin yang lain, perhitungan gaya pemotongan, poros, bearing, pulley, motor dan lasan dan kekuatan pisau, [4][5]. Hasil perhitungan tidak ditampilkan dalam artikel ini. Pengujian di mulai dari TKKS berat 0.25[kg], 0.5[kg] dan 3.5[kg].

Tabel 7 Pencacahan Dengan Alat

Pencacahan Dengan Alat			
No	Kapasitas [kg]	Waktu [s]	Kapasitas akhir [kg/jam]
1	0.25	7	128
2	1.5	10.5	514
3	3.5	14	900



Gambar 7 Hasil pengujian mesin Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKSS)

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat ditarik kesimpulan yang didasarkan pada tujuan rancang bangun Mesin Pencacah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Kapasitas 900 [kg/jam] yaitu sebagai berikut:

a. Mesin yang dirancang bangun memiliki kapasitas 900 [kg/jam] sesuai dengan rancangan awal.
b. Analisis perhitungan kekuatan elemen mesin menunjukan semua elemen mesin kuat terhadap beban yang bekerja
c. Motor yang digunakan adalah motor bensin

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Data Perkebunan Sawit Pada Perusahaan di Indonesia. http://www.rspo.org . Labuhan Batu Selatan. Akses: 12-10-2009.
[2] Produksi Kelapa Sawit Per-Tahun. http://commodityarea.php.htm. Riau. 06-01-2012
[3] M.Chaefudin-Arupa, Antara Keseimbangan Ekonomi dan Keseimbangan Ekologi. http://kebun93.blogspot.com . Lampung. Akses: 05-03-2009.
[4] Khurmi, R. S. and Gupta, J. K. 1982, “A Text Book of Machine Design”, New Delhi: Eurasia Publishing House (Ovt) LTD.
[5] Sularso, & Suga Kiyokatsu,”Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin”,Jakarta: Pradnya Paramita: 1987.
[6] Meriam, J.L. and Kraige L.G. 1988, “Engineering Mechanics, Dynamics”. JohnWilley & Sons, Inc.
[7] Popov, E. P. 1978, “Mechanics Of Materials”.Pretince-Hall, Inc,.
[8] Mott, Robert L. 1985, “Machine Elements In Mechanical Design”.Bell & Howell Company.
[9] Tim PEDC. “Gambar Teknik”.Bandung: PEDC Bandung.1982.

Rancang Bangun Robot Manual KRI

Faiz[1]; Hilal[1]; Ari[1],Febrian[1]; Seto Tjahyo[2]
1. MahasiswaTeknikMesin PNJ
2. DosenTeknikMesin PNJ
nurhilal.ahmad@yahoo.com

Abstrak

Manual bertugas untuk memindahkan benda dengan berdiameter 50 cm dengan tinggi 25 cm dan berat sebesar 200 gram sejauh 15 meter sebanyak 5 kali. Robot manual bertugas juga melontar benda 1 kali sejauh 5 meter ke menara dengan tinggi 1,5 meter dimana jarak antara menara dengan robot adalah 5 meter dengan batas waktu maksimal 3 menit.

Rancang robot manual ini batasan dimensi yang telah di tentukan sebesar 70 x 70 x 120 cm dalam keadaan stastis dan maksismum daya yang diberikan sebesar 24 volt DC. Robot ini memiliki 4 bagian penting yaitu base, lengan, penjepit dan pelontar.

Pada base diberikan sumber daya dari motor listrik untuk mejalankan robot dengan sistem sprocket rantai yang terhubung dengan gear sprocket pada roda belakang robot. Rancangan lengan robot yang di konsepkan supaya dapat naik dan turun sesuai ketinggian yang ditentukan dengan menggunakan sistem transmisi sprocket dan untuk merubah panjang lengan robot pada saat mengambil dan menaruh leafs di tempat yang ditentukan menggunakan sistem slider dengan sumber daya motor listrik.

Mekanisme pada penjepit robot ini menggunakan sistem pneumatic dengan daya sebesar 0,7 Hp untuk menjepit leafs di sistem lengan robot. Selanjutnya untuk proses melontar leafs-nya memakai konsep prinsip pegas. Awalan dari proses sistem pelontar untuk menarik pegas ke belakang mengunakan motor listrik sebagai sumber daya yang ditranmisikan dengan mekanisme rantai .Setelah pegas ditarik ke belakang sebagai persiapan untuk melontar,kemudian pegas dilepas yang mengakibatkan penambahan panjang pada pegas dan gaya yang diberikan kepada leafs dan secara bersamaan melepasnya leafs pada gripers untuk melontarkan leafs sejauh jarak yang ingin di capai.

Kata Kunci : robot manual, sistem pelontar, leafs

Abstract

This study is about the Design of Manual Robot KRI is integrated with the electronic control system technology and run Labview to control the movement. Design of Robot was created with the goal in the competition in Indonesian Robot ContestOn race Robot Robot Contest Manual Manual tasked to move objects with a diameter of 50 cm with a height of 25 cm and a weight of 200 grams as far as 15 meters by 5 times. Robot duty manual also throwing objects 1 time so far with 5 meters to 1.5 meters high tower where the distance between the robot tower is 5 meters with a maximum time limit 3 minutes

This manual designed robot limit has been specified dimensions of 70 x 70 x 120 cm in a state of static and maksismum power supplied by 24 volts DC .. The robot has four important parts of base, arm, grippers and thrower.

On given resource base of electric motors for robots to carry out a system that is connected to the sprocket chain gear sprocket on the rear wheel robot. The design of a robot arm is designed in order to go up and down according to the height specified using the sprocket transmission system and to change the robot arm's length at the time of pick up and put in place the leafs determined using a slider system with electric motor power source.

Clamp mechanism on the robot using a pneumatic system with a power of 0.7 hp to clamp the leafs in the robotic arm system. Furthermore, to process that uses the concept of throwing leafs spring principle. Prefix of the ejection system to pull back the spring to use the electric motor as a power source ditranmisikan with chain mechanism. Having spring pulled back in preparation to throw, then spring is released resulting in increasing the length the spring and the force applied to the leafs and simultaneously removing leafs leafs on gripers to throw as far as the distance that you want to accomplish.

Keywords : manual robot, launcher system, leafs

I. PENDAHULUAN

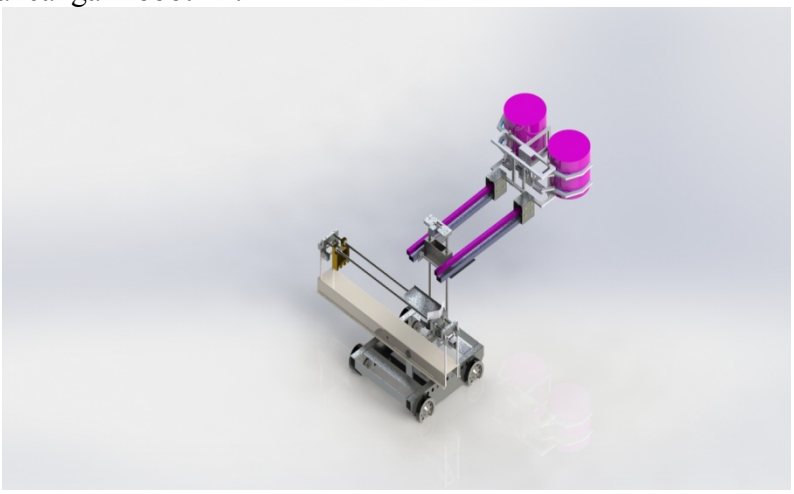
1. Latar Belakang

Rancang Bangun Robot Manual ini dibuat untuk mengikuti perlombaan KRI regional 2 yang diselengarakan oleh DIKTI dengan tema INDONESIA HIJAU dengan bertempat di PNJ. Lomba KRI ini bertujuan untuk mencari perwakilan untuk Indonesia di pentas lomba ABU ROBOCON 2013 dengan tema The Green Planet yang akan diselenggarakan di Da nang – Vietnam yang akan di

ikuti oleh 20 tim negara asia lainya. Lomba ABU ROBOCON yang di ikuti oleh negara – negara yang menjadi anggota Asia Pasifik Broadcasting (ABU) yang beranggotakan 50 negara di asia pasifik. Dan tujuan untuk meningkatkan minat para mahasiswa untuk mulai mengembangkan mesin atau alat yang bersifat mekatronik dan meningkatkan kepekaan mahasiswa terhadap pengembangan bidang teknologi robotika di dalam maupun di luar negeri.

II. KONSEP DESIGN

Pada rancangan bangun robot ini memiliki beberapa bagian yang sangat penting yang menjadi pembahasan pada rancangan robot ini.



Gambar Design Robot Manual KRI

Untuk medesign robot ini secara keselurahan perlu di rancang,di konsepkan dan di analisa terdahulu bagian – bagian dari robot ini secara terpisah lalu sinergikan atau di sambungkan antara satu bagian ke bagian lainya benar supaya komponen – komponen dapat berfungsi sebagaiman mestinya.

Komponen – komponen dari robot manual KRI ini terbagi atas

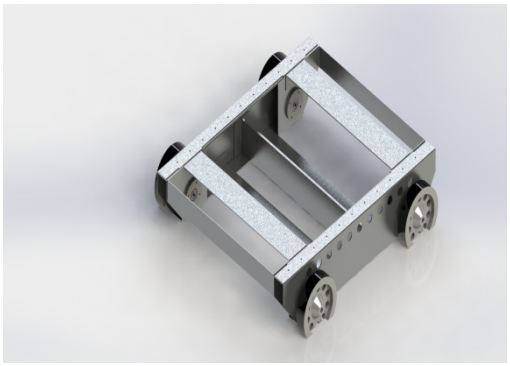
- Base
- Lengan
- Grippers
- Pelontar

Bench Marking Design Base Robot

Konsep design pada base harus bisa mempunyai manuver untuk bergerak secara mudah dan cepat. Penentuan luas base yang di buat perlu di pertimbangkan untuk komponen mekanik dan elektronika terpasang di atas base dengan tidak melebih dimensi 700 x 700 mm. Terakhir pemilihan material pada base perlu di analisa supaya berat robot tidak melebihi 20 kg.

Design Base Robot

Konsep rancangan dari base yang di buat ialah base mengunakan 2 motor listrik untuk berjalan dan berbelok yang keduanya di hubungkan dengan poros yang di tranmiskan dayanya oleh sprocket gear. Dua motor itu mempunyai fungsi yang berbeda ada yang berfungsi untuk mejalankan robot secara lurus atau sejajar dengan jalan dan ada yang berfungsi untuk mejalankan robot secara ke samping atau tegak lurus pada jalan. Di dukukng pula dengan roda omni (omni Wheel) yang bisa bergerak sejajar atau tegak lurus terhadap roda. Hal ini di maksudkan supaya robot bisa bergerak ke arah depan atau samping dengan kecepatan yang sama tanpa perlu membuat manuver robot berbelok atau berputar



Design Base Robot Manual KRI

Komponen – Kompenen Base Robot

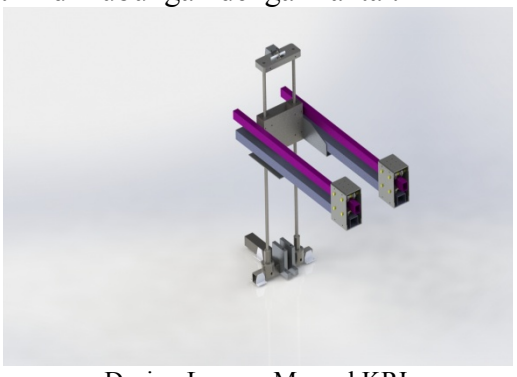
- Motor 2,4 volt
- Sprocket
- Omni wheel
- Rangka base
- Bearing roller

Bench Marking Design Lengan Robot

Batasan dan konsep design pada lengan yang harus di buat saat di assembly mempunyai ukuran yang tidak melewati batas dimnesi robot baik itu secara horizontal maupun secara vertikal yaitu 700 x 700 x 1200 saat keadaaan robot statis tetapi mempuyai pertambahan panjang yang di capai sejarak 1400 mm saat keadaan dinamis di ukur dari permukaan base yang terdekat. Design lengan saat mengambil dan memegang leafs harus bisa melewati tinggi ring sebesar 75 mm dari lantai untuk menaruh leafs di dalam ring. Sehingga design lengan harus mempunyai mekanisme ekstensi lengan saat dinamis dan mekanisme lengan untuk dapat naik dan turun saat memegang leafs

Design Lengan Robot

Konsep rancangan lengan robot yang di buat ekstensi lengan memakai konsep perpanjang telescopic dengan mekanisme roller bearing yang menghubungakan plat dengan plat yang lainya yang digerakan oleh motor listrik yang terhubung dengan rantai yang di pasang di salah satu plat, dimana saat statis kedua plat menjadi satu tetapi saat dinamis salah satu plat keluar dan memanjang seseuai ukuran yang ingin di capai. Untuk naik turunya lengan design yang di buat memakai konsep lift dengan memakai motor listrik di hubungan dengan rantai.



Design Lengan Manual KRI

Komponen – Komponen Lengan Robot

- Motor listrik 12 volt
- Motor listrik 6 volt
- Shaft untuk bearing

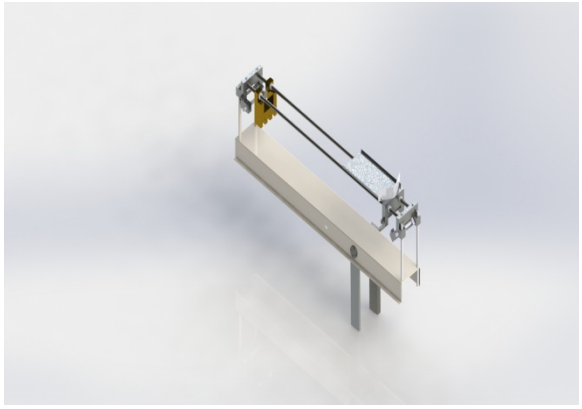
- Bearing roller
- Sprocket
- 2 Rantai 25 mm
- Shaft lifter
- Linear bearing
- Poros lifter

Bench Marking Pelontar Robot

Batasan dan konsep pelontar robot yang di buat saat assembly di robot tidak membuat dimensi robot melebihi ukuran dalam keadaan stastis. Pemilihan konsep untuk melontar sangat penting untuk melontatkan benda seberat 200 gram dengan jarak 5 meter untuk dapat di tempatkan di atas menara setinggi 1,5 meter. Pemilihan material pelontar harus di pertimbangkan, karena berat pelontar yang terlalu berat dapat mengurangi implus yang di berikan boots yang akan di lemparkan.

Design Pelontar Robot

Konsep pelontar robot yang di buat memakai prinsip pegas tekan, pegas yang di tekan oleh part alumunium pejal yang di sebut pelatuk. Pelatuk bergerak menekan pegas karena terpasang rantai yang di beri motor listrik. Setelah pelatuk menekan pegas, pelatuk di tahan oleh part pejal (penahan) dengan pneumatic. Setelah motor listrik mati, penahan pelatuk siap membuka pelatuk supaya pegas memberikan gaya pada boots



Gambar Design Pelontar Robot Manual KRI

Komponen – Komponen Pelontar

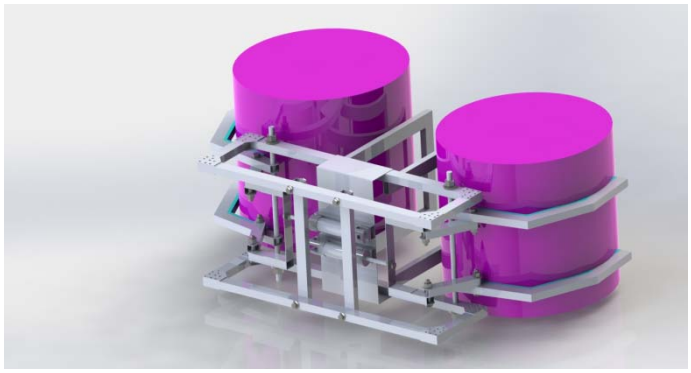
- Pelatuk
- Pneumatic
- Poros pelontar
- Motor listrik
- Sprocket
- Roller bearing

Bench Marking Grippers

Batasan dan design untuk penjepit (grippers) yang di buat saat assembly di robot tidak membuat dimensi robot melebihi ukuran yang telah di tentukan. Design penjepit ringan sehingga tidak terlalu membebani lengan robot. Design penjepit mempunyai kapasitas untuk membawa leafs banyak. Design mekanisme menjepit cepat dan kuat untuk menjepit leafs

Design Grippers Robot

Konsep design grippers yang di buat untuk menejepit benda menggunakan tranmisi pneumatic. Design grippers yang di buat bisa membawa 4 leafs dengan di design terdapat 2 penjepi dan di di tumpuk pada penjepit sebanyak 2 leafs



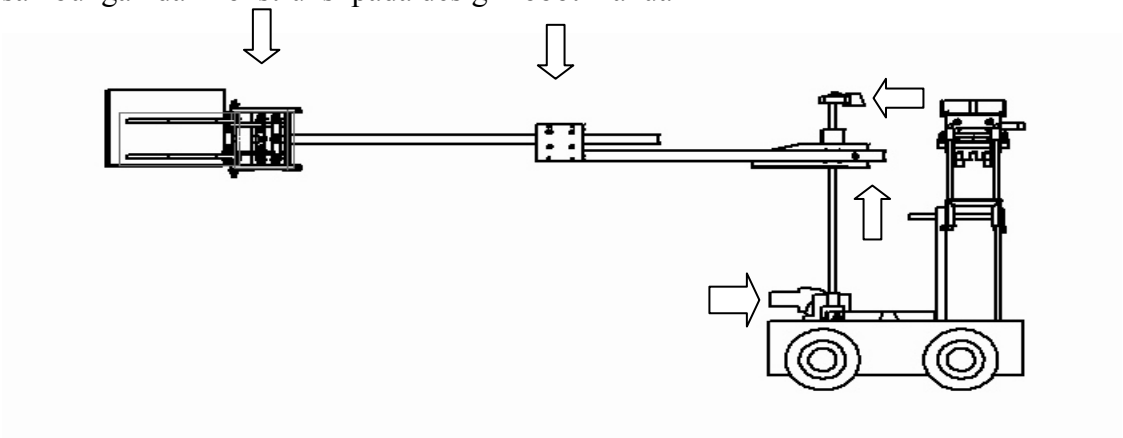
Design Grippers Robot Manual KRI

Komponen – Komponen Grippers

- Rangka Grippers
- Pneumatic
- Poros engsel
- Plat dudukan gripers
- Bearing roller

III. ANALISA DESIGN

Dari hasil design ada beberapa analisa yang bisa untuk di pertimbangkan untuk menentukan sambungan dan konstruksi pada design robot manual KRI



Dari hasil analisa terdapat gaya harus di analisis dan di perhitungkan supaya kontruksi design sesuai yang di ingkan yaitu robot manual konstruksinya haruslah ringan dan haruslah rigid

Untuk menghitung gaya – gaya bekerja pada konstruksi tersebut dapat menggunakan

$\sum F\,y = 0$, $\sum Fx = 0$ *dan* $\sum M = 0$

Dan untuk menganalisa berapa gaya bekerja pada saat pelontar di lemparkan ialahDengan menghitung gaya implus yang terjadi dengan rumus $\boldsymbol{I = \frac{f}{t}}$ yang gaya di dapat dari pegas yang ditekan dengan rumus $\boldsymbol{F = kx}$

Setelah mengihitung gaya dan daya yang bekerja maka haruslah menghitung part – part standar yang akan digunakan seperti bearing, poros yang di gunakan

Analisa untuk bearing yang di gunakan dengan persamaan rumus

$$We = [W_R \; x \; V \; x \; X_R + W_T \; x \; Y_T] \; x \; K_t$$

Umur bantalan diformulasikan sebagai berikut:

$$L = \left[\frac{C}{We}\right]^k x\, 10^6$$

Keterangan :
We : Beban equivalent
WR : Beban Radial
XR : Faktor radial
WT : Faktor thrust
YT : Faktor thrust
Ks : Service factor
V : Faktor putaran
C : Kapasitas beban dinamis dari bantalan

Analisa poros yang digunakan mengunakan persamaan rumus

Untuk poros yang bulat : $J = \pi/32 \times d4$

Dengan demikian diperoleh : $T = \pi/16\ \sigma s\ d3$

$\sigma s = 16\ T/(\pi\ d3)$

d = $\sqrt[3]{\mathbf{16T/(\ \pi\ x\ \sigma\ )}}$

Ket:

J = Momen inersia polar pada penampang dari sumbu yang berputar, (cm^4)
σs = Tegangan geser torsi, (kg/cm^2)
r = jarak dari sumbu netral ke bagian terluar, (cm)
d/2; dengan
d = diameter poros (cm)

IV. KESIMPULAN

1. Design robot manual KRI haruslah seringan mungkin tetapi harus mempunyai sifat rigid
2. Design robot manual harus bisa mengambil dan melontarkan benda seberat 200 gram
3. Mekanisme robot manual harus dibuat sesederhana dan se smudah mungkin untuk di control dengan system elektronika

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Khurmi, R.S,J.K.Gupta,"A text book of Machine design",MKS and SI units,Eurasia publishing House (Pvt) Ltd, Ram Nagar,India 1980
[2] Bueche, Frederick J. "seri buku schaum teori dan soal – soal "Erlangga , Jakarta, 2002

Perhitungan Indek Kompleksitas Fitur Produk Melalui Identifikasi dan Rekognisi Informasi Geometri

Mochammad Sholeh
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta KampusBaru UI Depok 16424, Indonesia
masshool@yahoo.com

Abstrak

Untuk menghasilkan produk yang memiliki tingkat kompetisi tinggi dipasar bebas, industri manufaktur ditantang untuk menghasilkan produk dengan biaya rendah, waktu singkat, dan kualitas tinggi. Peluang untuk memecahkan masalah dapat tercapai bila proses otomatisasi disain dengan memanfaatkan perhitungan kompleksitas produk, melalui identifikasi dan informasi fitur geometri bentuk standar pada awal proses perancangan.

Penelitian bertujuan mengidentifikasi fitur standar yang diklasifikasikan berdasar proses permesinan oleh Jong-Yun Jung dalam penelitian sebelumnya, selanjutnya dilakukan rekognisi informasi fitur geometri untuk menghitung nilai indek kompleksitas produk suatu rancangan. Hasil yang didapatkan dijadikan model pengembangan dalam menentukan kompleksitas relatif suatu produk sesuai dengan metode yang dikembangkan oleh ElMaraghy dalam menghitung kompleksitas produk.

Proses perhitungan diawali dengan penggambaran fitur produk dengan piranti bantu model solid yang disimpan dalam bentuk stp atau *step file* kemudian dilakukan proses ekstraksi menggunakan notepad sehingga diperoleh *Entity, Advance Face* dan *Edge Curve* yang diolah menjadi koefisien relatif produk. Perhitungan indek kompleksitas fitur produk standar menghasilkan nilai kompleksitas tertinggi untuk fitur *rotasional* adalah bentuk *Neck* yaitu 6,30 untuk fitur prismatik bentuk *Slot* yaitu 6,05, untuk fitur *slab* yaitu bentuk *Pocket* yaitu 5,66 dan untuk fitur *Revolving* sebesar 4,94. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai indek kompleksitas fitur produk, maka didapatkan semakin sulit desain bentuk fitur

Keywords : fitur, identifikasi, rekognisi,*Advance Face*, *Edge Curve*, indek kompleksitas

Abstract

To produce a product has high level of competition in free market, the manufacturing industries are challenged to produce product with low cost, short time, and high quality. Opportunity to solve problem could be achieved when automation design process by utilizing calculation complexity products, through identification and information features geometry form standard early in design process.

The research aims to identify standard features classified based on the machining process by Jong-Yun Jung in previous studies, further recognition feature geometry information to compute the index value the complexity of the product design. The results obtained in development model used to determine the relative complexity a product according to method developed by ElMaraghy in calculating the complexity of the product.

The process begins with description the calculation of product features assistive device models that are stored in the form of solid stp or step file and then do extraction process using notepad so acquired entity Advance Face and Edge Curve is processed into a coefficient relative products. The index complexity of the standard product features produced the highest values for rotational feature is the shape Neck is 6.30 ,for prismatic features is shape Slot is 6.05, feature Slab is the a pocket 5.66 and for the revolving feature is 4.94. It can be concluded that the higher the index value the complexity of the product features, it got increasingly difficult to design form features.

Keywords : feature, identification, recognition,Advance Face, Edge Curve, index complexity

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Suatu hal menarik jika seorang mechanical / design engineer yang telah bekerja bertahun-tahun mendesain berbagai macam mechanical parts, masih terus belajar mengenai desain proses, sepantasnyalah bila seseorang telah lama menekuni suatu pekerjaan, maka dia menjadi pakar dalam bidang tersebut. Di bidang desain proses hal tersebut tidak sepenuhnya berlaku, karena desain adalah proses yang berkelanjutan.

Industri otomotif diharapkan menjadi salah satu faktor pendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia. Hal tersebut ditunjukan oleh perusahaan riset Frost & Sullivan yang memperkirakan tahun ini penjualan mobil di Indonesia akan naik moderat sebesar 6,5 persen dari tahun sebelumnya menjadi 948.500 unit dan kenyataan angka penjualan mobil di Indonesia mengalami kenaikan hingga 43% pada bulan April 2012. Perkembangan tentu akan lebih meningkat karena pemerintah memberikan fasilitas kepada industri yang melakukan penelitian,pengembangan dan inovasi. Oleh karenanya

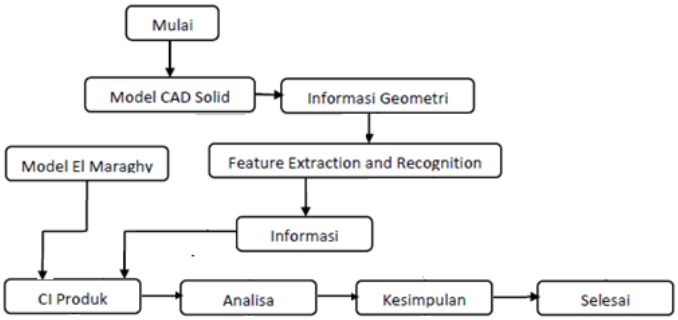
proses desain sampai produksi diharapkan bisa cepat dan produk segera bisa dinikmati masyarakat. Untuk mempercepat proses produksi, maka proses desain harus lebih cepat, dan sudah memperhitungkan bagaimana proses produksinya.

Penelitian ini menggunakan bentuk fitur yang biasa dikerjakan dengan empat buah proses permesinan yang banyak dipergunakan didunia industri komponen mekanik. Proses turning sekitar 24,9 %, milling 20,2 % dan drilling 28,2 % yang secara keseluruhan berarti 73,3 % dari porsi proses permesinan (survey yang dilakukan oleh PERA).[1].

Agar produksi menjadi singkat maka kesulitan- kesulitan dalam proses itu sendiri haruslah dikurangi sehinga selain waktu proses berkurang, biaya juga akan berkurang. Faktor kesulitan yang ada dapat diwujudkan kedalam bentuk angka ,yang dikenal dengan sebutan Indeks Kompleksitas.

II. METODA PENELITIAN

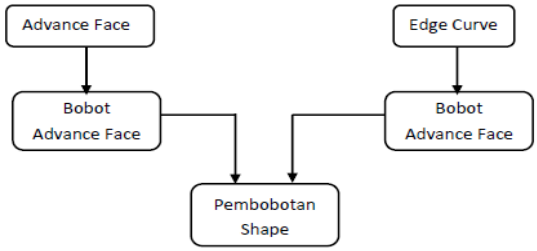
Penelitian diawali dengan penggambaran fitur produk dengan software model solid yang disimpan dalam bentuk stp atau step file.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

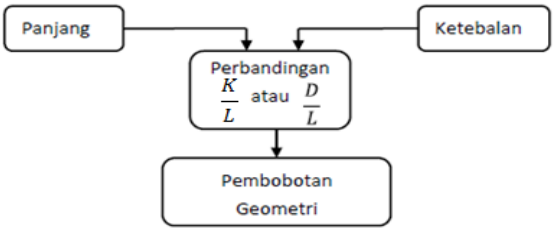
Untuk mendapatkan informasi geometri dilakukan proses ekstraksi dan rekognisi menggunakan software notepad sehingga diperoleh Entity, Advance Face dan Edge Curve yang diolah dengan menjadi koefisien relatif produk selajutnya dihitung indek kompleksitas produk dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh ElMaraghy (lihat diagram alir 1).

Dalam menghitung koefisien relatif produk, diperlukan unsur pembentuk yaitu shape, geometri dan toleransi yang nilai pembobotannya ditentukan berdasarkan hasil ekstraksi dan rekognisi fitur untur shape (diagram alir 2).



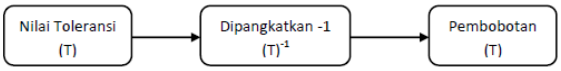
Gambar 2. Algoritma Pengolahan Informasi Shape

Ukuran sebenarnya dari fitur menentukan besaran geometri yaitu perbandingan $\frac{K}{L}$ untuk fitur bentuk empat persegi panjang atau $\frac{D}{L}$ untuk fitur berbentuk silinder (diagram alir 3).



Gambar 3. Algoritma Pengolahan Informasi Shape

Toleransi ditentukan berdasar ukuran panjang dan tingkat kepresisian pengerjaannya , pembobotan ditentukan dengan nilai maksimum 1 untuk nilai tersulit (diagram alir 4).



Gambar 4. Algoritma Pengolahan Informasi Toleransi

III. TINJAUAN PUSTAKA

1. Geometri

Sebagai dasar dipergunakan teori yang berkaitan dengan masalah geometri. Geometri adalah bagian matematika dan selalu berkaitan dengan matematika yang menerangkan sifat-sifat garis, sudut, bidang, dan ruang. Berbicara tentang geometri pasti menyinggung masalah bangun geometri itu sendiri, garis, segi tiga, segi empat, balok, lingkaran, bola dan lain sebagainya, Kunwoo Leedalam *Principle of CAD/CAE system* mengklasifikasikan sistem geometri sebagai *wireframe modeling system , surface modeling system, solid modeling s*ystem dan nonmanifold modeling system. Dalam penelitian ini diteliti berkaitan dengan sistem *wireframe modeling*.

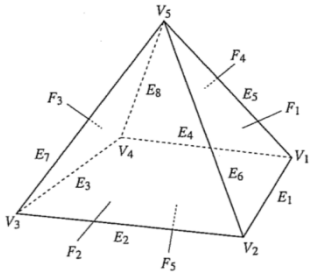
2. Model Boundari

Model sistem Boundari digunakan untuk menambah, mengurangi atau memodifikasi bentuk padat, sebagaimana *vertex*, *edge* dan *face* dengan tujuan untuk memanipulasi secara langsung. Vertex dibentuk, kemudian *edge* dibentuk dengan menghubungkan vertex, selanjutnya permukaan (face) didefinisikan dengan batas edge.

Elemen dasar komposisi batas dari bentuk solid adalah vertex, edges dan faces. Dengan demikian struktur data B-Rep adalah kesatuan dengan informasi tentang bagaimana keterhubungannya. Salah satu bentuk paling sederhana seperti pada tabel 1, yang merupakan struktur data solid yang ditunjukkan pada gambar 1.

Tabel 1. Tiga Tabel Peletakan B-Rep

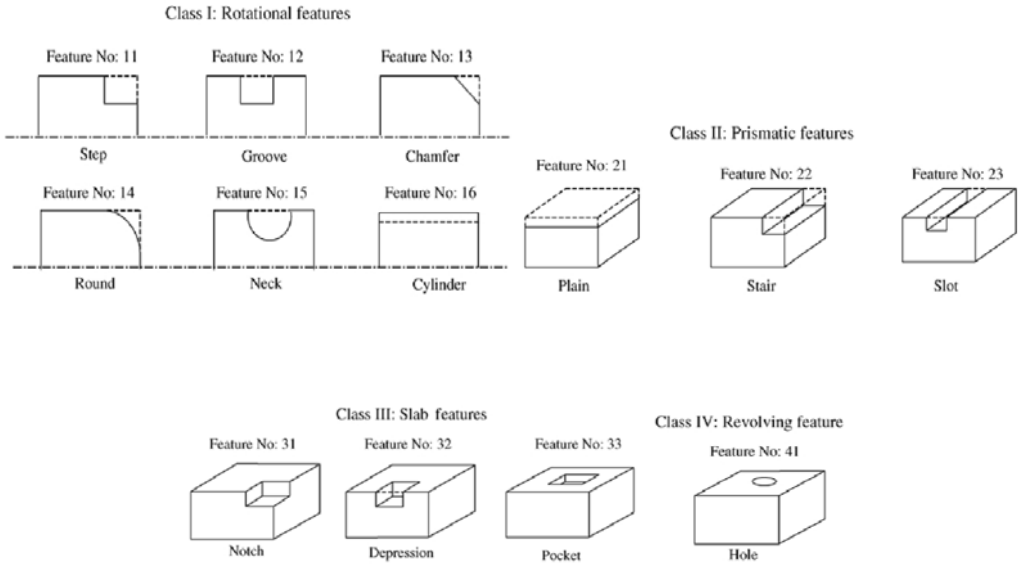
Face Table		Edge Table		Vertex Table	
Face	*Edge*	*Edge*	*Vertices*	*Vertex*	*Coordinates*
F_1	E_1, E_5, E_6	E_1	V_1, V_2	V_1	x_1, y_1, z_1
F_2	E_2, E_6, E_7	E_2	V_2, V_3	V_2	x_2, y_2, z_2
F_3	E_3, E_7, E_8	E_3	V_3, V_4	V_3	x_3, y_3, z_3
F_4	E_4, E_8, E_5	E_4	V_4, V_1	V_4	x_4, y_4, z_4
F_5	E_1, E_2, E_3, E_4	E_5	V_1, V_5	V_5	x_5, y_5, z_5
		E_6	V_2, V_5	V_6	x_6, y_6, z_6
		E_7	V_3, V_5		
		E_8	V_4, V_5		



Gambar 5. Peletakan Data pada geometri Solid

3. Fitur.

Jong-Yun Jung, mengklasifikasikan kelas fitur berdasar proses pembentukan, sebagai berikut. *Step, neck, chamfer, round, cylinder* dan *groove* semua masuk kelas 1. Kesemuanya ini dibentuk menggunakan operasi *turning*, Step memiliki dua ukuran diameter berbeda pada bagian ujung batang. *Groove* mirip dengan *step* tetapi lokasi perbedaan ukuran dibagian tengah batang, *Neck* juga terletak dibagian tengah batang*Chamfer* dan*round* terletak dibagian ujung dari masing-masing batang.



Gambar 6. Klasifikasi fitur

Plain, stair dan *slot*masuk kelas 2 bentuk *fitur prismatic.* Selanjutn*ya Noch, depression* dan *pocke*t masuk kekelas 3 yang memiliki bentuk geometri lebih komplek dari kelas 2. Pengerjaan mesin utamanya dengan menggunakan *end mill* dengan diameter umumnya lebih kecil dari *face mill* atau *slab mill*. Dengan demikian pengoperasian *end mill* memiliki kecepatan pembuangan material (MRR) lebih rendah sehingga meningkat waktu permesinan dan biaya permesinannya. Lobang (Hole) diklasifikasikan kelas ke 4 yang pengoperasiannya menggunakan pengeboran dan *reaming*.

4. STEP file dan stp file

STEP *(**ST**andart for **E**xchange of **P**roduct model data*) adalah standarInternasional yang baru (ISO 10303) untuk mempresentasikan dan mengubah informasi *product model*, sedangkan stp adalah berbasis pada STEP. Hal ini mencakup data objek yang diungkapkan secara khusus menggunakan bahasa tersirat, untuk memprepresentasi data, STEP juga mendefinisikan metode pelaksanaan, misalnya, perpindahan fisik file, dan menawarkan sumber yang berbeda, seperti geometris dan menyatakan penguraian sistem logika dalam penafsiran (*topological*).

STEP adalah spesifikasi bahasa data resmi yang digunakan untuk mempresentasikan informasi produk. Sebagai *fasilitator* dalam pengembangan implementasinya. Hal ini juga memungkinkan

konsistensi pernyataan. STEP menentukan metode pelaksanaan untuk pertukaran data yang mendukung penyajian informasi produk.
Sebuah deskripsi singkat dari beberapa elemen STEP data penting diberikan di bawah ini:
Face_Surface adalah suatu jenis *face* dimana geometri didefinisikan oleh *surface* dan *vertex.*
Edge_Curve adalah jenis tepi yang memiliki geometri sepenuhnya didefinisikan.

5. **5. Kompleksitas Produk**

El Maraghy menyatakan bahwa kompleksitas produk diwakili oleh indeks kompleksitas produk ($CI_{product}$) dan merupakan fungsi informasi / entropy produk, ($H_{product}$), rasio keragaman produk ($DR_{product}$) dan koefisien relatif kompleksitas produk (cj, $_{produk}$). Nilai dari koefisien kompleksitas produk yang relatif berdasarkan pada prinsip-prinsip umum manufaktur dan bergantung pada jenis proses atau volume. Nilainya semakin meningkat dengan upaya yang diperlukan untuk menghasilkan komponen akhir dari produk. Indeks kompleksitas produk $CI_{product}$ untuk merupakan kombinasi rasio keragaman dan kompleksitas relatif, dan dinyatakan dengan informasinya entropi sebagai:

$$C_{I_{product}} = \left(D_{R_{product}} + c_{j,product}\right) * H_{product} \quad \text{atau}$$

$$C_{I_{product}} = \left(\frac{n}{N} + c_{j,product}\right) * H_{product}$$

$$D_R = \frac{n}{N}$$

$D_R$adalah ukuran keunikan atau rasio keragaman yang didefinisikan sebagai rasio informasi yang berbeda untuk informasi total.
$c_{j,produk}$didefinisikan sebagai koefisien pembuatan produk

$$c_{j,product} = \sum_{f}^{F} x_f * c_{f,feature}$$

c_f = Koefisien kompleksitas feature relatif
x_f= Persentase bentuk kesekian x_{th} yang tidak sama
Koefisien kompleksitas relatif adalah rata-rata yang terkait dengan kompleksitas relatif dari berbagai aspek spesifikasi dan fitur yang diberikan, dan diwakili oleh:

$$c_{f,feature} = \frac{F_N * F_{CF} + S_N * S_{CF}}{F_N + S_N}$$

dimana :
F_N = Jumlah feature
F_{CF} = Faktor kompleksitas feature
S_N=Jumlahaspekyang mempengaruhispesifikasi
S_{CF} = Faktor kompleksitas spesifikasi
H_{produk} merupakan entropy produk yang nilainya dinyatakan dengan

$$H = \log_2 N + 1$$

IV. DATA DAN ANALISA

Dalam contoh perhitungan, diambilkan kasus untuk kelas 1, Fitur Rotasional bentuk Step

Tabel 2. Data Shape Fitur Rotasional

SHAPE	Step	Groove	Chamfer	Round	Neck	Cylinder
Advance Face	3	4	2	2	4	4
Edge Curva	6	8	4	4	8	6

Tabel 3. Data dan analisa Geomateri

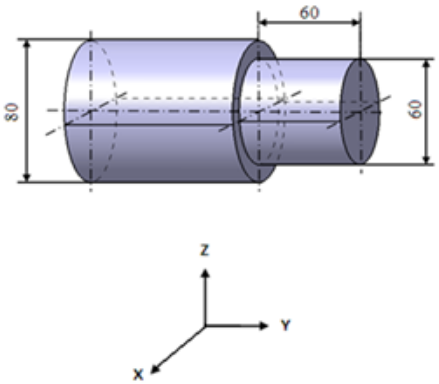
GEOMETRI	Step	Groove	Chamfer	Round	Neck	Cylinder
Panjang (L)	60	40	20	20	40	80
Kedalaman	10	10	20	20	20	5
Perband K/L	0,17	0,25	1,00	1,00	0,50	0,06
Pembobotan	0,17	0,25	1,00	1,00	0,50	0,06

Tabel 4. Analisa Toleransi

Ukuran nominal (mm)		0,5 - 3	3 – 6	6 – 30	30 – 120	120-315	315-1000	1000-2000
Variasi yang diizinkan	Teliti	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Sedang	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40	0,38	0,42
	Kasar		0,25	0,20	0,19	0,17	0,15	0,17

Tabel 5. Perhitungan indek kompleksitas Fitur Rotasional bentuk Step.

Description	Number	Diverstiy
Panjang	1	1
Toleransi	2	2
Diameter	2	2
Toleransi	4	2
Step	1	1
Toleransi	2	2
Kedalaman	1	1
Posisi	1	1
Nilai X	1	1
Nilai Y	1	1
Nilai Z	2	2
SUM	*18*	*16*
H	*4,25*	
$D_{Rproduct}$	*0,89*	



Description	Feature				J = 3	
	Number	Aspect				
		Shape	Geometry	Tolerances	SUM D	D/J
Step	1	0,75	0,17	0,19	1,11	0,37

Sum	1		
Feature	% Features	D/J	Complexity
Step	1,00	0,37	0,37
Cj produk			0,37

CI produk *5,34*

Tabel 6. Hasil Perhitungan Indek kompleksitas Fitur.

Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3		Kelas 4	
Nama	Kompleksitas	Nama	Kompleksitas	Nama	Kompleksitas	Nama	Kompleksitas
Step	5,34	Plain	4,58	Notch	5,24	Revolving	4,94
Groove	5,94	Stair	5,35	Depression	5,37		
Chamfer	5,92	Slot	6,06	Pocket	5,66		
Round	5,89						
Neck	6,3						
Cylinder	3,31						

V. KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan indek kompleksitas fitur produk melalui identifikasi dan rekognisi diperoleh bahwa, indek kompleksitas tertinggi untuk fitur rotasional adalah bentuk Neck yaitu 6,30, indek kompleksitas tertinggi untuk fitur prismatic adalah bentuk slot yaitu sebesar 6,05 , indek kompleksitas tertinggi untuk fitur slab adalah bentuk pocket yaitu sebesar 5,66 , sedang fitur revolving sebesar 4,94.
2. Hasil identifikasi dan rekognisi bentuk fitur diperoleh bahwa *Advance_Face* dan *Edge_Curve* untuk setiap fitur akan bertambah berbanding lurus dengan jumlah fiturnya

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Jong –Yun Jung ," Manufacturing cost estimation for machined parts based on manufacturing features", Journal intelligent Manufacturing: 2002
[2] Lee Kunwoo, "Principle of CAD/CAE system", Addison Wesley Longman,Inc, 1999
[3] Alfais Admiral Syafnil, GA , "Based Feature Recognation of STEP File for CAD/CAM Integration", Universiti Utara, Malaysia, 2009
[4] ElMaraghy, W. H. & Urbanic, R. Jill, "*Modelling of Manufacturing Systems Complexity*", Intelligent Manufacturing Systems (IMS) Centre, Faculty of Engineering University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada , 2003.

Rancang Bangun Mesin Injeksi Molding Impeller untuk PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro) Berbahan Nylon

Ahlan Nurzengky[1] ; Antonius Danny Nugroho[1]; Rahmad Indra Purnama[1] ; Ridwan [1]; Grenny[1] ; Budi[1]
1. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
rahhmadd@gmail.com

Abstrak

Energi potensial air merupakan energi yang dapat terbaharui. Energi tersebut dapat diubah menjadi energi listrik secara maksimal. Sehingga kita tidak perlu lagi bergantung pada energi dari bahan bakar fosil yang mengalami krisis ketersediaan akhir-akhir ini. Salah satu energi yang belum dimanfaatkan secar besar di Indonesia adalah air salah satunya yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (PLTMH). Penentuan type impeller untuk PLTMH yang akan digunakan yaitu sesudah penentuan kapasitas, total head dan jenis cairan yang akan kita pompakan [1]. Keputusan harus kita ambil pada jenis impeller terbatas pada kenyataan kecepatan putar dari impeller dan ukuran dari diameter impeller untuk mencapai efesiensi pompa yang tertinggi. Dan material yang biasa digunakan impeller adalah aluminium alloy dan untuk pembuatannya melalui pengecoran logam yang rumit dan mahal [3]. Dan menggantinya dengan menggunakan plastik Poliamida (Nylon) dengan menggunakan injeksi molding plastik karena tahan UV, tahan lama, ketangguhan ,tahan korosi, rendah biaya pemeliharaan [4]. Pemilihan Nylon ini juga karena teknik pengolahan nylon yang utama adalah cetak injeksi dan ekstrusi. Siklus proses untuk injeksi molding plastik sangat pendek antara 2 detik dan 2 menit. Tekanan injeksinya 40 – 100 [Mpa] (400-1000 [bar]). Dan diperlukan uji untuk produk hasil injeksinya diantaranya uji porositas, uji *impact* dan uji *flowability*. Dan aplikasi penggunaan nylon ini dalam mesin yaitu pelampung tangki bahan baker, blok bantalan, komponen motor, *speedometer*, *gear*, kerangka kaca, penutup tangki bahan baker, *reflector* lampu depan dan penutup stir. Struktur nylon ditunjukkan oleh gugus amida yang berkaitan dengan unit hidrokarbon ulangan yang panjangnya berbeda-beda dalam suatu polimer.

Kata kunci: Impeller, Plastik Polimer, Poliamida Nylon, Injection Molding

Abstract

Potential energy of water is a renewable energy. The energy can be converted into electrical energy to the fullest. So we no longer need to rely on energy from fossil fuels availability crisis lately. One of the untapped energy in abundance in Indonesia is water one of them is Micro Hydro Power Plant (MHPP). Determination of type impeller for the MHPP to be used after the determination of capacity, total head and the type of fluid to be pumped us [1]. We have to make a decision on the type of impeller rotational speed is limited to the fact of the impeller and the size of the diameter of the pump impeller to achieve the highest efficiency. And material used is aluminum alloy impeller and for making metal casting through a complex and costly [3]. And replace it by using plastic Polyamide (Nylon) plastic using injection molding because UV resistant, durable, toughness, corrosion resistance, low maintenance costs [4]. Nylon is also due to the selection of processing techniques is the main nylon injection molding and extrusion. Cycle for plastic injection molding process is very short between 2 seconds and 2 minutes. Injection pressure of 40-100 [MPa] (400-1000 [bar]). And required test results for injection products including porosity test, impact test and flowability test. This nylon and application usage in the engine fuel tank float, bearing blocks, motor components, speedometer, gear, glass frame, fuel tank cover, reflector headlights and steering wheel cover. Nylon structure indicated by the amide groups associated with hydrocarbon repeat units that vary in length in a polymer.

Keywords: Impeller, Plastic Polymers, Polyamide Nylon, Injection Molding

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Saat ini energi listrik merupakan salah satu sumber energi vital bagi kehidupan manusia, baik sektor rumah tangga, komersial, publik maupun industri. Penyediaan energi listrik sudah merupakan salah satu infrastruktur yang wajib dipenuhi agar perekonomian suatu daerah dapat ditingkatkan. Di sisi lain, ketidaktersediaan akan energi listrik merupakan salah satu indikator daerah tertinggal atau kemiskinan.

Sumber energi yang digunakan untuk pembangkit energi listrik saat ini sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak, gas dan batu bara. Maka dengan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil tersebut mengakibatkan menipisnya cadangan sumber energi tersebut, kenaikan atau ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar, polusi gas buang, serta efek rumah

kaca yang disebabkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Oleh karena itu pengembangan dan implementasi sumber tenaga terbarukan yang ramah lingkungan seperti tenaga air, perlu mendapatkan perhatian serius dari berbagai pihak.

Berbagai kebijakan atau peraturan yang dikeluarkan oleh pemerintah untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Misalnya Kebijakan Umum Bidang Energi (KUBE) tahun 1980 dan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 996.K/43/MPE/1999 tentang prioritas penggunaan bahan bakar terbarukan untuk produksi listrik yang hendak dibeli PLN, Peraturan Presiden RI No. 4 Tahun 2010 tentang penugasan kepada PT. PLN untuk melakukan percepatan pembangunan pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi terbarukan. Akan tetapi kebijakan tersebut belum dilaksanakan secara maksimal sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan yang diharapkan. Hal ini terbukti dari data proporsi penggunaan energi sebagai pembangkit tenaga listrik pada tahun 2010 yang menunjukkan proporsi penggunaan energi batu bara sebesar 71%, gas 12%, panas bumi 7%, tenaga air sebanyak 8%, dan BBM sebesar 2% sebagai sumber tenaga [1].

Sumber energi tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan menggunakan turbin air untuk memenuhi kebutuhan energi penduduk di sekitarnya. Energi ini selanjutnya diubah menjadi bentuk energi lain seperti energi listrik. Pada perancangan impeller, jenis dan dimensi sangat tergantung dari kondisi head dan kapasitas yang tersedia [2]. Sehingga agar diperoleh efisiensi optimum, maka turbin air yang beroperasi pada suatu lokasi tertentu akan mempunyai design yang spesifik (tipe maupun dimensi) untuk kapasitas PLTMH 1000 watt [7]. Maka dalam tugas akhir ini dilakukan suatu perancangan impeller plastik sebagai salah satu komponen pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang sesuai.

II. METODOLOGI

Untuk mendapatkan parameter untuk mengembangkan mesin tersebut, terlebih dahulu perhitungan yang dilakukan terhadap ukuran dan gaya-gaya yang akan terjadi pada mesin injeksi dan mesin sentrifugal vertikal molding. Untuk mendapatkan hasil produk berupa impeller yang memenuhi syarat dan kriteria untuk PLTMH maka harus dibuat waktu penginjeksiannya yang sesingkat mungkin, siklus proses untuk injeksi molding sangat pendek, biasanya antara 2 detik dan 2 menit [5] dengan tekanan injeksinya 40 – 100 [Mpa] (400-1000 bar) [6]. Juga pendinginannya menggunakan udara terbuka. Dan juga akan dilakukan beberapa pengujian, diantaranya :

Uji *Melt Flow Rate* , sebelum material diinjeksikan.

Alatnya *Melt Flow Indexer*

Uji *flowability* , sebelum di injeksikan

Pengujian hasil produk terhadap porositas

Pengujian *impact*, *bending* dan *tensile*

Bahan :

“Biji plastik polyamide (PI) atau nylon 66”

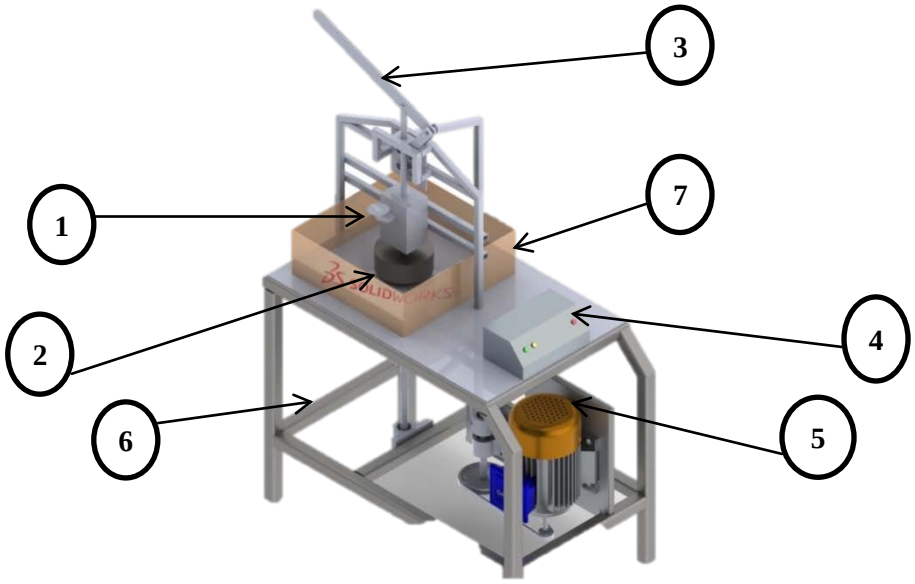
Dari pengujian di atas kami dapat melakukan pengujian selanjutnya yaitu:

1. Uji standar deviasi
2. Uji keseragaman data
3. Uji kecukupun data.

Bahan-bahan beserta mesin yang digunakan untukrancang bangun mesin injeksi molding dan mesin sentrifugal vertikal molding sebagai berikut :

1. Motor
2. Heater
3. Pulley
4. Belt
5. Bearing
6. Poros Ø 1 inch

7. Besi plat t=3 mm (sebagai alas meja yang diatasnya ada controller, sebagai cover penutup)
8. Dies/Mold
9. Baut
10. Mur
11. Elektroda Las
12. Square tube 20 x 20 mm
13. Square tube 40 x 40 mm
14. Mesin bubut
15. Mesin milling
16. Mesin gerinda
17. Mesin potong,CNC
18. Mesin las



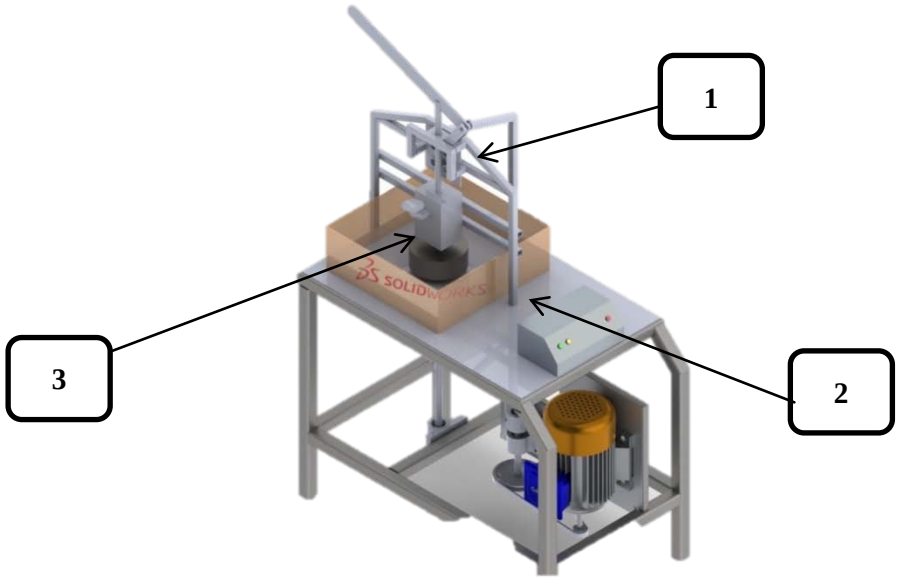
Gambar 1 . Visualisasi komponen utama desain Mesin injeksi dan mesin sentrifugal vertikal molding

Komponen - komponennya :

1. *Heater*
2. Molding
3. Handle jungkit
4. Panel navigasi
5. Motor ¼ Hp , Dengan massa unit cetak 300 gr dan massa cetakan 2.7 kg maka massa total setara 29,43 N. untuk η motor =0.85 dan n (umumnya) = 1400 rpm diperlukan daya 49,67 Watt atau setara 0.067 Hp
6. Rangka
7. Cover penutup

Mesin sentrifugal vertikal molding ini dimodifikasi pada bagian moldingnya yang semula mesin ini untuk mencetak puli allumunium dan diganti dengan molding untuk impeller plastik untuk komponennya bisa dilihat pada Gambar 1 & 3. Juga karena material yang akan diinjeksikan adalah plastik maka dibutuhkan mesin penginjek dengan tekanan penginjeksian plastik, bisa dilihat pada Gambar 2. Maksud dari modifikasi mesin yang sudah ada sebelumnya agar lebih efisien dan maksimal hasilnya, sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen khususnya untuk industry menengah (*Home industry*).

Pada mesin sebelumnya yaitu mesin sentrifugal vertikal mold yang ada itu hanya dirancang untuk pengecoran logam sehingga tidak dipakai mesin injeksi, maka kami menyesuaikan dengan produk yang kita buat yaitu impeller berbahan plastik PI (polyamide).
Posisi mesin injeksi itu tepat berada di atas moldingnya dengan waktu yang akan diatur sesuai dengan analisis selanjutnya agar hasil produknya itu akan sesuai dengan spesifikasi dan waktu pendinginan material juga harus diperhitungkan, seperti diketahui siklus proses untuk injection molding sangat pendek, biasanya antara 2 detik dan 2 menit.

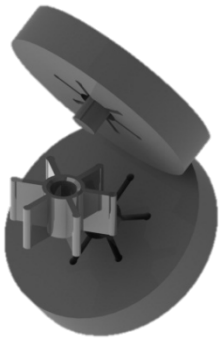


Gambar 2 . Spesifikasi konsep mesin Spesifikasi konsep desain Mesin injeksi dan mesin sentrifugal vertikal molding

Mesin terdiri dari 3 komponen utama yaitu:

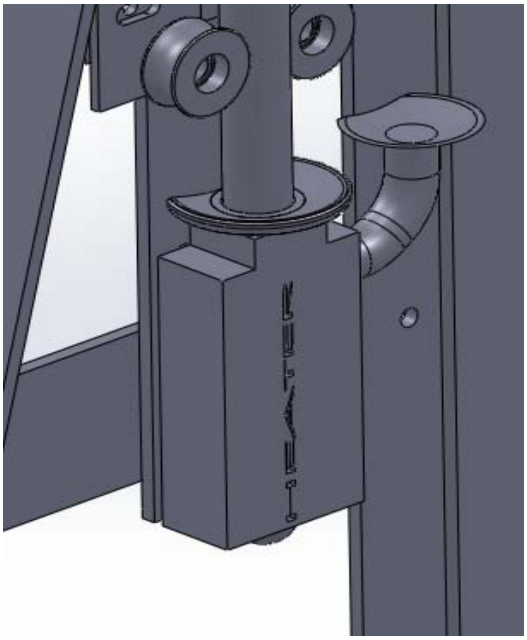
1. Elemen mesin penginjeksi dengan jungkit manual
2. Mesin sentrifugal vertikal mold
3. Mold impeller

Untuk menghasilkan produk impeller plastik dalam satu rangkaian unit kerja,di rencanakan mesin ini hanya menggunakan 1 buah motor listrik dengan daya sebesar ¼ HP dengan putaran 1400 RPM agar lebih banyak variasi putaran sehingga bisa meneliti berapa putaran optimal dalam membuat impeller itu.
Untuk komponen mold nya dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini.



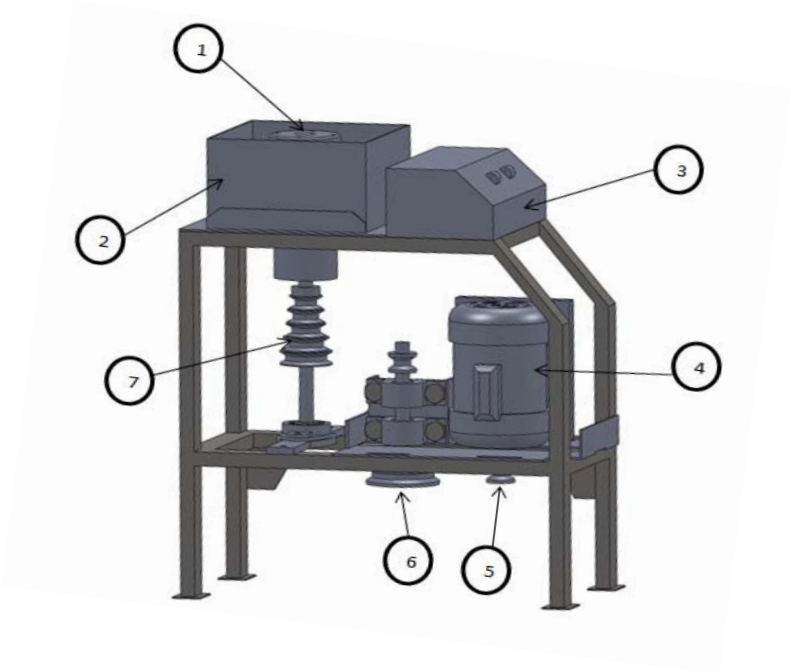
Gambar 3. Desain molding plastik beserta impellernya untuk komponen impeller PLTMH

Untuk komponen heaternya seperti gambar berikut ini :



Gambar 4. Komponen heater untuk mencairkan biji plastik nylon

Untuk mesin sentrifugal vertikal moldingnya seperti gambar dibawah ini:



Gambar 5.Visualisasi mesin sentrifugal vertikal molding tanpa mesin injeksi molding , beserta komponennya

Komponen dari mesin sentrifugal vertikal molding :

1. Dies
2. Cover
3. Navigation Panel
4. Electrical Motor
5. Driver Pulley
6. Reducer Pulley
7. Driven Pulley

III. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil konsep pengembangan mesin injeksi dan mesin sentrifugal vertikal molding, dapat diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Mesin ini menggunakan sistem mold yang berputar vertikal agar mendapatkan kualitas impeller yang lebih baik dari segi kekuatan dan struktur setelah pengujian
2. Dengan adanya mesin ini, biaya untuk perawatan PLTMH akan jauh lebih hemat, khususnya untuk komponen impeller yang semula menggunakan material alluminium alloy akan menjadi lebih murah dengan penggunaan material plastik ini
3. Pemilihan menggunakan sistem injeksi ini dalam proses molding plastik memerlukan tekanan yang ditentukan sehingga tidak hanya bisa mengandalkan gravitasi, maka diperlukan mesin penginjeksi
4. Menggunakan mesin sistem mold yang berputar vertikal juga membantu cairan plastik untuk masuk ke dalam ruang yang sempit dan sudah dipastikan semua rongga terisi
5. Pada mesin sentrifugal vertikal molding terdapat berbagai variasi *driven pulley* sehingga akan terdapat berbagai variasi putaran [RPM] agar lebih banyak variasi putaran sehingga bisa meneliti berapa putaran optimal dalam membuat impeller itu.

IV. DAFTAR PUSTAKA

[1] http://id.wikipedia.org/wiki/Mikrohidro
[2] http://en.wikipedia.org/wiki/Impeller
[3] http://id.wikipedia.org/wiki/Injection_molding
[4] http://mesinunimus.files.wordpress.com/2008/02/sifat-karakteristik-material-plastik.pdf
[5] http://lathif-cyber.blogspot.com/2011/12/molding-plastic-injection.html
[6] http://fportfolio.petra.ac.id/user_files/98-008/Asugondo_PETRA.pdf
[7] http://packo-international.com/products/mixers/agigators/agigator_accessories/impeller/impeller.php

BIDANG MATERIAL, ELEKTRICAL, DAN OTOMASI

Studi Efisiensi Pemakaian Daya Penggerak Model Buka-Tutup Palang Pintu Berbasis RFID

Sugeng Mulyono S[1]; B.S.R. Purwanti[2]; J. Wiji[3]
1. Dosen pada Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Mesin
2. Dosen pada Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Elektronika Industri
3. Mahasiswa pada Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Elektronika Industri
Politeknik Negeri Jakarta
Jalan Prof. Dr. GA. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
sugeng_mulyono30@yahoo.com.

Abstrak

Penelitian ini untuk mengetahui efisiensi pemakaian daya motor DC untuk buka-tutup model palang parkir. Buka-tutup palang parkir masih dilayani petugas parkir secara manual. Peningkatan pelayanan perparkiran dengan buka-tutup otomatis perlu dilakukan.

Model palang parkir terdiri atas mode otomatis dan semi otomatis dengan dua sub-sistem, perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri atas mikrokontroler (µC) ATMega8535, rangkaian driver motor L298N, motor DC, palang parkir, ID dan Tag-box RFID (Radio Frequency Identification). Palang parkir dikontrol oleh µC ATMega 8535. Perangkat lunak adalah Visual Basic (VB). RFID sebagai verifikasi data dengan memonitor keluar masuk kendaraan di area parkir. RFID Tag berjenis EM4001 berupa ID card.

Penelitian dimulai dengan mengetahui efisiensi daya motor setelah RFID Tag merespon dan mentransmisikan gelombang radio 125kHz - 134 kHz. Tag ini berisi data yang unik,. ID pada tag akan dibaca oleh RFID Reader jenis ID-12 yang bekerja pada level tegangan 5V DC dengan frekuensi 125 kHz. Koneksi RFID Reader secara wireless. Jarak pembacaan RFID Reader maksimum 6cm. Format output data ASCII berbentuk serial UART RS232 dengan baud rate 9600 bps, 8bit data, none parity. PC akan mengirimkan output RFID menggunakan program Visual Basic ke mikrokontroler 8535 dengan komunikasi serial RS232 ke USB converter.

Sistem otomatis diaktifkan µC, palang parkir membuka/menutup setelah sensor PIR mendeteksi gerakan. Driver (IC L298N) motor memerlukan catu daya yang sesuai untuk buka-tutup palang parkir. Hasil penelitian arus keluaran L298N (1300 mA), tegangan keluaran (12,8V). Tegangan rangkaian catu daya sebesar 15V (motor DC) dan 12V (minsyst), efisiensi pemakaian daya kedua mode sebesar 74,28%.

Kata Kunci : efisiensi, daya, palang, perparkiran, RFID

Abstract

This research is for obeserving the power efficiency of DC motor to open-close parking portal model. The portal was still operated manually. It's necessesary an automatic system for improoving the services.

Parking portal model consisted of automatic and semiautomatic mode with two sub-system, hardware and software. Hardware consisted of microcontroller (µC) ATMega8535, motor driver circuit L298N, DC motor, portal, ID and RFID (Radio Frequency Identification) Tag-box. Portal is controlled by µC. Software is Visual Basic (VB). RFID function as data verification by monitoring incoming-outgoing vehicle in the parking area. Tag RFID EM4001 type having ID-Card form.

The research was started by observing the power efficiency of motor after RFID-Tag responding and transmitting radio wave 125 – 134 kHz. The Tag has a unique data. ID on the Tag was read by RFID Reader ID-12 type working on voltage level 5 V DC with frequency 125 kHz. RFID Reader connection was wireless. Maximum reading distance of RFID Reader was 6 cm. ASCII output Data format was serial UART RS232 with baud rate 9600 bps, 8bit data, none parity. PC will send RFID output using Visual Basic to microcontroller with communication serial RS232 to USB converter.

Automatic system was activated by µC, portal opens-closes after PIR sensor detecting a movement. Motor driver needs adequate power supply to open-close the portal. The results of this research were: output current (1300mA), the output voltage (12,8V). Circuit voltage of power supply was 15V (DC motor) and 12V (minsyst), power efficiency the both modes was 74,28 %.

Keywords : efficiency, power, portal, parking, RFID

I. PENDAHULUAN

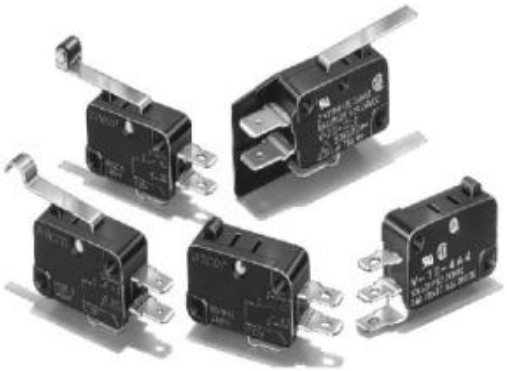
1. Latar Belakang

Teknologi penjaminan keamanan saat parkir menjadi tuntutan utama pemilik kendaraan. Palang pintu merupakan alat pengaman, pengatur keluar-masuk kendaraan dari areal parkir. Pengatur buka-

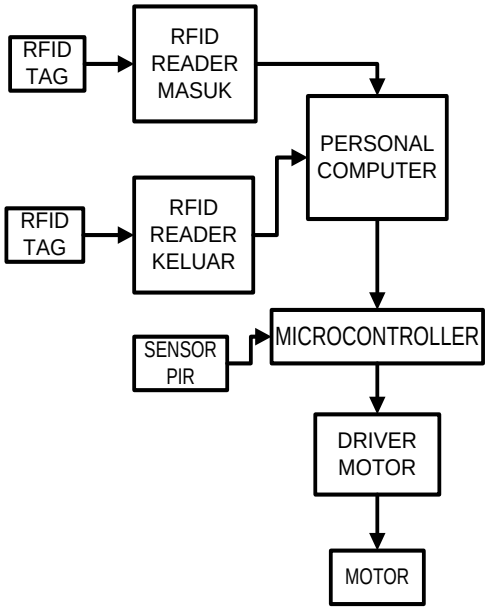
tutup pintu parkir, selanjutnya disebut palang dan umumnya masih manual. Penjaga keamanan biasanya satpam di areal parkir motor menarik/mengangkat palang. Bahkan tanpa palang pintu parkir, peluang terjadi pencurian sangat besar. Peparkiran perlu teknologi/sistem untuk efisiensi waktu/tenaga [1] & meningkatkan pengamanan. Data pengguna perparkiran dapat melalui nomor unik pada Tag RFID yang terdeteksi oleh Box RFID. Tag RFID terbaca nomor uniknya oleh *box reader* [2], selanjutnya mikrokontroler mengatur motor untuk buka-tutup pintu palang. Palang dapat naik/turun setelah driver menginstruksikan [3] catu daya yang sesuai. Penelitian ini membahas tentang pemakaian daya yang digunakan oleh driver sebagai penguat motor DC. Mikrokontroler diprogram dengan bahasa C, *dicompiler CodeVision* AVR mengendalikan driver motor. Otomasi gerakan buka-tutup diatur mikrokontroler ATMega 8535 dan pemrograman *Visual Basic (VB)***.** Tujuan umum penelitian adalah merancangbangun perparkiran terkomputerisasi berbasis *RFID dan Visual Basic.* **Tujuan khusus penelitian mandiri adalah** mengetahui pemakaian daya, efisiensinya sebagai penggerak motor untuk buka/tutup palang parkir.

II. METODOLOGI

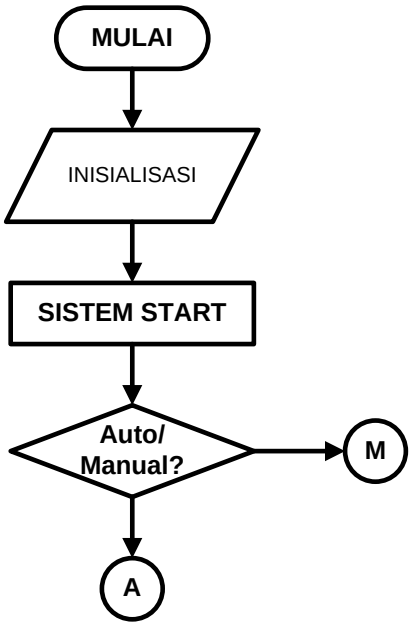
Mikrokontroller ATMega 8535 sebagai pusat instruksi [1] buka tutup palang parkir ke modul *driver* motor DC H-Bridge. ATMega8535 kelas AVR [RISC 8 bit]. Instruksi buka tutup palang dikemas dalam 16-bits *word*, sebagian besar di eksekusi dalam satu siklus *clock*. *Driver* mengatur pergerakan motor DC untuk apilkasi masuk/keluar robot (model) kendaraan [2] agar palang pintu naik/turun atau buka-tutup. Rangkaian *driver* motor DC berupa transistor, *relay*, atau IC (*Integrated Circuit*). Rangkaian *driver* motor DC menggunakan sistem *H-Bridge*, dikemas dalam IC L298N.



Gambar 1 Limit Switch



Gambar 2 Blok Diagram Sistem



Gambar 3 Flowchart Subsistem

Driver tipe H mengontrol putaran motor yang dapat diatur arah putarannya CW (*Clock Wise*), maupun CCW (*Counter Clock Wise*). IC L298N (4 *channel driver)* mengalirkan arus sebesar 600 mA per *channel*. Rangkaian *driver* motor L298N memiliki empat buah port *input* dan empat buah port *output* [2]. Port-port hanya dimanfaatkan 50 % saja, sesuai kebutuhan dan penyederhanaan sistem. Driver motor menggerakkan palang pintu naik-turun atau buka-tutup (dua *port output*) setelah mendapatkan informasi sensor sebagai pendeteksi benda (*satu port input*). PIR Amn12111 merupakan sensor pendeteksi gerak berdimensi kecil, sensitifitasnya tinggi terhadap perubahan gerakan [3]. Perubahan gerakan terdeteksi secara elektrik (1-5 volt) pada jarak tertentu, dilengkapi lensa *fresneal.* Lensa *fresneal* dapat langsung dihubungkan dengan sistem mekanik [4] sebagai kontroler. Salah satu sensor mekanik adalah *Limit Switch* merupakan sensor pembatas, mengirim sinyal setelah menyentuh benda. Sistem mekanis dan pendeteksi benda akibat tekanan atau tersentuh. *Limit Switch* (Gambar 1) berfungsi untuk membatasi gerak kerja mekanik.

Motor DC (*Direct Current*) berfungsi untuk mengubah tenaga listrik (sinyal sensor) menjadi tenaga gerak/mekanik. Tegangan motor DC bervariasi, 3V, 6V, 12V dan 24V berpengaruh pada putarannya. Motor DC akan berbalik arah jika polaritas tegangan yang diberikan juga berubah. Motor DC bekerja berdasarkan *output* yang dikontrol dengan sistem cerdas [5] berbasis Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan dapat diprogram pada PC (Personal Computer). Program JST bekerja setelah mendapat sinyal input dari sensor dan mendapat instruksi dari mikrokontroler (pengendali). Rangkaian catu daya memberikan *supply* tegangan pada alat pengendali. Perangkat elektronika dicatu oleh sumber arus searah DC yang stabil agar dapat bekerja seara konsisten.

Rangkaian catu daya mendapatkan sumber tegangan sebesar 220 volt AC, diturunkan melalui trafo. Selanjutnya tegangan AC diturunkan dan disearah kan oleh *diode bridge* menjadi tegangan DC. Rangkaian untuk menyearahkan tegangan digunakan *diode bridge* karena mempunyai tegangan *ripple* yang lebih baik dibandingkan *diode* jenis lain.

1. Kendaraan Masuk-Keluar

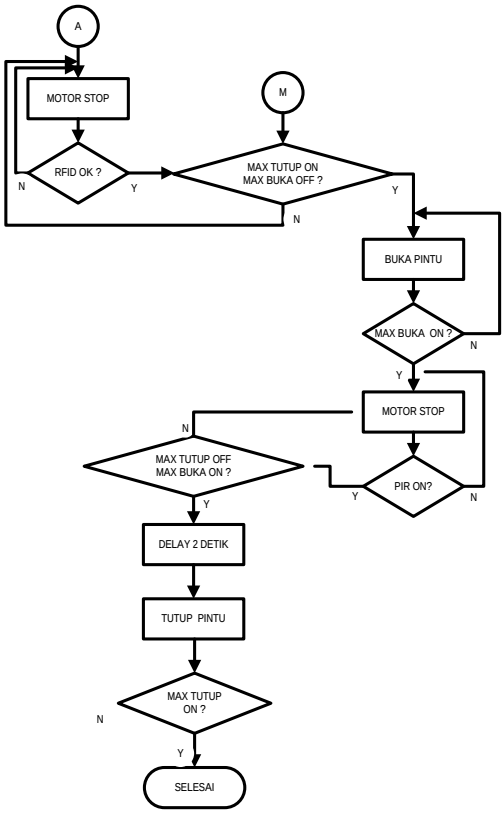
RFID Tag Card didekatkan ke box RFID Reader (Gambar 2). Kode dalam tag RFID dikirim ke laptop menggunakan komunikasi serial dengan interface USB. *Visual Basic* mencari dalam database ID yang bersangkutan sudah terdaftar jika ada maka akan mengirim perintah buka palang ke mikrokontroler.

Mikrokontroler mendapat perintah dari server/PC untuk menggerakan motor dan motor akan menggerakan palang. VB akan menampilkan data kendaraan yang terakhir masuk dan keluar. Palang akan otomatis tertutup setelah kendaraan melintas dan mengenai sensor PIR.

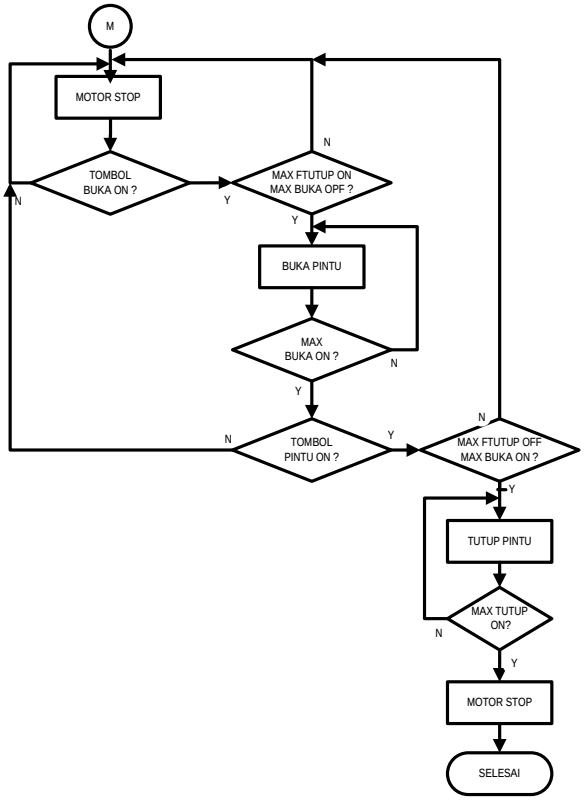
Cara kerja kendaraan keluar sama seperti saat kendaraan masuk, hanya informasi jumlah kendaraan akan berkurang satu dan di database juga sudah ter-*update*. Perancangan Perangkat Lunak Sistem bekerja pertama kali akan memilih mode auto dengan menggunakan PC dan PIR sebagai *trigger* buka dan tutup palang. Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 merupakan alur algoritma sub-sistem.

2. Perancangan Mode Auto

Secara *default* sistem bekerja secara auto yaitu buka palang menggunakan *trigger* dari PC, tutup palangnya menggunakan PIR sebagai *trigger*. Saat sistem bekerja secara auto, mikrokontroler menginstruksikann motor untuk berhenti. Mikrokontroler mendapat input data dari PC berupa *char* B menginstruksikan motor untuk bergerak buka palang dengan syarat palang harus dalam keadaan tertutup. Jika dalam keadaan terbuka harus ditutup terlebih dahulu menggunakan mode manual. Mikrokontroler memerintahkan motor untuk bergerak buka sampai menyentuh *limit switch* batas maksimal buka, sehingga motor berhenti. Setelah palang terbuka pengendara motor akan melewati sensor PIR. Sehingga PIR akan memberikan *input*-an ke mikrokontroler untuk bergerak tutup palang setelah *timer* selesai menghitung selama 2 detik. Mikrokontroler memerintahkan motor untuk bergerak tutup sampai menyentuh *limit switch* batas maksimal tutup, sehingga motor berhenti.



Gambar 4 Flowchart Mode Auto



Gambar 5 Flowchart Mode Manual

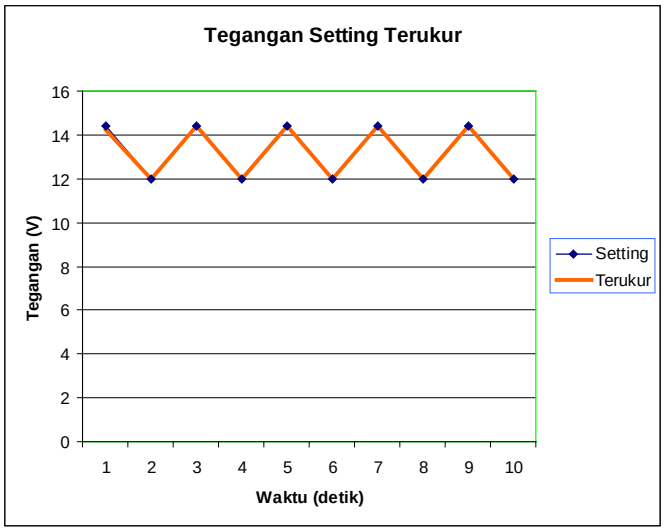
3. Perancangan Mode Manual

Mode manual digunakan saat sistem auto bekerja tidak normal. Prinsip kerja mode manual hanya menggunakan *input* dari tombol *push button*. Tombol buka ditekan dan kondisi pintu dalam keadaan tutup maka motor akan bergerak buka dan motor akan berhenti jika batas maksimal buka *on* atau tombol dilepas, begitu pula jika tombol tutup ditekan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Catu Daya

Pengukuran Tegangan Motor (Gambar 6):

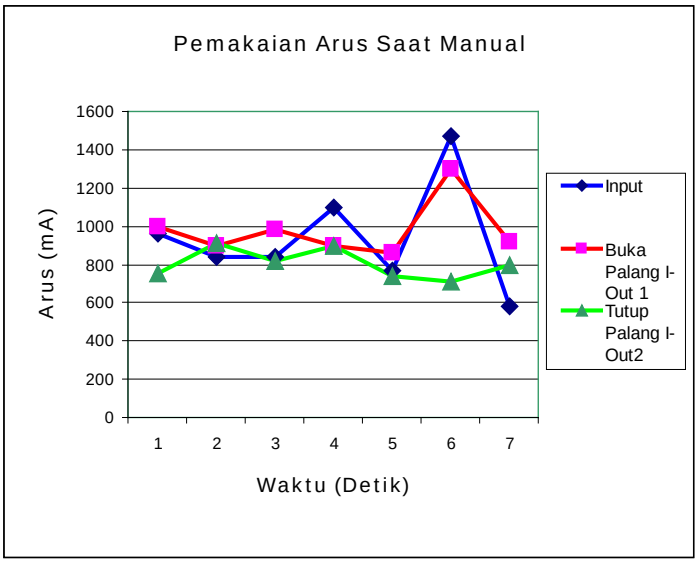


Gambar 6 Pengujian Catu Daya

2. Pengujian Pemakaian Arus

Pengukuran arus (Mode Auto dan Mode Manual) pada kaki *input* dan *output* dari *driver* motor L298. Pin-pin *output* dan *input* yang di ukur yaitu pin *input* tegangan untuk motor (Vs), pin *input* tegangan untuk TTL L298 dan pin *output* untuk motor DC (OUT 1 dan OUT 2).

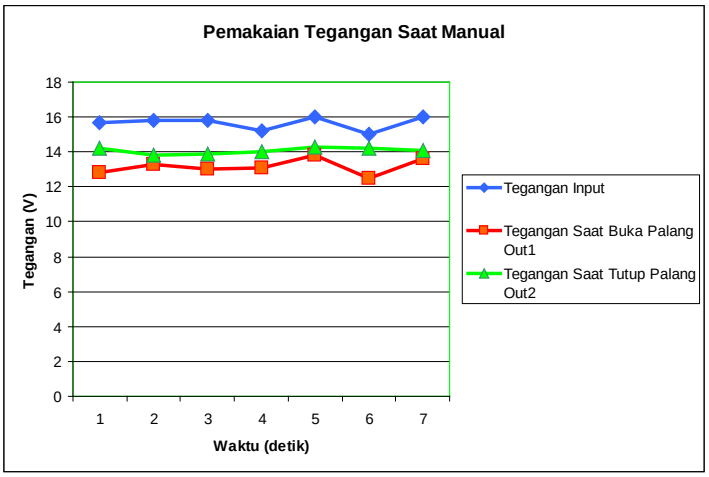
Gambar 7 menunjukkan bahwa pemakaian arus mode manual meningkat seiring bertambahnya waktu saat buka/tutup palang. Pemakaian arus mode auto menurun seiring bertambahnya waktu saat buka/tutup palang.



Gambar 7 Pemakaian Arus Mode Manual

3. Pengujian Pemakaian Tegangan

Pengukuran tegangan saat mode auto (Gambar 8) maupun mode manual perbedaannya tidaklah signifikan saat buka maupun tutup palang.



Gambar8 Pemakaian Tegangan Saat Mode Manual

4. Hasil dan Pembahasan

Pemakaian arus mode auto (Gambar 7) lebih efisien dibandingkan mode manual (Gambar 8). Penyebab perbedaan penggunaan arus adalah beban motor yang di tanggung mode manual lebih besar. Rangkaian *driver* digunakan untuk mengatur arah gerak aktuator berdaya besar dengan *input* berdaya kecil. Rangkaian *driver* diperlukan untuk menyediakan daya yang tidak dapat dipenuhi oleh mikrokontroler namun dibutuhkan aktuator untuk mengaktifkan motor. Sebaiknya aktuator dicek dahulu konsumsi arusnya ketika *overshoot* sebelum menentukan jenis *driver* motor yang akan digunakan karena bertujuan untuk menentukan rangkaian pengendali yang akan digunakan.

Efisiensi dari *driver* motor, dapat dilihat pada nilai tegangan dan arus dari tiap-tiap pengujian. Data pengujian *driver* motor ke 3 pada saat auto arus *input* terbesar yaitu 1474 mA dan arus *output* terbesar saat buka palang sebesar 1300 mA

Efisiensi dari *driver* motor sebagai berikut:

Perhitungan daya input:

$$P_{input} = V_{input} \text{ x } I_{input}$$

$$P_{Input} = 15{,}2V x 1470mA$$

$$P_{Input} = 22{,}40W$$

Perhitungan daya output:

$$P_{output} = V_{output} \text{ x } I_{output}$$

$$P_{Output} = 12{,}8V x 1300mA$$

$$P_{Input} = 16{,}64W$$

Perhitungan efisiensi rangkaian:

$$\eta = \frac{P_{Output}}{P_{Input}} x100\% = \frac{16.64W}{22.40} Wx100\%$$

$$\eta = 74{,}28\%$$

Efisiensi mendekati 75 %

Driver motor memiliki efisiensi hampir 75% & saat motor membuka/menutup palang, walaupun belum/tanpa rangkaian penguat.

Pengujian catu daya di fokuskan pada tegangan keluaran dari kedua modul catu daya yaitu 15V dan 12 V. Perbedaan tegangan yang diharapkan dengan tegangan yang terukur (Gambar 6), pengukuran rata-rata diperoleh:

Persen Kesalahan (%):

$$\frac{\text{Pengukuran} - \text{Teori}}{\text{Teori}} x100\%$$

Tegangan 15 Volt:

Persen Kesalahan= $\frac{14.9 - 15}{15}\% = 0.6$ (%):

Tegangan 12 volt:

Persen Kesalahan= $\frac{11.9 - 12}{12}\% = 0.08$ (%)

Nilai tegangan antara pengukuran dengan hasil yang diharapkan memiliki selisih yang sangat kecil. Sehingga dikatakan rangkaian *Power Supply* memiliki kualitas yang cukup bagus, penelitian dapat dilanjutkan sampai terwujudnya tujuan umum penelitian yakni **rancangbangun sistem buka-tutup palang parkir motor** pada sistem perparkiran yang terpadu.

IV. KESIMPULAN

Rangkaian *driver* dapat mengerakkan motor berarus besar dengan efisiensi untuk beban terbesar yaitu 74,28%. Peningkatan efisiensi perlu dilakukan dengan mengubah disain palang dari bahan yang lebih ringan.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Halomoan, Junartho. "**Aplikasi RFID pada Pasar Swalayan SNATI 2010**". ISSN 1907-5022 : 2010

[2] Satya,Nuryono. "Penerapan Multi Mikrokontroler Pada Model Robot Mobil Logika Fuzzy.", 7(3), ISSN:1693-6930 : 2009

[3] Prawiroredjo, Kiki. "Robot Pengantar Barang Otomatis Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega16." *Jurnal Elektronika. Dosen Jurusan Teknik Elektro-FTI.* Universitas Trisakti. 8(1): 17–36; ISSN: 1412-0372 : 2008

[4] Mirdanies, Midriem. "Rancang Bangun Sistem Kontrol Mekanisme Pelacakan Matahari Beserta Fasilitas Telekontrol Hemat Energi." *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular.* 2 (1) Technology, ISSN 2088- 6985 : 2011

[5] Wiryadinata, Romi. "Simulasi Jaringan Syaraf Tiruan Berbasis Metode Backpropagation sebagai Pengendali Kecepatan Motor DC." *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi.* Yogyakarta. ISBN: 979-756-061-6 : 2005

Aplikasi Smart Building dengan Programmable Logic Controller

Aan Anita[1]; Abikrisna Rekasina[1]; Citra Chasyiatillah[1]; Dwiky Nugraha[1]
1. Teknik Mesin Prodi Konversi Energi, Peminatan Listrik Instrumentasi LNG Academy Bontang, Kalimantan Timur
listrik_instrumentasi@yahoo.com

Abstrak

Saat ini konservasi energi menjadi isu yang sangat penting karena sumber daya energi semakin berkurang. Sehingga diperlukan suatu cara untuk melakukan penghematan dalam semua bidang, salah satunya energi listrik di perkantoran.
Perangkat yang paling banyak mengkonsumsi energi listrik di perkantoran adalah lampu dan *Air Conditioning* (AC). Sehingga perlu dirancang suatu sistem yang dapat menghemat penggunaan energi lstrik yang dikonsumsi secara berlebihan oleh lampu dan AC.
Untuk melakukan penghematan itu maka kami membuat sebuah project yang berjudul "Aplikasi Smart Building dengan Programmable Logic Controller". *PLC* yang digunakan adalah *PLC* Allen Bradley dengan *software* RS-Logix.
Objek untuk implementasi project ini ialah pengontrolan lampu dan *AC* ruangan yang ada di Gedung Training PT Badak NGL. Aplikasi ini akan diterapkan pada ruangan yang dianggap memerlukan penghematan energi listrik. Penghematan dilakukan dengan cara mengatur penggunaan *AC* dan lampu secara otomatis. Sensor digunakan untuk mendeteksi gerakan manusia yang ada di dalam ruangan untuk memberikan input kepada *PLC*. Dengan menggunakan sistem ini diharapkan biaya energi listrik untuk penggunaan *AC* dan lampu dapat dihemat secara signifikan.

Kata kunci: konservasi energi, energi listrik, perkantoran, lampu, *AirConditioner*, *PLC*

Abstract

Today,theenergy conservation become critical issue because the energy resources are significantly decrease. And we need to find a way to save the energy consumption in various field, for example is the electrical energy in the office. Air Conditioner and lamp are the equipment that needmost of electrical energy in the office.
To save the energy consumption, we prepare this project with title "Aplikasi Smart Building dengan Programmable Logic Controller". In this project we use PLC Allen-Bradley with software RS-Logix.
Object for the implementation of this project is to control the use of AC and lamp at Training Building in PT Badak NGL. The application of this system will be implemented to any rooms that the electrical energy consumption considered to be save. This system will maintain and control the use of AC and lamp by sensing the presence of human object and gives an input to PLC. With this system, we can save the consumption of electrical energy for AC and lamp significantly.

Keywords : energy conservation, electrical energy, office, lamp, Air Conditioning (AC), Programmable Logic Controller (PLC)

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Hampir seluruh kegiatan manusia saat ini membutuhkan energi listrik. Pemakaian energi listrik yang berlebihan akan mengakibatkan kerugian bagi manusia, khususnya untuk energi listrik yang menggunakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui. Maka dari itu, pemakaian energi listrik harus dihemat.
Peralatan elektronik yang mengkonsumsi energi listrik antara lain lampu dan *AC*. Banyak manusia yang mengabaikan penggunaan lampu dan *AC*. Upaya penghematan tersebut adalah perlunya dipasang rangkaian saklar lampu otomatis dengan menggunakan pengaruh keberadaan manusia dan juga pengaruh jumlahnya pencahayaan.

II. EKSPERIMEN

Dalam penelitian ini, kami menggunakan PLC dan beberapa sensor seperti *Passive Infrared* Sensor dan *Photodioda* untuk menjalankan sistem ini.
Tahapan penelitian dalam penulisan ini, antara lain:

1. Pembuatan konseptual desain untuk penghematan pemakaian lampu dan AC ketika tidak perlukan.
2. Membuat rancang bangun dalam skala laboratorium.

3. Evaluasi penggantian jenis lampu.
4. Implementasi di Gedung Training PT. Badak NGL.

Pada makalah ini, tahap pertama dan kedua telah dilakukan dantelah membuat sistem otomatis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Cara Kerja Sistem

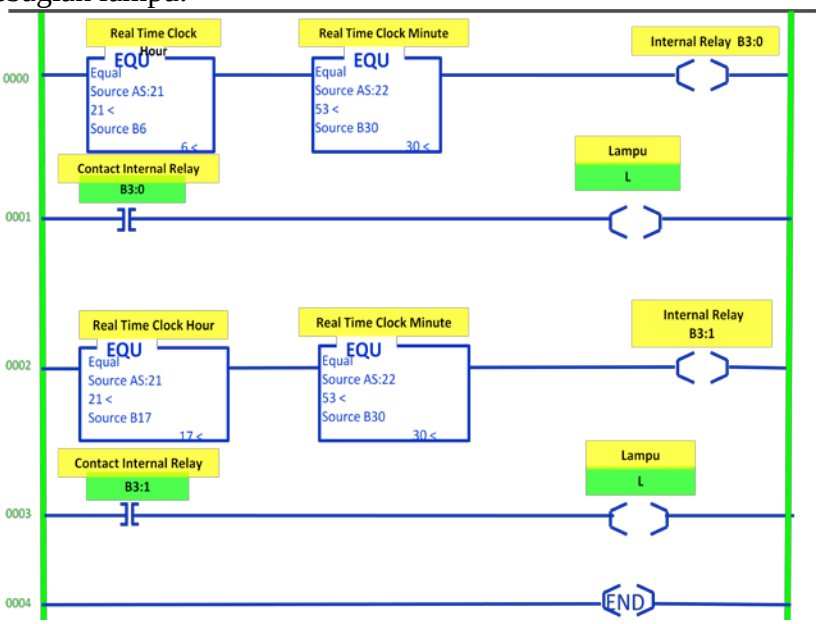
Objek aplikasi dari Smart Building dengan PLC ini ialah Gedung Training PTBadak NGL. Setiap ruangan memiliki penerangan yang berbeda-beda antara jenis lampu dan cara pengontrolannya. Kategori pengontrolan untuk gedung ini di klasifikasikan menjadi 7, yaitu:

1. Sistem Lobby, Koridor, dan sekitar Koridor
2. Sistem Ruang Kelas, Kerja, & Conf. Room
3. Sistem Lampu Luar
4. Sistem Dapur & Gudang
5. Sistem Kafetaria
6. Sistem Fotokopi
7. Sistem ODP Group

Input dan Output yang akan di program ke PLC menggunakan software RS-Logic tidak akan banyak jumlahnya karena pada pemprograman di RS-Logix, apabila koneksinya sama maka dapat dimasukan dengan 1 alamat saja. PLC yang akan digunakan ialah PLC 5/11 Allen Bradley. Dalam aplikasi ini yang akan digunakan yaitu Chassis yang memiliki 16 slot,1 slot terdiri dari 1 channel dan 1 channel memiliki 16 point.

Sistem Lobby, Koridor, dan sekitar Koridor

Lampu di lobby, koridor, dan sekitar koridor akan menyala seluruhnya saat jam menunjuk kan pukul 6.30 sampai jam 17.30. Setelah pukul 17.30 lampu di lobby, koridor, dan sekitar koridor akan menyala sebagian hingga pukul 06.30 keesokan harinya. Real time akan diprogram di PLC dengan menggunakan software RS-Logix. Tetapi akan tetap ada saklar manual untuk menyalakan seluruh dan menyalakan sebagian lampu.

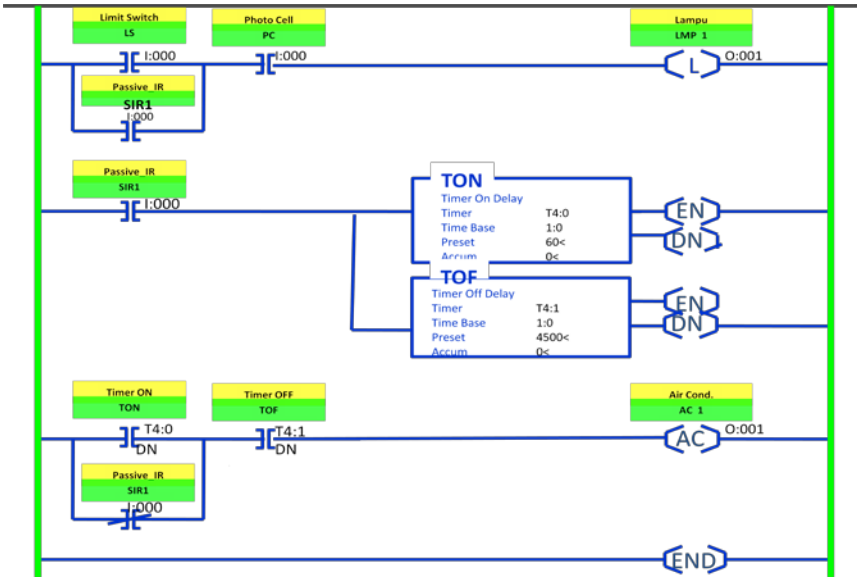


Gambar 1. Logic untuk sistem Lobby, Koridor, dan Sekitar Koridor

Sistem Ruang Kelas, Kerja, & Conf. Room

Dalam keadaan pertama (Idle) lampu kelas dan AC dalam keadaan mati. Ketika orang akan masuk maka orang tersebut akan membuka pintu, dipintu akan dipasang limit switch. Sehingga ketika orang membuka pintu limit switch akan aktif. Sensor PIR passive infrared juga dipasang dalam ruangan sehingga ketika sensor membaca keberadaan orang di dalam ruangan, maka sensor akan

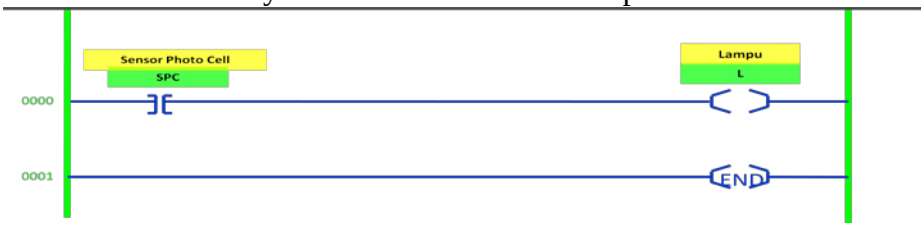
aktif tetapi lampu belum tentu menyala karena lampu menyala tergantung kepada sensor photocell. Tetapi akan membuat AC menyala. Apabila sensor membaca bahwa pencahayaan diruangan kurang maka lampu akan menyala setelah limit switch dan sensor PIR aktif. Ketika orang akan keluar ruangan maka orang tersebut akan membuka pintu.Setelah orang keluar ruangan dan menutup pintu, limit switch akan terputus (open) sehingga lampu mati dan sensor akan membaca tidak ada orang yang berada di ruangan sehingga AC dan lampu akanmati. Ada Time On Delay 60 s dan Time Off Delay 4500 s. Akan tetap ada saklar manual dan *remote* untuk mengaktifkan dan mematikan lampu dan AC secara manual. Untuk Ruang Kerja & Conf Room tidak menggunakan photo cell, jadi aktifnya lampu berdasarkan limit switch dan sensor PIR.



Gambar 2. Logic untuk Sistem Ruang Kelas, Kerja, & Conf. Room

Sistem Lampu Luar

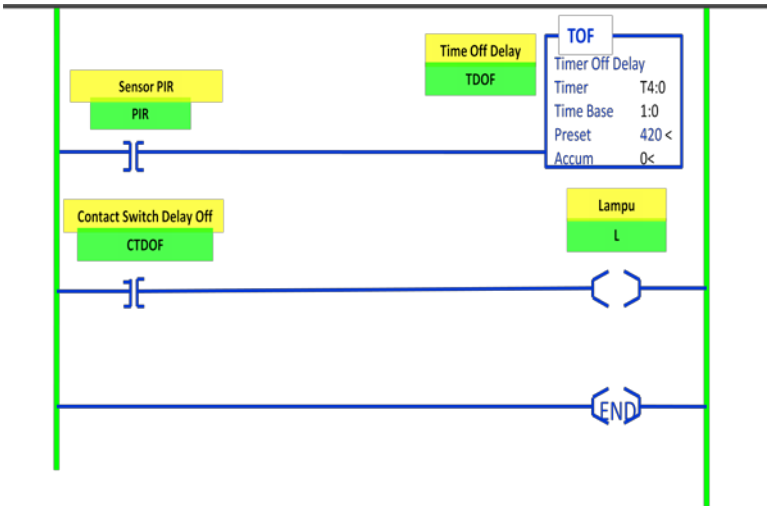
Lampu luar yang berada di lantai atas dan bawah akan menyala apabila sensor photocell aktif dan lampu luar yang berada di lantai atas dan bawah akan mati jika sensor photocell tidak aktif. Tetap akan ada saklar manual untuk menyalakan dan mematikan lampu.



Gambar 3. Logic untuk Sistem Lampu Luar

Sistem Dapur& Gudang

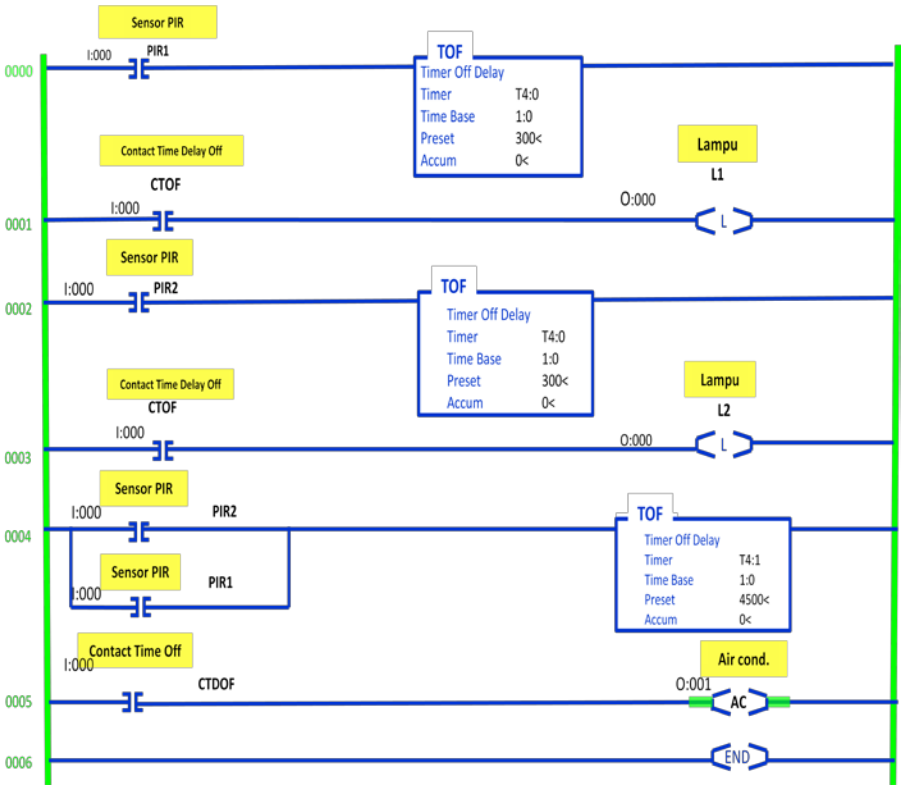
Pada dapur lantai bawah, dapur *cafeteria*, dan gudang hanya akan dipasang sensor keberadaan manusia, apabila sensor membaca keberadaan manusia maka lampu akan aktif, sebaliknya apabila sensor tidak membaca adanya manusia maka lampu akan mati setelah time delay off menghitung selama 7 menit.



Gambar. 4. Logic untuk Sistem Dapur dan Gudang

Sistem Kafetaria

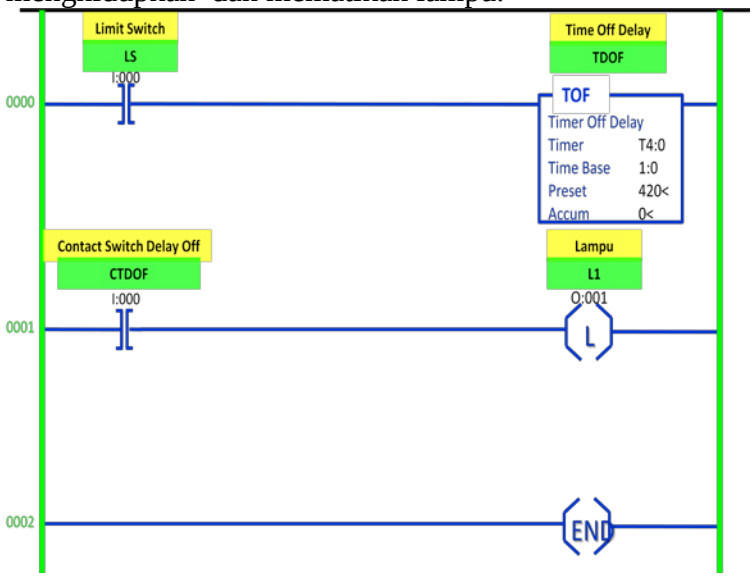
Dalam keadaan pertama (Idle) lampu dan AC yang berada di cafeteria dalam keadaan mati.Ketika orang masuk ruangan dan berada di kanan ruangan cafetaria maka sensor PIR 1 akan membaca adanya keberadaan orang sehingga lampu yang berada di sebelah kanan akan aktif.Ketika orang masuk ruangan dan berada di kiri ruangan cafetaria maka sensor PIR 2 akan membaca adanya keberadaan orang sehingga lampu yang berada disebelah kiri akan aktif.Apabila salah satu sensor PIR membaca adanya keberadaan orang, maka AC akanaktif.Jika salah satu sensor tidak mendeteksi keberadaan orang, lampu akan mati setelah 300 detik.Jika kedua sensor tidak mendeteksi keberadaan orang, maka AC akan mati setelah 4500 detik.Akan tetap ada saklar manual untuk mengaktifkan dan mematikan lampu.Akan tetap ada saklar manual untuk mengaktifkan dan mematikan AC.



Gambar 5. Logic untuk Sistem Kafetaria

Sistem Fotokopi

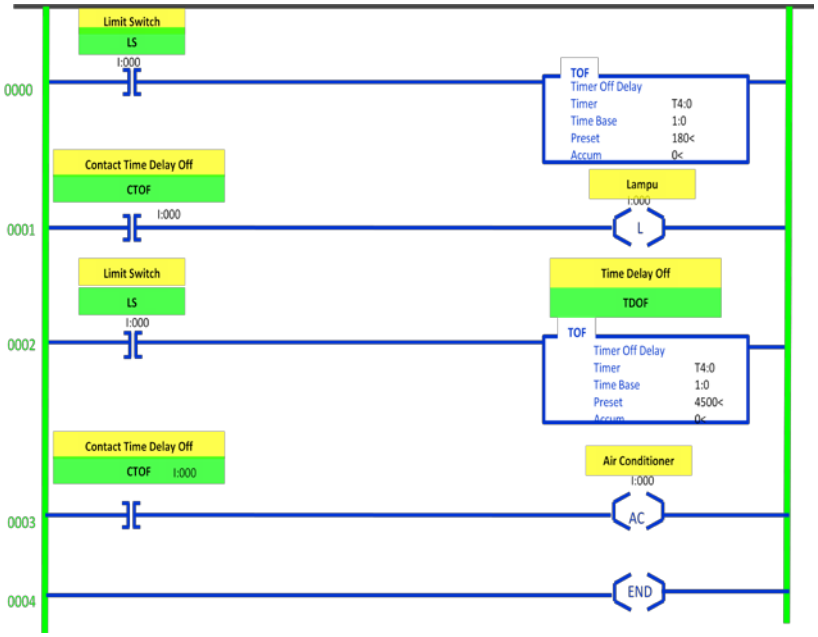
Dalam keadaan pertama (Idle) lampu kelas dan AC dalam keadaan mati. Ketika orang masuk ruangan maka limit switch akan aktif sehingga lampu akan aktif. Faktanya ialah bahwa apabila ada orang yang masuk ke ruangan ini atau ada orang yang bekerja di ruangan ini pintu akan tetap terbuka selama orang tersebut berada didalam.Sehingga tidak diperlukan sensor keberadaan orang. Input yang digunakan hanya limit switch. Akan tetapi juga digunakan time off delay sehingga ketika pintu ditutup lampu akan mati setelah 7 menit. Output yang ada hanya lampu. Akan tetap ada switch manual untuk menghidupkan dan mematikan lampu.



Gambar 6. Logic untuk Sistem Fotokopi

Sistem Ruangan Kerja ODP Group

Dalam keadaan pertama (Idle) lampu dan AC dalam keadaan mati. Input untuk mengaktifkan lampu dan AC hanya dari limit switch yang dipasang di pintu. Ketika orang akan masuk maka orang tersebut akan membuka pintu yang telah dipasang limit switch sehingga ketika orang akan membuka pintu limit switch akan memberikan input kepada lampudan AC untuk aktif. Fakta yang ada adalah ketika jam kerja kantor, pintu akan selalu terbuka sehingga untuk mendeteksi adanya orang tidak memerlukan sensor lainnya. Ketika sudah tidak dalam jam kerja, tidak ada orang lagi yang berada di dalam ruangan sehingga ruangan akan ditutup dan lampu serta AC akan mati. Akan tetap ada saklar manual untuk menghidupkan dan mematikan lampu dan AC. Ada Time Off Delay untuk lampu 180 s dan Time Off Delay untuk AC 4500 s.



Gambar 7. Logic untuk Sistem Ruangan Kerja ODP Group

2. Analisis Data

Untuk menghitung besar kWh dalam penggunaan energi listrik maka digunakan rumus berikut:

Tabel 1 : Tarif Dasar Listrik berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 30 Tahun 2012 untuk Kebutuhan Industri

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRABAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp./kWh) DAN BIAYA kVArh (RP/kVArh)	
1.	I-1/TR	450 VA	26.000	Blok I : 0 s.d. 30 kWh : 160 Blok II : di atas 30 kWh : 395	485
2.	I-1/TR	900 VA	31.500	Blok I : 0 s.d. 72 kWh : 315 Blok II : di atas 72 kWh : 405	600
3.	I-1/TR	1.300 VA	-	803	803
4.	I-1/TR	2.200 VA	-	830	830
5.	I-1/TR	3.500 VA s.d. 14 kVA	-	961	961
6.	I-2/TR	di atas 14 kVA s.d. 200 kVA	-	Blok WBP = K x 840 Blok LWBP = 840 kVArh = 914	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	-	Blok WBP = K x 704 Blok LWBP = 704 kVArh = 757	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA keatas	-	Blok WBP dan LWBP = 629 kVArh = 629	-

Rumus rekening minimum diatas merupakan rumus untuk pemakaian energi listrik dalam 40 hari sedangkan pada perhitungan pemakaian energi listrik kami menggunakan asumsi 30 hari dengan pertimbangan perusahaan tidak pernah membayar terlambat. Dan gedung ini menggunakan tarif golongan I-3/TM.

Keterangan : WBP = Waktu Beban Puncak, LWBP = Luar Waktu Beban Puncak.

- Data-data mengenai Gedung Training PT Badak NGL yang diperoleh sebelum mengimplementasikan sistem gedung pintar:
  - Total energi semua yang aktif = 34,444 kw x 11 jam = 378,88 kwh
  - Total energi semua yang aktif= 5,038 kw x 24 jam = 102,912 kwh
  - Total energi semua AC aktif 11 jam = 55,8 kw x 24 jam = 1339,2 kwh
  - Total energi semua AC aktif 24 jam = 37,8 kw x 11 jam = 415,8 kwh

- Total semua energi yang digunakan pada Gedung Training PT Badak NGL sebelum mengimplementasikan sistem gedung pintar PLC = 2236,792 kwh perhari
- **Dengan menggunakan rumus dari PLN diatas maka didapat biaya pembayaran listrik = Rp 93.877.639/bulan**

- Data-data mengenai Gedung Training PT Badak NGL yang diperoleh setelah mengimplementasikan sistem gedung pintar:
  - Total energi semua lampu yang aktif =14,42kw x 11 jam = 158,708 kwh
  - Total energi semua lampu yang aktif=20,016kw x 5 jam = 95,28 kwh
  - Total energi semua lampu yang aktif=3,106kw x 24 jam = 74,544 kwh
  - Total daya semua AC dengan asumsi aktif = 93,600 kw x 11 jam = 1029,6 kwh
  - Total semua energi yang digunakan pada Gedung Training PT Badak NGL setelah mengimplementasikan sistem gedung pintar PLC = 1357,632 kwh perhari
  - **Dengan menggunakan rumus dari PLN diatas maka didapat biaya pembayaran listrik = Rp 20.950.786/bulan**

Konsumsi Energi Per Bulan

- Sebelum menggunakan sistem smart building energi yang dikonsumsi perbulan ialah sebesar = 2236,792 kwh x 30 hari = 67.103,76 kwh
- Sesudah menggunakan sistem smart building energi yang dikonsumsi perhari ialah sebesar = 1357,632 kwh x 30 hari = 40.728,96 kwh
- Dengan adanya sistem "Aplikasi Smart Building Dengan Programmable Logic Controller" ini sesuai dengan hasil analisa kita dapat mengurangi pengeluaran biaya sekitar 77,7 % dan menyimpan energi listrik sekitar 39,4 %.

IV. KESIMPULAN

a. Kerja sistem ini dibedakan berdasar jenis ruangan yang berada pada Gedung Training PT Badak NGL dengan mengontrol nyala-mati lampu dan AC ketika tidak digunakan menggunakan sensor *passive infrared*, Limit Switch, dan Real Time.
b. Penggunaan sistem gedung pintar ini menghasilkan peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik dengan melakukan optimalisasi penggunaan peralatan-peralatan yang menggunakan energi listrik mencapai 39,4 %.
c. Penggunaan sistem gedung pintar ini dapat menghemat biaya pengeluaran mencapai 77,7 %

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Sujatmoko, MN. **"Dasar-dasar Control Component dan Sysmac"**.Departement Manufacturing Engineering PT Omron Manufacturing of Indonesia; 2000.
[2] Rehg, James; Sartori,Glenn.**"Programmable Logic Controllers"**, Second Edition.
[3] Joefrie, Yuri Yudhaswana; Kalatiku, protus Pieter.**"Pemrograman Motor Stepper dengan menggunakan bahasa pemrograman C",** Majalah Ilmiah Mektek.
[4] www.wikipedia.com/motorsteppers
[5] Republik Indonesia. "Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No.30 Tahun 2012 Tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh PT Perusahaan Listrik Negara"; 2012.
[6] Hanum, Meivirina; Chairul Murod. "Efisiensi Energi Pada "SMART BUILDING" Untuk ArsitekturMasa Depan". Palembang.
[7] http://en.wikipedia.org/wiki/Or_gate
[8] Allen-Bradley Company Inc. **"1785 PLC-5 Programmable Controllers",**Design Manual; 1992.

Pemodelan Sistem Kendali Incinerator pada Programmable Logic Controller (PLC)

Agitha Sabbathini Oley[1]; Nino Hendra Pratama[1]; Nurul Resky Fitriani[1]; Surya Ramadhan[1]
1. Teknik Mesin Prodi Konversi Energi, Peminatan Listrik Instrumentasi LNG Academy Bontang, Kalimantan Timur
listrik_instrumentasi@yahoo.com

Abstrak

Suatu perusahan menghasilkan limbah cair berupa oli bekas, minyak goreng bekas dan MDEA (Methyl Diethanol Amine) sekitar 1200 m^3/tahun. Untuk menghindari pencemaran lingkungan maka limbah cair tersebut harus dibakar menggunakan *Incinerator*. Perusahaan pengolahan gas alam tersebut mengoperasikan 1 dari 2 unit *Incinerator. Incinerator* yang dioperasikan tersebut memiliki kapasitas desain 0.325 m^3/jam dan menggunakan sistem kendali *Programmable Logic Controller* (PLC) yang sudah terpasang sejak tahun 2006. Akan tetapi, sistem kendali yang saat ini digunakan pada *Incinerator* sudah *obsolete* dan perlu dilakukan pengantian.
Oleh karena itu, makalah ini memuat pemodelan *logic Incinerator* menggunakan PLC 5/11 Allen Bradley. Dengan melakukan penggantian PLC yang telah obsolete diharapkan kerugian yang timbul akibat terjadinya kerusakan pada PLC yang telah obsolete dapat dihindari.

Kata kunci : Limbah cair, Incinerator, Programable Logic Controller, Pemodelan sistem kendali, Obsolete.

Abstract

A company produces about 1200 m^3/year of liquid waste such as used lubricants, cooking oil, and MDEA (Methyl Diethanol Amine). To avoid environmental pollution, the liquid waste must be burned using incinerator. The gas processing company operates one of two unit incinerator. The incinerator has design capacity about 0.325 m^3 / hour. Those incinerators use a programmable logic controller (PLC) as a control system which has been used since 2006. But the current control system is used in the incinerator has been obsolete, and it must be replaced.
Therefore a logic modeling incinerator using PLC 5 Allen Bradley is presented in this paper. *By perfroming replacement of obsolete PLC had expected losses arising from the damage of obsolete PLC can be avoided.*

Key word: Liquid waste, Incinerator, Programmable Logic Controller, Control Modeling System, Obsolete.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Berdasarkan karakteristiknya limbah industri dapat dibagi menjadi empat bagian, yaitu: limbah cair, limbah padat, limbah gas dan partikel serta limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Suatu perusahan yang bergerak dibidang industri tentunya menghasilkan limbah sebagai sisa-sisa dari hasil proses produksi yang tidak terpakai. Limbah yang tidak diolah dengan benar dalam jangka waktu yang lama dapat merusak lingkungan apabila tidak dilakukan penanganan secara tepat. Limbah cair dan limbah padat dapat diolah dengan menggunakan *Incinerator*.

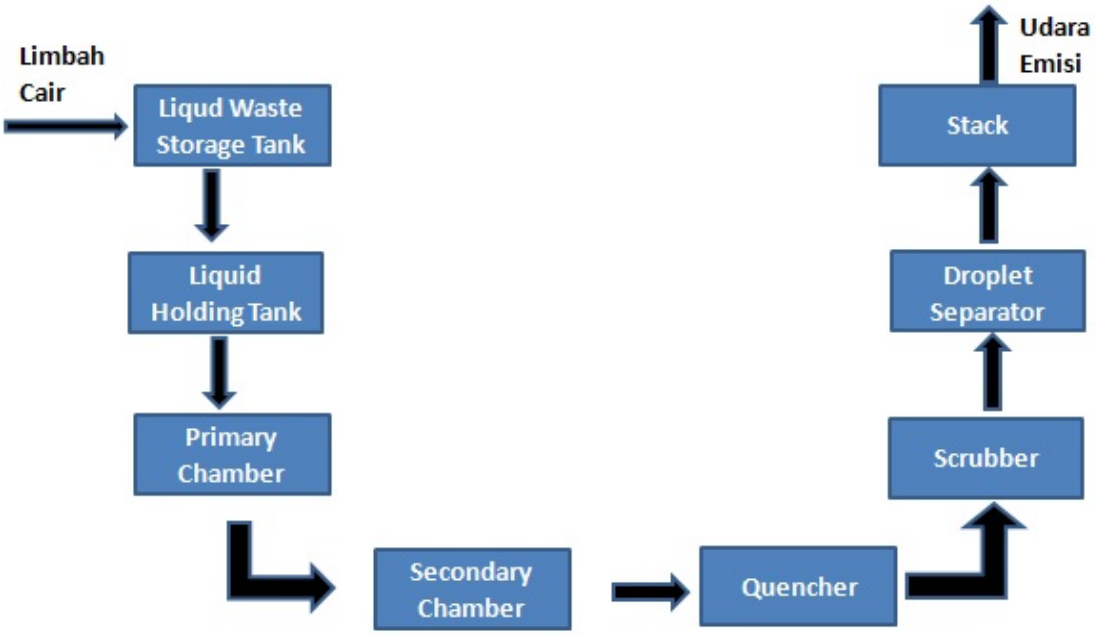
II. EKSPERIMEN

Dalam melakukan pemodelan sistem kendali *Incinerator* kami menggunakan PLC 5/11 *Allen Bradley* dan *software RS Logix 5* sebagai *editing logic*.
Studi ini dilakukan secara eksperimental dengan langkah – langkah sebagai berikut :
1. Menganalisa sistem pembakaran limbah cair di incenerator
2. Melakukan pengumpulan data
3. Menganalisa kerugian yang diakibatkan oleh PLC yang obsolete rusak
4. Melakukan pembuatan pemodelan *logic* sistem kendali incenerator

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Proses Pembakaran Limbah Cair Pada Incinerator

Berikut ini merupakan diagram alir prosess pembakaran limbah cair :



Gambar 1 Diagram Alir Limbah Cair Pada Incinerator

Menurut gambar digram alir diatas, pengolahan limbah cair pada *Incinerator* terdiri dari tiga sistem proses yaitu :

a. Sistem Pengumpanan
   Limbah cair dialirkan menuju tangki penyimpanan limbah cair (*Liquid Waste Storage Tank)* untuk penyimpanan sementara. Dari *Liquid Waste Storage Tank*, limbah cair dialirkan ke tanki pemanasan awal (*Holding Tank)* untuk menaikkan temperatur sampai 70 °C menggunakan gas buang (*Flue Gas)* dari ruang bakar utama (*Primary Chamber)*.
b. Sistem Pembakaran
   Limbah cair kemudian dialirkan menuju ruang bakar utama (*Primary Chamber)* untuk dibakar menggunakan bahan bakar gas alam sampai temperature 800 - 1.000 °C sehingga terjadi perubahan dari fase cair menjadi fase gas. Dari ruang bakar utama gas buang kemudian dialirkan menuju ruang bakar sekunder (*Secondary Chamber)* untuk pembakaran lanjutan sampai temperatur 900 – 1.200 °C. tujuan dibakar di ruang bakar sekunder ialah untuk memastikan semua kadar polutan terbakar habis.
c. Sistem Pengendalian Emisi
   Gas buang yang dihasilkan oleh ruang bakar sekunder lalu dialirkan menuju *Quencher* untuk pendinginan dengan menggunakan air tanah sampai temperatur gas buang mencapai 350 °C. Selanjutnya gas buang dialirkan menuju *Scrubber* untuk pendinginan lanjutan sampai temperatur 150 °C sekaligus menangkap senyawa- senyawa polutan yang terkandung (NOx, Sox, dan CO_2) di dalam gas buang. Setelah melewati *Scrubber*, Gas buang dialirkan kedalam *Droplet Separator* untuk memisahkan partikel – partikel air yang masih terikut didalam gas buang, kemudian gas buang dialirkan melewati Filter untuk memisahkan partikel-partikel padatan yang berupa endapan-endapan abu di ruang bakar yang terikut oleh gas buang.

Untuk Emisi gas buang dari *Stack* diharapkan memenuhi baku mutu emisi *Incinerator* sebagaimana diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 03/Bapedal/09/1995 tentang Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

2. Pengumpulan Data dan Informasi

Jenis data yang diperoleh berupa data yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif dengan bersumber dari sistem yang ada di *Incinerator* pada tahun 2012. Data-data yang kami peroleh berupa.

Data Produksi Limbah tahun 2012

Total Limbah yang dihasilkan ditahun 2012 adalah sekitar : 832,032 m^3Sehingga Rata-rata limbah yang dihasilkan perbulan sebesar :

$$\frac{832{,}032\ m^3}{12\ bulan} = 69{,}336\ m^3/bulan$$

Tabel Data Input PLC.

NO	Input	NO	Input	NO	Input
1	LL_LIME_TANK	2	OL_FB_2	3	BURNER_4_FAULT
4	LL_LIMBAH_TANK	5	OL_FB_3	6	LL_QUENCHER_TANK
7	SET_TEMP_1	8	OL_FB_4	9	OL_BLOWER_1
10	TC_ON	11	TAH_CYCLONE	12	OL_IDF
13	MANUAL_TC_ON	14	OL_M_POMPA_LIME	15	OL_TRANSFER_PUMP
16	MANUAL	17	OL_M_POMPA_QUENCHER	18	OL_MIXER
19	OL_M_KOMPRESSOR	20	EMERGENCY_OFF	21	TAH_1
22	PH_12	23	BURNER_1_FAULT	24	SET_TEMP_2
25	OL_BLOWER_2	26	BURNER_2_FAULT	27	LM_LIME_TANK
28	OL_FB_1	29	BURNER_3_FAULT	30	LH_QUENCHER_TANK
31	LH_PREPARATION_TANK	32	LL_PREPARATION_TANK	33	LH_LIME_TANK
34	BY_PASS	35	TEMP_SHUTDOWN_1	36	TEMP_SHUTDOWN_2

Tabel Data Output PLC.

NO	Output	NO	Output	NO	Output
1	ID_FAN	2	POMPA_LIMBAH	3	BURNER_1
4	BLOWER_2	5	KOMPRESSOR_LIMBAH	6	BURNER_2
7	FB_1	8	LIME_PUMP	9	BURNER_3
10	FB_2	11	BUZZER	12	BURNER_4
13	FB_3	14	TRASNFER_PUMP_RUN	15	MIXER
16	FB_4	17	SV_QUENCHER_TANK	18	SV_PREPARATION_TANK
19	POMPA_QUENCHER	20	BLOWER_1		

Data Harga Penggantian PLC.

Spesifikasi yang dibutuhkan untuk mengganti PLC yang telah Obsolete :

1. CPU : SLC 5/01
2. Chasiss : 1746-A7 (7 Slot)
3. Input Module : 1746-IB16 (16 Point)
4. Output Module : 1746-OB16 (16 Point)
5. Power Supply : 1746-P2 (5 A)

Estimasi Biaya yang dikeluarkan :

1. CPU : 1 x Rp. 6,625,428 = Rp. 6.625.428
2. Chasiss : 1 x Rp. 3,527,458 = Rp. 3,527,458
3. Input Module : 3 x Rp. 3,166,916 = Rp. 9,500,784
4. Output Module : 2 x Rp. 3,166,916 = Rp. 6,333,832
5. Power Supply : 1 x Rp. 4,930,646 = Rp. 4,930,646

Total Biaya yang diperlukan untuk mengganti PLC yang telah obsolete :
= Rp. 30.918.148 (31 Juta)

3. Analisis Kerugian

Dari rata-rata limbah yang dihasilkan oleh PT A sebesar **69,336 m^3/bulan**.Harga untuk melakukan pembakaran limbah dipihak ketiga : **Rp. 5.000.000 / m^3** sehingga biaya yang harus dikeluarkan perbulan sebesar :

= 69,336 m^3/bulan x Rp. 5.000.000 / m^3 = **Rp. 346.680.000/bulan**

Dan total biaya yang diperlukan jika terjadi kegagalan pada PLC yang telah *obsolete* adalah :

= 6 bulan x **Rp. 346.680.000/bulan**

= 2 Milyar

4. Pembuatan Logic Sistem Kendali Incinerator

Pemodelan dilakukan dengan menggunakan PLC 5 Allen Bradley, dan software yang digunakan ialah RS logix5, RS Linx, dan Rs View 32.

Ruang Lingkup Pemodelan

Dalam melakukan pemodelan sistem kendali Incinerator ini terdiri dari 6 sistem pemodelan logic yaitu :

1. Sistem Start Up
2. Sistem Shut Down
3. Sistem Pengumpan
4. Sistem Overload
5. Sistem Burning Time
6. Sistem Pengendalian Level

Berikut ini merupakan contoh scenario dari system pengendalian **Start up** :

- Syarat Operasi : **Selector switch* (SS25) pada posisi Auto
- Catatan : Apabila tombol *Emergency* di tekan, maka PLC akan mati.
- Setelah semua persyaratan dilakukan, kondisi kerja selanjutnya adalah;

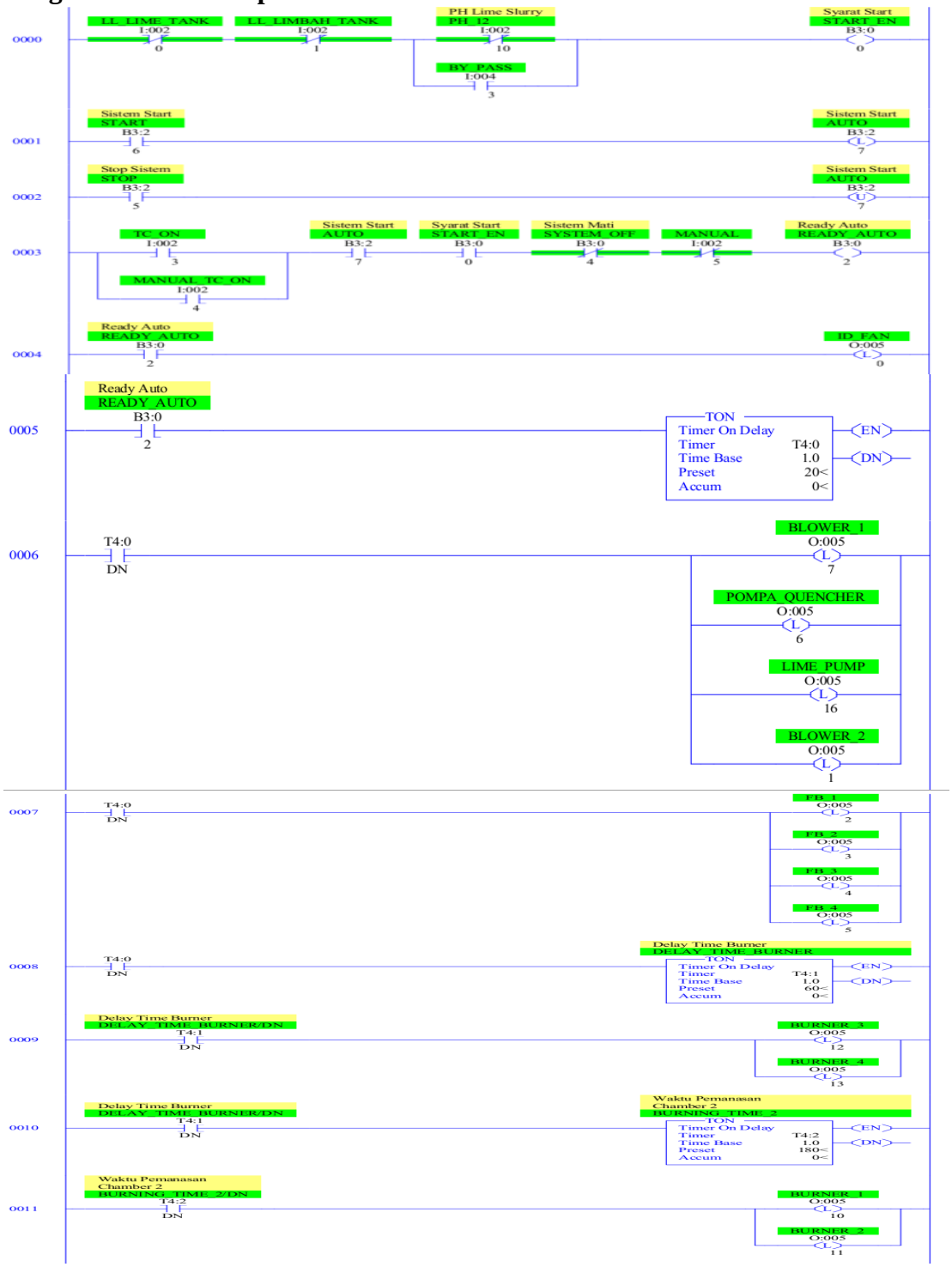
A. Persiapan

a. Bak *lime slury* harus sudah terisi air kapur dan,
b. Pengecekan *Incinerator*

B. Proses Purging

1. Motor Induced draft fan ON.
2. Motor Blower 1 On
3. Motor Blower 2 On.
4. Fan Burner 1 & Fan Burner 2 On.
5. Fan Burner 3 & Fan Burner 4 On.
6. Motor Mixer On, selang 1 menit proses pembakaran dimulai.
7. Burner 3 & Burner 4 On
   Catatan :
   Apabila suhu sudah mencapai yang diatur (1200 ^oC), maka Nozel 2 (api besar) pada *Burner* 3 & 4 akan mati dan Nozel 1 (api kecil) tetap hidup, *Fan burner*
   3 & 4 tetap hidup. Kemudian bila suhu sudah turun mencapai 700 ^oC, maka Nozel 2 On kembali dan seterusnya.
8. Selang tiga menit dari mulai Burner 3 & Burner 4 On, maka Burner 1 & Burner 2 On.
   Catatan :
   Apabila suhu sudah mencapai yang diseting (1200 oC), maka Nozel 2 (api besar) pada Burner 1 & 2 akan mati dan Nozel (api kecil) tetap hidup, Fan burner 1 & 2 tetap hidup. Kemudian bila suhu sudah turun sampai 700 oC, maka Nozel 2 On kembali dan seterusnya.

Contoh Logic Untuk Start Up Incinerator



Gambar 2 Pemodelan Logic 5/11 Allen Bradley untuk sistim Start-Up

IV. KESIMPULAN

a. Kerusakan yang diakibatkan oleh ketidak handalan PLC sebelumnya dapat menimbulkan berhentinya operasi pembakaran limbah cair didalam *Incinerator*.

b. Kerugian yang disebabkan oleh terhentinya operasi *Incinerator* sekitar Rp. 346 juta/perbulan dapat terjadi karena limbah cair sebesar 69,336 m^3/bulan harus dikirimkan ke pihak ketiga untuk dibakar.
c. Dengan mengeluarkan biaya sebesar Rp. 31 Juta. Untuk mengganti PLC yang telah *obsolete* maka kerugian yang ditimbulkan akibat kerusakan yang terjadi pada PLC yang telah *obsolete* dapat dihindari.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Industrial Text & Video Company. ”Programmable Controllers : Theory and Implementation, 2nd Edition”. 1-800-752-8398.
[2] Rockwell Software, Allen Bradley. June 2006. “PLC-5 Programmable Controllers Selection Guide 1785 and 1771”. 1785-SG001B-EN-P.
[3] Keputusan Kepala Bapedal Nomor 3 Tahun 1995, Tentang “Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun”.
[4] Spesifikasi Equipment Incinerator di suatu kilang.
[5] Spesifikasi sistem control Incinerator di suatu kilang.
[6] Whitt, Michael D. 2004. “Successful Instrumentation and Control System Design”. United States of America. ISA.
[7] Bryan L.A., dan Bryan E.A. 1997. “Programmable Controllers Theory and Implementation Second Edition”. United States of America. Industrial Text Company.

Pengaruh Temperatur dan Waktu Proses Anodisasi Puley Aluminium Dalam Larutan H_2SO_4 Encer dan Campuran Larutan (H_2SO_4+$H_2C_2O_4$) Encer

Estuti Budimulyani[1]
1. Pengajar Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Kampus Baru UI Depok 16424,telp.(021)7863530
estutibm@gmail.com

Abstrak

Anodisasi aluminium merupakan suatu proses elektrokimia pada logam aluminium dengan tujuan memperoleh lapisan tipis aluminium oksida yang sifatnya lebih baik dari pada logam Aluminium itu sendiri yang dikenal dengan alumina. Beberapa alasan dilakukannya anodisasi(1) adalah sebagai berikut : Meningkatkan ketahanan terhadap korosi, meningkatkan daya adhesi pada proses anodisasi dengan adanya lapisan tipis alumina yang berpori, meningkatkan daya tahan terhadap abrasi karena terbentuknya lapisan Al_2O_3(corundum) yang cukup keras, dapat memberikan pewarnaan terhadap aluminium,karena zat warna organik masuk melalui lapisan tipis alumina yang berpori.

Penelitian ini memaparkan proses anodisasi aluminium dalam larutan H_2SO_4(200g/l) dan dalam campurannya dengan $H_2C_2O_4$ encer(10g/l;20g/l;30g/l dan 40g/l),serta pengaruh lamanya waktu proses(30;45 dan 60 menit) dan suhu larutan (16^{o}C;ruang dan 35^{o}C) terhadap karakteristik lapisan alumina yang terbentuk dari proses anodisasi. Pada penelitian ini aluminium yang digunakan untuk puley adalah jenis Al 6061-T6,suatu paduan aluminium (Al-Si-Mg).Jenis lapisan yang diharapkan adalah lapisan yang memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dari logam dasarnya dan memiliki struktur berbentuk lapisan penghalang (barrier layer) maupun lapisan berpori (porous layer). Hasil yang dicapai pada proses anodisasi ini menunjukkan nilai kekerasan yang tertinggi dihasilkan dari proses anodisasi dalam campuran [H_2SO_4] 200 g/l+ [$H_2C_2O_4$] 20 g/lyaitu 156,8 HV pada suhu 35^{o}C dengan waktu 60 menit,nilai ini hampir sama dengan yang dihasilkan dari proses anodisasi dalam larutan [H_2SO_4] 200g/l pada suhu 16^{o}C dengan waktu 30 menit yaitu 155,8 HV. Sedangkan nilai kekerasan logam Al hanya 49HV.

Kata kunci : Anodisasi Aluminium ; kekerasan ;ketebalan; suhu, waktu, larutan asam sulfat dan asam oksalat.

Abstract

Aluminium anodizing is an electrochemical process in metal aluminium with the goal of obtaining a thin layer of aluminium oxide that are better than the aluminium metal itself,known as aluminium some reasons for anodizing(1) are as follows :Enhance corrosion resistance, improve the adhesion of the anodizing process with a thin layer of porous aluminium, increase resistance to abrasion due to the formation of a layer of Al2O3(corundum) is quite hard, can provide coloration to aluminium because of organic dyes in through a thin layer of porous aluminium.

This study describes the process of anodizing aluminium H_2SO_4 solution (200g/l) and in combination aqueous $H_2C_2O_4$ (10g/l;20g/l;30g/l and 40g/l),and the influence of the length of time the process(30;45 and 60 minute),and solution temperature (16^{o}C;room and 35^{o}C) on the characteristics of the alumina layer formed by anodizing.In this study,aluminium is used for puley is kind of Al 6061-T6,an aluminium alloy (Al-Si-Mg). Expected type layer is a layer that has a higher hardness value of the metal base and has shaped the structure of the barrier layer (barrier layer) and the porous layer(porous layer). The result achieved in the anodizing process shows the highest hardness values generated from the anodizing process in a mixture of [H_2SO_4] 200g/l + [$H_2C_2O_4$] 20g/l is 156,8HV at 35^{o}C temperature with a time of 60 minutes,this value is almost the same as that generated from the anodizing process in solution [H_2SO_4] 200g/l at a temperature of 16^{o}C with a time of 30 minutes is 155,8 HV. While the value of the metal hardness Al just 49 HV.

Keywords : Anodizing aluminium ; hardness ;thickness; temperature; time; sulfuric acid and oxalic acid solution

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Logam Aluminium (Al) merupakan logam yang berwarna putih,mudah teroksidasi (reaktif),mempunyai sifat ulet,mudah dibentuk,ringan,kuat,tangguh dan tahan terhadap korosi. Selain itu logam Al mudah diperoleh dengan harga yang tidak terlalu mahal sehingga aluminium telah menjadi salah satu logam yang paling luas penggunaannya didunia industri khususnya sektor industri mesin,contohnya : puley. Karena logam ini dapat diwarnai setelah melalui proses anodisasi,maka untuk menambah keindahan puley dan sekaligus memperkeras sehingga tahan terhadap gesekan dan goresan,anodisasi adalah cara yang paling tepat untuk itu.

Penelitian ini berdasarkan pada kereaktifan logam aluminium untuk teroksidasi dengan lingkungan sehingga akan membentuk lapisan oksida tipis Al_2O_3 pada permukaannya yang sekaligus berfungsi sebagai pelindung. Lapisan oksida aluminium yang terbentuk secara oksidasi dengan lingkungan tidak terlalu tebal sehingga kekerasannya hampir tidak berubah dan daya serap terhadap zat warna organik tidak terjadi,sehingga diperlukan proses elektrolisa (anodisasi) untuk mempertebal lapisan oksida aluminium yang berpori-pori yang akan mampu menyerap zat warna jika ingin diwarnai dan sekaligus membuat kekerasannya jauh berbeda dibanding tanpa proses anodisasi. Ketebalan lapisan oksida yang terbentuk dengan udara terbuka sekitar $0{,}1x\ 10^{-6}$ sampai $0{,}4\ x\ 10^{-6}$ in ($0{,}25 – 1\ x\ 10^{-2}$ µm).

Puley merupakan salah satu bahan yang terbuat dari paduan aluminium,dimana logam Al sebagai unsur yang dominan dan unsur Si dan Mg sebagai campurannya.Puley merupakan juga salah satu komponen pokok dalam mesin yang akan mengalami beban kerja yang terus menerus selama mesin itu bekerja.Untuk memenuhi operasi kerja tersebut maka puley harus memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

1. Mampu menahan tekanan kerja yang cukup tinggi dan kekerasan yang tinggi
2. Stabil pada suhu yang cukup tinggi tanpa mengakibatkan perubahan bentuk dan volume dari puley itu sendiri
3. Mampu menahan gaya gesek akibat gesekan dengan karet keras yang berputar dengan kecepatan sangat tinggi yang akan menimbulkan abrasi.

Untuk memenuhi kondisi kerja tersebut diatas maka bahan material puley yang digunakan adalah paduan aluminium(Al-Si-Mg) dan salah satu cara untuk mendapatkan kekerasan yang optimum dan ketahanan aberasinya dari puley tersebut adalah dengan cara memanfaatkan proses anodisasi dari aluminium. ***Sacchi dan Bosdarf*** [2] telah mengamati berdasarkan penelitiannya,penambahan 10-40g/l asam oksalat ke 150-200 g/l asam sulfat dan anodisasi dilakukan pada temperatur 30^oC akan menghasilkan lapisan alumina (Al_2O_3) yang mempunyai kekerasan yang sama dengan anodisasi yang dilakukan pada temperatur 20^oC dalam larutan asam sulfat. ***Gohausen***[5]telah melakukan penelitian,penambahan asam oksalat menambah daya tahan abrasi alumina dan menghasilkan ketebalan lapisan yang cukup tebal.

Dalam penelitian kali ini,penulis melakukan penelitian terhadap proses anodisasi aluminium pada puley dalam larutan asam sulfat dan dalam campurannya dengan asam oksalat (H_2SO_4 + $H_2C_2O_4$),dengan penambahan konsentrasi asam oksalat yang berbeda-beda[2],waktu dan suhu anodisasi yang berbeda-beda untuk memperoleh hasil kekerasan dan ketebalan lapisan yang optimum. Berdasarkan pengkajian terhadap jurnal-jurnal studi tentang anodisasi terhadap logam Al telah banyak dilakukan peneliti lain tapi variasi penambahan konsentrasi asam oksalat dan variasi waktu anodisasi belum banyak dilakukan.Untuk itulah maka dalam studi ini telah diteliti mengenai rekayasa larutan elektrolit sebagai rendaman yang dilakukan pada suhu dan waktu berbeda-beda.

II. EKSPERIMEN

Bahan uji yang digunakan adalah bahan uji puley aluminium dengan material type Al 6061-T6. Studi ini dilakukan secara eksperimen dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Proses Persiapan
b. Proses Elektrolisa
c. Proses Pewarnaan
d. Proses Akhir
e. Proses Pengujian Benda Uji

1. Proses Persiapan

Bahan uji puley yang ada dibagi menjadi 8 (delapan) bagian,sehingga tiap bahan uji yang akan dipergunakan memiliki luas permukaan yang dianodisasi sebesar ± 42 cm^2. Untuk setiap potongan bahan uji tersebut dilakukan perlakuan yang sama yaitu :

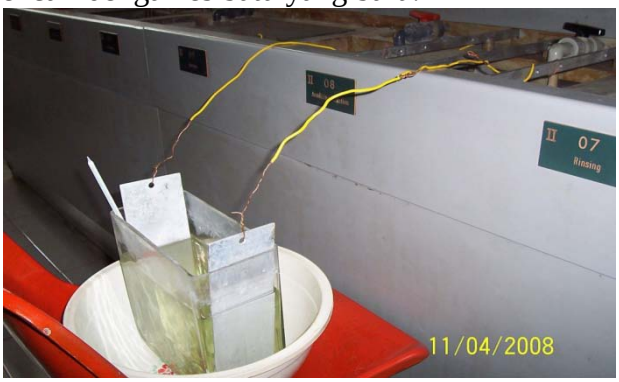
a. Pengampelasan dengan kertas ampelas dengan grade P220 sampai P800 untuk membersihkan kotoran dan menghaluskan permukaan.
b. Pencucian bahan uji dengan campuran larutan deterjen dan natrium karbonat,kemudian dietching dalam larutan natrium hidroksida,dibilas dengan air mengalir,netralising dalam larutan asam nitrat,dibilas,dan terakhir polishing dalam campuran asam nitrat dan asam phospat,dibilas lagi sebelum anodisasi.

2. Proses Elektrolisa

Proses elektrolisa disini adalah proses pembentukkan lapisan oksida pada permukaan objek (pulley) atau anodizing dengan meletakkan objek pada anoda (kutup +) dengan menggunakan kawat yang terbuat dari aluminium dan lempengan logam aluminium pada katoda (kutup -).

a. Bak Perendaman
   Adalah tempat untuk merendam bahan uji pulley,material yang digunakan sebaiknya PVC atau material yang tahan terhadap H_2SO_4 dan $H_2C_2O_4$.
b. Larutan Elektrolit
   Merupakan larutan elektrolit sebagai media reaksi untuk terbentuknya lapisan Al_2O_3 (alumina). Larutan elektrolit yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan asam sulfat (H_2SO_4) dan campuran larutan asam sulfat + asam oksalat ($H_2C_2O_4$).
c. Alat pengukur suhu (thermometer)
d. Alat Pendingin Larutan

Alat yang dipakai untuk mendinginkan larutan pada penelitian ini adalah dengan memasukkan potongan2 es batu disekitar bak rendaman yang kemudian dipertahankan suhunya dengan mengganti es batu yang mencair dengan es batu yang baru.



Gambar 1. Peralatan anodisasi

Untuk setiap bahan uji yang telah siap,masing-masing kemudian direndam kedalam larutan yang berisi larutan H_2SO_4 dan campuran larutan H_2SO_4 + $H_2C_2O_4$.

Posisi benda kerja dihubungkan dengan kutup (+) atau pada anoda,sedangkan untuk membuat reaksi elektrolisa ini berjalan, pada kutup negatip (-) dipasang logam aluminium (Gambar .1). Untuk masing-masing bahan uji dilakukan beragam perubahan parameter anodisasi sebagai berikut:

1. Rapat Arus
2. Waktu Perendaman
3. Temperatur Perendaman
4. Penambahan Jumlah Asam Oksalat Yang Bervariasi

3. Proses pewarnaan

Proses pewarnaan pada penelitian disini adalah untuk memperoleh aluminium (pulley) yang berwarna-warni sehingga diperoleh penampilan pulley yang lebih menarik. Setelah proses anodisasi,benda kerja dibilas dalam air mengalir selanjutnya dicelupkan dalam zat warna selama beberapa menit untuk mendapatkan warna-warna yang diinginkan.

4. Proses Akhir .

Setelah benda kerja diwarnai dalam zat warna kemudian dibilas untuk membersihkan dari kotoran dalam air yang mengalir. Jika proses pewarnaan berhasil,maka proses pencucian akhir tidak akan menghilangkan zat warna.

5. Proses Pengujian Benda Uji

1. Komposisi Kimia
   Tujuan pengujian komposisi kimia adalah untuk mengetahui persentase kandungan dari tiap unsur yang terkandung dalam paduan. Pengujian ini dilakukan dengan alat EDX (Energy Dispersive X-Ray Analysis) yang berada di Lab. Metalurgi dan Material UI,Depok.
2. Uji Kekerasan
   Tujuan pengujian kekerasan adalah untuk mengetahui tingkat kekerasan dari bahan uji tersebut. Uji kekerasan yang dilakukan pada penelitian adalah uji kekerasan mikro dengan menggunakan alat microhardness Buehler yang berada di Laboratorium Metalurgi-UI,Depok.
3. Pengujian Struktur Mikro
   Pengujian struktur mikro dilakukan dengan menggunakan alat SEM(Scanning Electron Microscopic) yang berada di Laboratorium SEM Metalurgi dan Material,UI,Depok. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran struktur mikro dari benda kerja yang akan diuji. Selain struktur mikro,alat SEM ini dengan bantuan perangkat lunak EDX (Electron Dispersion X-Ray) Link Sys. dapat memberikan data komposisi dari masing-masing unsur ataupun senyawa yang membentuk benda kerja tersebut,alat ini dipakai oleh peneliti terutama untuk melihat secara mikro tebal lapisan yang terbentuk setelah proses anodisasi dilakukan dan komposisi unsur maupun senyawa yang terkandung didalam benda kerja tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji komposisi kimia dengan Optical Emission Spectroscopy

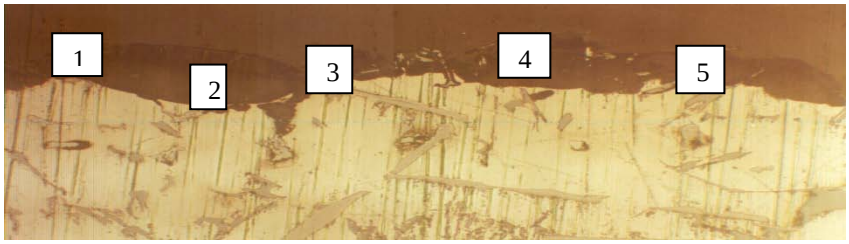
Pengujian komposisi kimia dari benda kerja pulley,Aluminium 6061-T6 dengan alat OES dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data OES komposisi benda kerja

No	Unsur	Berat (%)
1.	Aluminium (Al)	90,7
2.	Silikon (Si)	5,29
3.	Besi (Fe)	1,39
4.	Tembaga (Cu)	0,819
5.	Nikel (Ni)	0,286
6.	Timbal (Pb)	1,01
7.	Seng (Zn)	0,181
8.	Mangan (Mn)	0,0432
9.	Magnesium (Mg)	0,0484
10.	Titanium (Ti)	0,0205
11.	Timah (Sn)	0,0557
12.	Chromium (Cr)	0,0166
13.	Unsur lainnya (impurities)	Trace

2. Uji kekerasan mikro

Hasil uji kekerasan mikro pada benda kerja yang mengalami proses anodisasi dapat dilihat pada Tabel 2.,dengan data distribusi kekerasan yang bervariasi dimulai dari titik uji no.1(satu) sampai dengan no.5 (lima) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Urutan posisi penjejakan

Titik uji no.1 adalah posisi penjejakan pada bagian terluar benda kerja,dimana pada daerah ini diasumsikan terdapat lapisan baru (lapisan alumina). Titik uji no. 2,no. 3, no. 4 dan no. 5 merupakan titik-titik lokasi penjejakan berikutnya dengan jarak penjejakan yang satu dengan yang lainnya sebesar 1 µm.

Tabel 2. Data kekerasan permukaan berdasarkan lokasi penjejakan (HV) dalam larutan H_2SO_4 200g/l

Benda kerja	Kekerasan rata-rata (HV)	Waktu proses (menit)	Suhu (^oC)	Arus(A)dan tegangan(V)
Al (awal)	49	-	Ruang	
Al (anodisasi)	155,8 121,6 128,4	30 45 60	16^{o}C 16^{o}C 16^{o}C	0,4A; 19-25V 0,4A; 17-19V 0,8A; 22-24V
	57,4 52,6 49,2	30 45 60	Ruang	0,3 A ; 3,1 V 0,4 A ; 6 V 0,3 A ; 3 V
	133,8 116,2 109,4	30 45 60	35^o	0,8 A ; 3 V 0,8 A ; 4 V 0,8 A ; 3,5 V

Tabel 3. Data kekerasan permukaan berdasarkan lokasi penjejakan (HV) dalam larutan H_2SO_4 200g/l+$H_2C_2O_4$ 10g/l

Benda kerja	Kekerasan rata-rata (HV)	Waktu proses (menit)	Suhu (^oC)	Arus(A)dan tegangan(V)
Al (awal)	49	-	Ruang	
Al (anodisasi)	101,4 99,6 88,8	30 45 60	16^{o}C 16^{o}C 16^{o}C	0,6 A ; 18 V 0,4 A ; 15,3 V 0,6 A ; 15,9 V
	125,8 116,3 123,2	30 45 60	Ruang	0,3 A ; 3,3 V 0,8 A ; 4,7 V 0,3 A ; 5,2 V
	128,6 122,2 109,4	30 45 60	35^o	0,4 A ; 4 V 0,4 A ; 3,5 V 0,4 A ; 3,7 V

Tabel 4. Data kekerasan permukaan berdasarkan lokasi penjejakan (HV) dalam larutan H_2SO_4 200g/l+$H_2C_2O_4$ 20g/l

Benda kerja	Kekerasan rata-rata (HV)	Waktu proses (menit)	Suhu (^oC)	Arus(A)dan tegangan(V)
Al (awal)	49	-	Ruang	
Al (anodisasi)	96,8 87,5 82,8	30 45 60	16^{o}C 16^{o}C 16^{o}C	0,8 A ; 21 V 0,8 A ; 15 V 0,8A ; 15V
	109,4 116,2 97,8	30 45 60	Ruang	0,8 A ; 23 V 0,8 A ; 21 V 0,5 A ; 18 V
	143,4 140 156,8	30 45 60	35^o	0,6 A ; 3,5 V 0,4 A ; 4,5 V 0,3 A ; 3 V

Tabel 5. Data kekerasan permukaan berdasarkan lokasi penjejakan (HV) dalam larutan H_2SO_4 200g/l+$H_2C_2O_4$ 30g/l

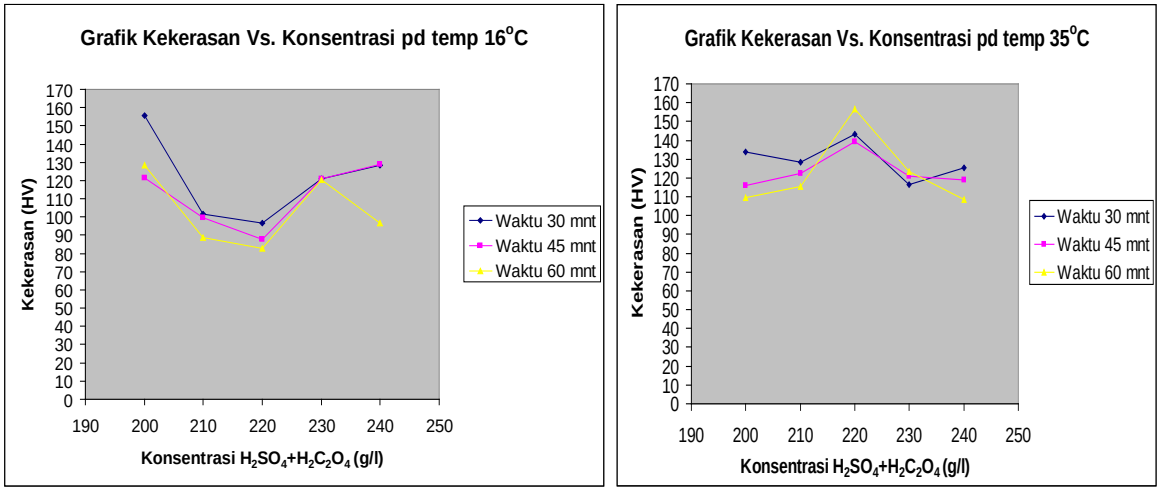
Benda kerja	Kekerasan rata-rata (HV)	Waktu proses (menit)	Suhu (^oC)	Arus(A)dan tegangan(V)
Al (awal)	49	-	Ruang	
Al (anodisasi)	120,8	30	16^oC	0,8 A ; 17,6 V
	120,8	45	16^oC	0,8 A ; 18,7 V
	120,5	60	16^oC	0,8 A ; 19 V
	105,4	30	Ruang	0,8 A ; 4 V
	107,6	45		0,8 A ; 10,6V
	123,2	60		0,8 A ; 9,2 V
	116,4	30	35^o	0,4 A ; 4,5 V
	120,8	45		0,4 A ; 3,6 V
	123,2	60		0,4 A ; 4,4 V

Tabel 6. Data kekerasan permukaan berdasarkan lokasi penjejakan (HV) dalam larutan H_2SO_4 200g/l+$H_2C_2O_4$ 40g/l

Benda kerja	Kekerasan rata-rata (HV)	Waktu proses (menit)	Suhu (^oC)	Arus(A)dan tegangan(V)
Al (awal)	49	-	Ruang	
Al (anodisasi)	128,6	30	16^oC	0,3 A ; 20 V
	129	45	16^oC	0,4 A ; 20 V
	96,5	60	16^oC	0,3 A ; 15 V
	115	30	Ruang	0,8 A ; 3 V
	109,4	45		0,4 A ; 8 V
	114	60		0,8 A ; 3 V
	125,6	30	35^o	0,8 A ; 9 V
	119	45		0,8 A ; 8 V
	108,7	60		0,8 A ; 8,5 V

Dari data diatas maka dapat digambarkan grafik kekerasan vs.konsentrasi H_2SO_4 dan campurannya dengan $H_2C_2O_4$ pada temperatur 16^{o}C gambar 3a,pada temperatur 35^{o}C gambar 3b.

a. b.



Gambar 3a,b,. Grafik kekerasan vs.konsentrasi larutan H_2SO_4+$H_2C_2O_4$ pada berbagai temperatur

Dari gambar 3a.,terlihat bahwa nilai kekerasan benda kerja dengan waktu proses 30 menit rata2 lebih tinggi daripada waktu proses anodisasi 45 dan 60 menit baik dalam larutan asam sulfat 200g/l maupun dalam campurannya dengan asam oksalat 10g/l ; 20g/l; 30g/l dan 40g/l. Nilai tertinggi diperoleh yaitu 155,8 HV yaitu dalam larutan 200g/l,waktu proses 30 menit,arus 0,4A dan tegangan 19-25 V.Kekerasan menurun dengan bertambahnya waktu proses. Pada menit ke-30 tegangan

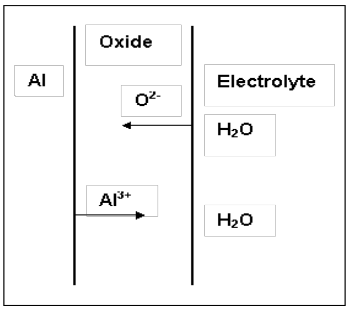
mencapai 25 V,ini merupakan tegangan yang tertinggi karena sesungguhnya reaksi oksidasi terjadi pada dua daerah anoda yaitu batas permukaan metal dengan oksida,terjadi reaksi oksidasi :

$2\,Al + 3\,O^{=} \longrightarrow Al_2O_3 + 6e^-$

Sedang pada batas permukaan oksida dengan elektrolit terjadi reaksi oksidasi:

$Al^{3+} + H_2O \longrightarrow Al_2O_3 + 6\,H^+$

Pembentukkan lapisan Al_2O_3berasal dari batas permukaan tadi,diperlukan energy yang cukup untuk pembentukkan lapisan alumina[(3)] tersebut.Makin banyak Al_2O_3 yang terjadi makin banyak energy yang dibutuhkan. Pada proses anodisasi yang terjadi selama 30 menit,terjadi proses pembentukkan Al_2O_3 yang cukup banyak sehingga kekerasannya makin besar,dengan bertambahnya waktu proses kekerasannya menurun karena lapisan alumina yang melekat pada permukaan logam akan menghalangi oksidasi seterusnya sehingga lapisan alumina yang terjadi berasal dari oksidasi pada batas permukaan oksida dengan elektrolit.



Gambar 4. Ilustrasi ion transport melalui lapisan oksida [(3)]

Pada gambar 3b,nilai kekerasan yang paling tinggi benda kerja dengan waktu proses 60 menit,arus 0,3A,tegangan 3V dalam larutan asam sulfat 200g/l dengan campurannya asam oksalat 20g/l yaitu 156,8 HV. Selain faktor suhu yang mempengaruhi kecepatan pembentukkan lapisan alumina,pengaruh asam oksalat juga mempengaruhi terhadap kenaikan nilai kekerasan benda kerja. Penambahan asam oksalat ($H_2C_2O_4$),menyebabkan terjadi reaksi sbb.

$H_2C_2O_4 \longrightarrow HCOOH + CO_{2(g)}$

$CO_2 + H_2O \longrightarrow CO_3^{=} + 2\,H^+$

$CO_3^{=} + H_2O \longrightarrow HCO_3^- + OH^-$

$Al^{3+} + 3\,OH^- \longrightarrow Al(OH)_3$

$Al(OH)_3 + 3\,H^+ \longrightarrow Al^{3+} + 3\,H_2O$

Pembentukkan Al^{3+} akan membentuk lapisan alumina nantinya,sehingga hal ini akan menambah lapisan alumina,sehingga menambah kekerasan benda kerja.

IV. KESIMPULAN

1. Anodisasi aluminium merupakan cara lain untuk membentuk lapisan Al_2O_3 melalui proses elektrolisa dan lapisan Al_2O_3yang terjadi bukan merupakan lapisan baru yang terpisah melainkan lapisan yang menyatu yang terbentuk kedalam permukaan puley aluminium yang sifatnya permanen.
2. Dari data diatas maka nilai kekerasan tertinggi dihasilkan dari proses anodisasi dalam campuran $[H_2SO_4]$ 200g/l + $[H_2C_2O_4]$ 20g/l yaitu 156,8HV pada suhu 35^oC,nilai ini hampir sama dengan yang dihasilkan dari proses anodisasi dalam larutan $[H_2SO_4]$ 200g/l pada suhu 16^oC yaitu 155,8HV,1 angka lebih rendah. Sehingga dapat disimpulkan alternatif lain untuk memperoleh nilai kekerasan yang tinggi dari logam aluminium dapat diperoleh dengan cara anodisasi dalam campuran larutan asam sulfat dan asam oksalat atau larutan asam sulfat saja.
3. Lapisan alumina yang terbentuk adalah jenis lapisan *"porous layer"*,karena jika dimasukkan dalam zat warna maka akan menyebabkan lapisan alumina berwarna sehingga benda kerja aluminium yang merupakan pulley menjadi berwarna.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] J.R. Davis et all, *Aluminium and Aluminium Alloys,* ASM Specialty Handbook,1993.
[2] V.F. Henley, Anodic Oxidation of Aluminium and its Alloys, Pergamon Press,1982
[3] H.Uchi,T.Kanno,Crystalline Anodic Alumina Films,and R.S. Alwitt,"Journal of The Electrochemical Society" vol.148,pp.B17-B23,2001 .
[4] P.G. Sheasby and R.Pinner ,The Surface Treatment And Finishing of Aluminium And Its Alloys,vol.1, sixth edition,2001.
[5] P.G. Sheasby and R.Pinner, The Surface Treatment And Finishing of Aluminium And Its Alloys,vol.2,pp.822-823, sixth edition,2001
[6] Lawrence H. Van Vlack, Material for Engineering,Concepts and Applications, Addison-Wesley Series,1982.
[7] W.D. Kingery, H.K. Brown & D.R. Uhlmann, Introduction to Ceramics,Second Edition,John Wiley & Sons,Inc.

Pengaruh Temperatur Pembakaran dan Komposisi Sekam Terhadap Porositas Composite Filter

Hamdi[1] dan Ahmad Maksum[1]
1. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Depok
maksum.ahmad@gmail.com

Abstrak

Para peneliti telah menunjukkan bahwa sekam padi mengandung antosianin dan silika yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun demikian, sampai saat ini sekam padi masih merupakan limbah pertanian yang belum banyak digunakan untuk sesuatu yang bernilai ekonomi tinggi di Indonesia. Di sisi lain, pasokan air bersih dari PDAM masih terbatas di beberapa daerah perkotaan saja, dikarenakan tingginya biaya teknologi pengolahan air.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu model filter komposit dari campuran sekam padi dan tanah liat untuk mengolah air tanah menjadi air bersih, dengan menggunakan modifikasi dari teknologi pembuatan batu bata yang sudah dikenal di masyarakat pedesaan. Sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini adalah residu dari proses pembuatan inhibitor korosi. Sekam dicampur dengan tanah liat, di mana rasio berat antara tanah liat dan sekam divariasikan yaitu 60/40, 50/50, dan 40/60. Sekam dan campuran tanah liat tersebut dibentuk seperti gelas, dikeringkan, dan dibakar pada suhu yang bervariasi yaitu 800 850, dan 900°C. Kemudian pengujian dilakukan untuk melihat kecepatan aliran air setelah melewati filter komposit, dimana laju aliran air tersebut menunjukkan tingkat porositas filter komposit.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi sekam yang tinggi dalam komposit akan menghasilkan laju aliran yang lebih tinggi. Dan porositas komposit terbaik diperoleh pada suhu pembakaran 900°C.

Kata Kunci : Sekam Padi, Tanah Liat, Air Bersih, Composite Filter

Abstract

The researchers have shown that rice husks contains anthocyanin and silica that have high economic value. Nevertheless, up to now, the rice husks are still agricultural waste that has not been used for something of high economic value in Indonesia. On the other hand, the supply of clean water from PDAM is still limited in some urban areas only, due to the high cost of this water treatment technology.

This study aims to create a model of a composite filter of a mixture of clay and rice husks to treat ground water into clean water, using a modification of the brick-making technologies which are well known in rural communities. Rice husks used in this study was a residue from the manufacturing process corrosion inhibitor. Husk is mixed with clay, where the weight ratio between clay and husks be varied ie 60/40; 50/50, and 40/60. Husk and clay mixture was formed as a glass, dried, and burned at the temperatures variation 800, 850, and 900°C. Furthermore, testing was conducted to see the speed of water flow after passing the composite filter, and the water flow rate indicates the level of porosity of the composite filter.

The results of this study showed that the greater rice husks composition in the composite will generate a higher flow rate. And the best composite porosity obtained in combustion temperature of 900°C.

Keywords : Rice husks, Clay, Clean Water, Composite Filter

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Selama ini, produksi padi yang telah memberikan kontribusi lebih dari Rp 120 triliun bagi perekonomian nasional, ternyata belum mampu memberikan nilai tambah yang layak bagi keluarga petani[1]. Padahal kandungan anthocyanin[2] dan senyawa silikat[3] dalam sekam padi mempunyai peluang untuk diproses menjadi produk yang bernilai tinggi, baik sebagai inhibitor korosi[4] atau sebagai zeolite alami[5]. Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan nilai tambah hasil usahatani padi dan produk sampingnya.

Sekam padi saat ini merupakan sumber senyawa silikon, termasuk diantaranya *silicon carbide*, *silica*, *silicon nitride*, *silicon tetrachloride*, *zeolite*, dan *pure silicon*[6][7]. Aplikasi dari material turunan dari sekam padi sangatlah komprehensif. Akan tetapi, dari beberapa material tersebut di atas, hanya *silicon carbide* saja yang telah diproduksi dalam skala industri. Sementara itu, material lain masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya diketahui bahwa sekam padi mampu menyerap logam berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) dalam larutan[8]. Dengan konsentrasi sekam padi 10% b/v dalam larutan logam Cd terserap sebesar 37% dan dengan konsentrasi yang sama logam Pb terserap sebesar 10%. Di samping itu, daya serap dari sekam padi mengalami kenaikan dengan bertambahnya waktu kontak dan mencapai maksimal dalam waktu 2 jam untuk logam Cd dan 1,5 jam untuk logam Pb. Akan tetapi, dengan bertambahnya waktu kontak akan terjadi penurunan daya serap.

Beberapa peneliti lain juga telah membuktikan bahwa logam berat dalam lingkungan dapat diserap dengan biosorben[9], arang tongkol jagung[10], sabut kelapa dan kulit pohon jati[11], abu limbah karet ban[12], [13], dan [14].

Penelitian ini dimaksudkan untuk lebih memanfaatkan sumber daya hayati negara Indonesia yang melimpah, meningkatkan ketahanan pangan nasional, dan meningkatkan pendapatan keluarga petani, serta menjaga kelestarian dan kesehatan lingkungan. Dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, telah membuktikan bahwa ekstrak sekam padi cukup efektif dalam menghambat korosi logam mild steel dalam larutan 1 M HCl[4].

Adapun tujuan khusus dari penelitian kali ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi sekam dan suhu pembakaran terhadap debit air bersih yang dihasilkan. Untuk itu, dalam penelitian ini akan dikaji beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah cara membuat water composite filter dengan memanfaatkan sekam padi?
2. Bagaimanakah pengaruh penambahan jumlah sekam padi pada composite filter terhadap debit air yang dihasilkan?

II. EKSPERIMEN

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimen di laboratorium, guna memecahkan permasalahan. Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dibuat model composite filter yang berbahan dasar campuran tanah liat dan sekam dengan komposisi berat 40/60, 50/50, dan 60/40. Adapun sekam yang digunakan adalah sekam sisa dari pembuatan inhibitor korosi.

1. Ekstraksi Sekam Padi

Sekam padi dalam penelitian ini berasal dari sebuah penggilingan padi di kota Karanganyar. Sekam dibersihkan dari kotoran dan dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam gelas ukur yang berisi 800 mL ethanol 70% yang telah mengalami proses pemanasan awal 60°C. Setelah itu, keduanya dipanaskan lagi pada temperatur 60°C selama 15 menit. Setelah dingin, campuran tersebut disaring dengan kertas saring whatman no.1 untuk memisahkan filtrat yang terbentuk. Lalu, dilakukan proses pemisahan bahan aktif sekam dari pelarutnya dengan cara dipanaskan sampai temperatur 79°C.

2. Pembuatan Composite Filter

1. Bahan yang Digunakan
   - Sekam padi (sisa pembuatan inhibitor yang telah diolah)
   - NaOHp.a
   - Aqua bebas mineral (aquademineralisata)
   - Tanah liat
2. Pengolahan Residu Sekam Padi
   Residu sekam padi direndam dalam larutan NaOH 10% dan didiamkan selama 3x24 jam. Residu sekam padi yang telah "Diolah" tersebut kemudian dicuci dengan aquademineralisata sampai netral dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.
3. Pembuatan Composite Filter
   Residu sekam yang telah kering dicampur dengan tanah liat. Campuran tersebut dibuat dengan perbandingan berat 40/60; 50/50; dan 60/40. Setelah tercampur dengan rata, air dimasukkan sedikit demi ke dalam campuran sekam-tanah liat tersebut sambil diaduk sehingga terbentuk adonan yang liat. Setelah adonan jadi, adonan tersebut dibiarkan selama

24 jam. Setelah dibiarkan selama 24 jam, adonan siap untuk dibuat filter dengan bentuk seperti gelas dan kemudian dikeringkan secara alami menggunakan panas matahari selama empat sampai enam hari untuk mengurangi kadar airnya. Filter yang telah kering alami dikeringkan lagi dengan memasukkannya ke dalam tungku dengan temperature bervariasi yaitu 800, 850, dan 900°C, selama 20 sampai 24 jam. Filter yang telah kering, siap untuk dilakukan pengujian.

3. Metode Pengambilan Data Pengujian Kecepatan Aliran.

Metode pengambilan data pengujian kecepatan aliran dilakukan dengan mengikuti ketentuan sebagai berikut:

1. Composite filter diletakkan secara terbalik, dan kemudian diisi sedikit demi sedikit dengan air tanah yang akan disaring.
2. Tetesan air setelah melewati composite filter ditampung di dalam gelas ukur sampai level air menunjukkan angka 500 mL.
3. Waktu yang dibutuhkan dari mulai saat pertama penuangan sampai level air dalam gelas ukur menunjukkan angka 500 mL merupakan kecepatan penyaringan.
4. Kecepatan penyaringan tersebut dibuat masing-masing tiga data untuk tiap variasi variasi komposisi maupun temperatur.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Visual Hasil Pembakaran.



Gambar 1 Foto Hasil Pembakaran pada temperatur (a) 800°C; (b) 850°C, dan (c) 900°C

Dari hasil pembakaran, gambar 1, didapatkan tekstur yang berbeda-beda, dimana tekstur yang paling halus terlihat pada sampel-sampel dengan komposisi sekam paling rendah yaitu 40% dan dengan temperatur pembakaran 900°C. Hal ini diduga terjadi karena pemuaian optimum dari tanah liat tercapai pada suhu 900°C, sehingga terlihat sampel-sampel yang dibakar pada suhu tersebut mempunyai pori-pori yang lebih kecil.

2. Data Pengujian Kecepatan Aliran.

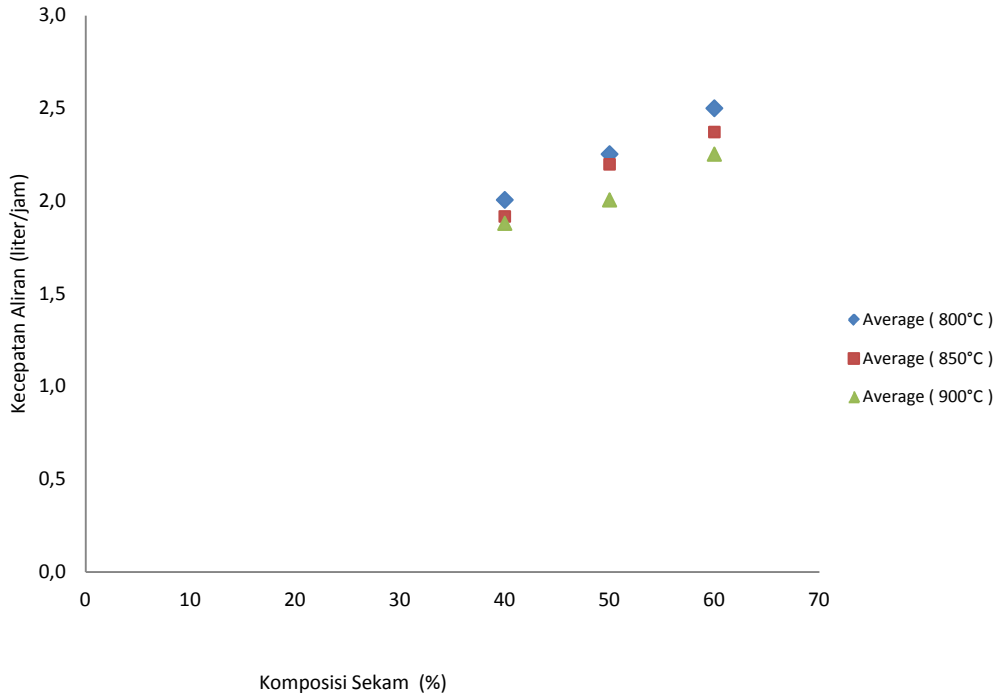
Tabel 1 Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan 500 ml Air (dalam menit)

Temperatur Pembakaran	800°C			850°C			900°C		
Komposisi (% sekam)	40	50	60	40	50	60	40	50	60
1	14	14	12	15	14	13	17	15	13
2	15	13	12	16	13	12	16	16	14
3	16	13	12	16	14	13	15	14	13
Average Time	15	13	12	16	14	13	16	15	13

Dari Tabel 1 didapatkan hubungan antara komposisi sekam dan temperatur pembakaran dengan kecepatan aliran, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :

Tabel 2 Data Kecepatan Aliran (liter / jam)

Temperatur Pembakaran	800°C			850°C			900°C		
Komposisi (% sekam)	40	50	60	40	50	60	40	50	60
1	2.1	2.1	2.5	2.0	2.1	2.3	1.8	2.0	2.3
2	2.0	2.3	2.5	1.9	2.3	2.5	1.9	1.9	2.1
3	1.9	2.3	2.5	1.9	2.1	2.3	2.0	2.1	2.3
Average	2.0	2.3	2.5	1.9	2.2	2.4	1.9	2.0	2.3



Gambar 2 Grafik hubungan komposisi sekam dan suhu pembakaran dengan kecepatan aliran.

Dari Tabel 2 tersebut terlihat bahwa sampel dengan suhu pembakaran 900°C mempunyai kecepatan aliran yang lebih rendah bila dibandingkan dengan sampel pembakaran di bawahnya. Hal ini dipengaruhi oleh pori-pori yang semakin kecil pada saat proses pembakaran. Selain itu juga terlihat bahwa dengan semakin rendahnya komposisi sekam akan memperkecil debit alirannya.

Pada penelitian ini didapatkan bahwa kecepatan aliran air setelah melewati composite filter dipengaruhi oleh suhu pembakaran dan jumlah sekam pada saat proses pembuatan composite filter tersebut. Namun demikian, untuk mendapatkan jumlah sekam yang optimum masih diperlukan data pengujian kualitas air terutama uji mikrobiologi.

IV. KESIMPULAN

Dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Porositas composite filter yang ditandai dengan kecepatan aliran air dipengaruhi oleh suhu pembakaran dan jumlah sekam pada saat proses pembuatan composite filter tersebut.
b. Temperatur pembakaran optimum pada proses pembuatan composite filter adalah 900°C.
c. Semakin kecil komposisi sekam dalam composite filter, semakin kecil pori – pori nya sehingga semakin baik penyaringannya.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Apriyantono, *Peningkatan Produksi Padi Menuju 2020*. Jakarta: Departemen Pertanian Republik Indonesia, 2008, p. 67.
[2] K. Min-Kyoung, K. Han-ah, K. Kwangoh, K. Hee-seon, Y. S. Lee, and K. Y. Ho, "Identification and quantification of anthocyanin pigments in colored rice," *Nutrition Research and Practice*, vol. 2, no. March, pp. 46-49, 2008.
[3] Perdana, Q. Putri, Harwindawati, and Dian, "Isolation of Silicate Compound from Rice Husks," Institut Teknologi Sepuluh November, 2009.
[4] A. Maksum, "Efektifitas Ethanol Ekstrak Sekam Padi Beras Hitam Pada Penghambatan Korosi Logam Mild Steel Dalam Media 1M HCl," in *Proceeding SNP2M*, 2010.
[5] A. Rahman and B. Hartono, "PENYARINGAN AIR TANAH DENGAN ZEOLIT ALAMI UNTUK MENURUNKAN KADAR BESI DAN MANGAN," *Makara Kesehatan*, vol. 8, no. 1, pp. 1-6, 2004.
[6] L. Sun and K. Gong, "Silicon-Based Materials from Rice Husks and Their Applications," *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 40, no. 25, pp. 5861-5877, 2001.
[7] R. Bakker and E. Keijsers, "Alternative Concepts and Technologies for Beneficial Utilisation of Rice Straw," *Seminar*, 2009.
[8] Wiwik, "Penggunaan Sekam Padi sebagai Penyerap Logam Berat Kadmium dan Timbal." 1995.
[9] J. C. Igwe and A. A.A., "A bioseparation process for removing heavy metals from waste water using biosorbents," *African Journal of Biotechnology*, vol. 5, no. June, pp. 1167-1179, 2006.
[10] E. E. Akporhonor and P. A. Egwaikhide, "Removal of selected metal ions from aqueous solution by adsorption onto chemically modified maize cobs," *Scientific Research and Essay*, vol. 2, no. April, pp. 132-134, 2007.
[11] O. O. Kehinde, T. A. Oluwatoyin, and O. O. Aderonke, "Comparative analysis of the efficiencies of two low cost adsorbents in the removal of Cr (VI) and Ni (II) from aqueous solution," *Science And Technology*, vol. 3, no. November, pp. 360-369, 2009.
[12] H. Z. Mousavi, A. Hosseynifar, V. Jahed, and S. A. M. Dehghani, "REMOVAL OF LEAD FROM AQUEOUS SOLUTION USING WASTE TIRE RUBBER ASH AS," *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, vol. 27, no. 1, pp. 79 - 87, 2010.
[13] S. Tangjuank, N. Insuk, V. Udeye, and J. Tontrakoon, "Chromium (III) sorption from aqueous solutions using activated carbon prepared from cashew nut shells," *International Journal*, vol. 4, no. 8, pp. 412-417, 2009.
[14] E. O. Aluyor, I. O. Oboh, and K. O. Obahiagbon, "Equilibrium sorption isotherm for lead (Pb) ions on hydrogen peroxide modified rice hulls," *International Journal of Physical Sciences*, vol. 4, no. 80, pp. 423-427, 2009.

Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Sifat Mekanik Material AISI 4140 untuk Komponen *Breaker Tip*

Reza Yadi Hidayat dan Husaini Ardi
Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Negeri Bandung Jl.Kanayakan no 21 Bandung 40135
reza@polman-bandung.ac.id, ryadihidayat@gmail.com

Abstrak

Breaker tip merupakan komponen yang dipergunakan pada proses penghancuran batuan di industri semen. Komponen tersebut memerlukan ketangguhan (*toughness*) dan ketahanan gesek (*wear resistance*) yang baik. Komponen yang dipergunakan sekarang merupakan komponen yang masih diimpor dari luar Indonesia dan sebagian kecil sudah dibuat di lokal.

Produk lokal mempunyai ketahanan geseknya rendah, juga sering patah pada leher *breaker tip.* Ketika *breaker tip* patah, operator perawatan mesin menghadapi kesulitan pada proses penggantiannya, sehingga muncul kriteria atau tuntutan dari pengguna bahwa walaupun harga kekerasannya tidak optimal, asal komponen tidak patah atau pecah. Berdasarkan kriteria ini, dilakukan pengkajian penggunaan proses coran material AISI 4140 yang termasuk dalam kelompok *medium carbon steel* yang mempunyai sifat-sifat mekanik yang dapat dipergunakan untuk komponen *breaker tip*.

Penelitian ini mencari dan mengkaji korelasi harga-harga optimum dari sifat mekanik coran bahan AISI 4140 seperti kekerasan material, harga impak, harga tegangan tarik maksimum serta harga kualitatif sifat abrasi material dengan melakukan variasi perlakuan panas *tempering* mulai dari 205, 380, 425 dan 540 ^{o}C. Dari penelitian tersebut muncul korelasi harga optimum dari sifat mekanik bahan AISI 4140 untuk komponen *breaker tip*, pada temperatur *tempering* 425 ^{o}C.

Kata kunci : *breaker tip*, patah, sulit, penggantian.

Abstract

Breaker tip is a component used in the process of crushing minerals in the cement industry. This component should has good toughness and wear resistance. Most of breaker tip is still to be imported, only few of them are made by local industries.

The local products still have to deal with problems of low wear resistance and fracture at the neck of breaker tip. The Fracture causes subsequently difficulties for the maintenance technician during its replacement. This furthermore led the users to compromise the criteria, in which the hardness value could be lower, as long as no fracture occurred.

Based on these criteria, the research made use of the casting material AISI 4140 that is classified as medium carbon steel and considerably can be used for components of breaker tip. This study found out the optimum mechanical properties of cast AISI 4140 and analyzed the correlation of hardness, impact value and maximum tensile strength as well as qualitative wear properties. This has been undertaken by setting the temperature of tempering ranging from 205, 380, 425 and 540 ^{o}C. The study determined the optimum combination of mechanical properties for AISI 4140 material used for breaker tip components by the tempering temperature of 425 ^{o}C.

Keywords : breaker tip, fracture, difficult, replacement.

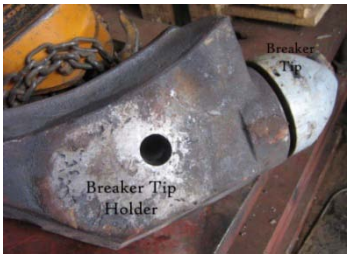
I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Breaker tip merupakan komponen yang dipergunakan dalam proses penambangan batuan silka dan kalsium untuk bahan baku proses pembuatan semen. Komponen ini sebagian besar masih didatangkan dari luar Indonesia (import).



Gambar 1.1. *Breaker tip* terpasang pada mesin
(Tambang silika PT.Semen Padang,2006)



Gambar 1.2. *Breaker tip* terpasang pada *holder*
(Tambang silika PT.Semen Padang,2006)

Beberapa industri pengecoran komponen lokal sudah ada yang mencoba membuat komponen tersebut. Kendala yang muncul adalah masih terjadinya kegagalan pada produk lokal berupa terjadinya pecah pada komponen tersebut. Tuntutan utama terhadap produk komponen *breaker tip* produk lokal sekarang ini adalah tidak mudah pecah. Sedangkan untuk ketahanan ausnya pada permukaan *breaker tip head* dilakukan pelapisan logam dengan pengelasan permukaan.

II. METODE PENELITIAN

Komposisi material berdasarkan standar AISI 4140 (ASM book vol 1) yang diramu pada proses peleburan bahan di bengkel pengecoran Polman Negeri Bandung. Cetakan mempergunakan bahan pasir metoda cetak basah (Nassgussverfahren). Proses peleburan dilakukan pada tanur induksi kapasitas 300 kg/jam dengan frekuensi medium. Pengendalian kualitas cairan (komposisi) dilakukan dengan menggunakan OES. Sebelum proses penuangan,cairan yang sudah dikeluarkan dari tanur dan berada dalam ladle dilakukan pemeriksaan temperatur cairan logam.

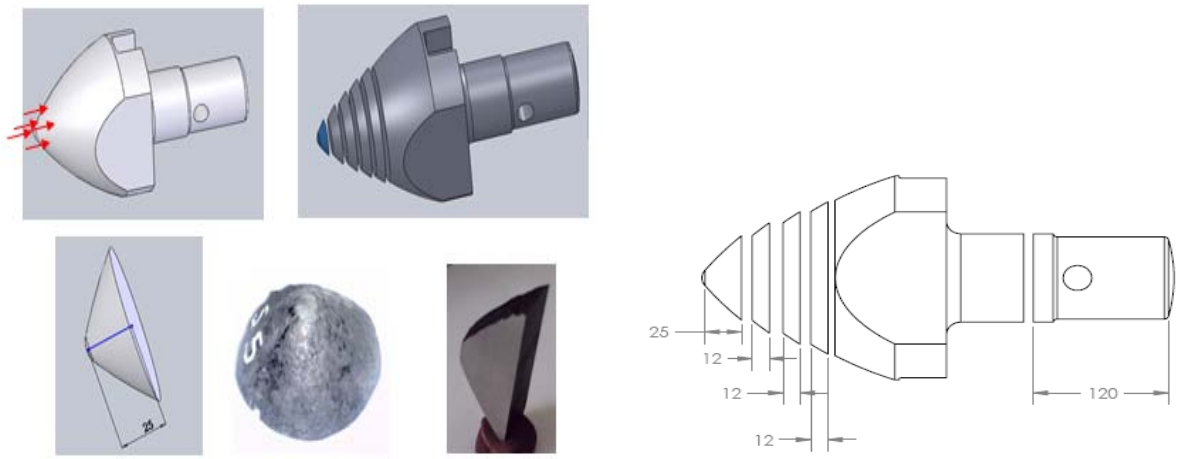


(a) (b) (c) (d)

Gambar 2.1. Cetakan pasir (a), Pola *breaker tip* (b), Proses peleburan (c), Produk *breaker tip* (d)

Pengujian struktur mikro dan harga kekerasan dilakukan pada produk/sampel *as cast*. Perlakuan panas yang dilakukan meliputi *normilzing*, *hardening* dan *tempering*. Pada proses *normalizing* semua sampel produk mengalami pemanasan pada temperatur 840^{o}C selama 4 jam. Proses *hardening* dilakukan pada temperatur 850^{o}C, ditahan selama kurang lebih 3.5 jam dan *quench* dalam oli.

Pengujian dilakukan pada 4 sampel. Setiap kepala sampel dipotong menjadi 3 (tiga) layer untuk dilakukan pengujian kekerasan permukaan, struktur mikro, harga kualitatif abrasi dan harga impak. Sampel uji tarik diambil dari bagian silinder sampel produk. Pengujian tersebut dilakukan pada sampel yang telah mengalami proses hardening dan tempering. Proses tempering dilakukan pada temperatur 205^{o}C, 380^{o}C, 425^{o}C dan 540^{o}C.



Gambar 2.2 Profil pengambilan sampel layer kepala breaker tip

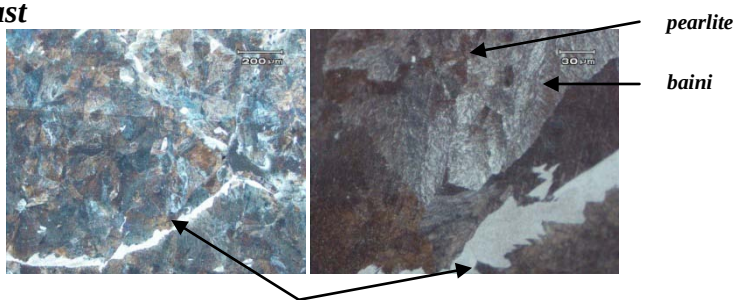
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Komposisi

Tabel 3.1Komparasi komposisi cairan peleberan breaker tip pada tahap pengujian awal dan hasil koreksinya.

Target		Hasil Uji		Hasil Koreksi	
Elemen	**(%)**	**Elemen**	**(%)**	**Elemen**	**(%)**
Cu	0.38-0.45	**C**	0,38524	**C**	0,41780
Si	max.0.4	**Si**	0,02876	**Si**	0,22135
Mn	0.6-0.9	**Mn**	0,57242	**Mn**	0,78854
P	-	**P**	0,01593	**P**	0,01715
S	-	**S**	0,00942	**S**	0,00893
Cr	0.6-1.0	**Cr**	0,56740	**Cr**	0,72792
Ni	-	**Ni**	0,04798	**Ni**	0,05006
Mo	0.15-0.30	**Mo**	0,12512	**Mo**	0,24030
Al	-	**Al**	0,01140	**Al**	0,03103
Cu	-	**Cu**	0,01918	**Cu**	0,02076

2. Struktur Mikro *as cast*



Gambar 3.1 Struktur mikro produk pada kondisi *as cast*

3. Struktur Mikro Setelah Perlakuan Panas *hardening*



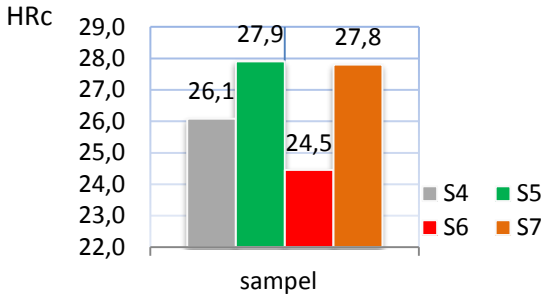
Gambar 3.2 Struktur mikro produk pada kondisi *as cast*

4. Harga Kekerasan (*as cast*)

Tabel 3.2 Nilai uji keras *as cast* pada profil kepala *breaker tip* dalam skala *HRc*

luar	tengah	dalam
26,10	23,10	20,30
29,30	27,00	24,30
26,30	25,00	25,40
rata-rata		
27,23	25,03	23,33

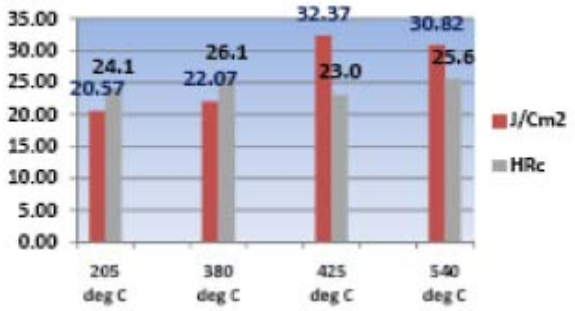
5. Harga Kekerasan (*hardened*)



Gambar 3.3 Grafik yang menunjukkan rerata dari 3 *layer* harga keras 4 sampel sampel *breaker tip* setelah *hardening*

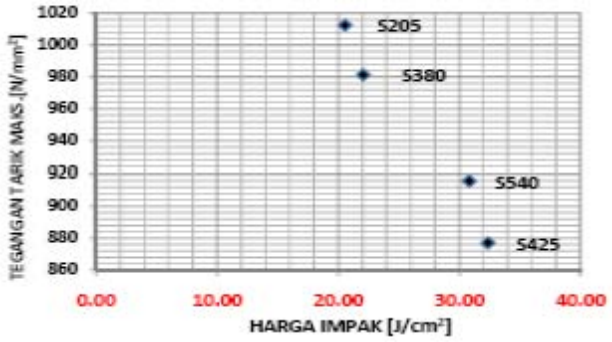
IV. ANALISA

Resume harga impak dan harga kekerasan pada setiap *layer*,sampel terhadap pengaruh temperatur *tempering*

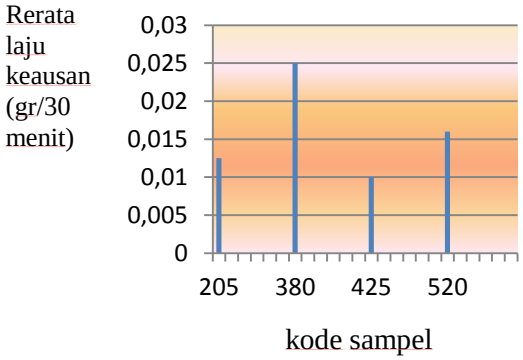


Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian harga impak dan harga kekerasan setiap *layer* kepala *breaker tip* dari 4 sampel yang diuji. setelah dilakukan *tempering* pada temperatur 205 ^{o}C, 380 ^{o}C, 425 ^{o}C dan 540 ^{o}C

Resume harga impak dan tegangan tarik pada setiap *layer*,sampel terhadap pengaruh temperatur *tempering*



Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian harga impak dan tegangan tarik setiap *layer* kepala *breaker tip* dari 4 sampel yang diuji. setelah dilakukan *tempering* pada temperatur 205 ^{o}C (S205), 380 ^{o}C (S380), 425 ^{o}C (S425) dan 540 ^{o}C (S540)

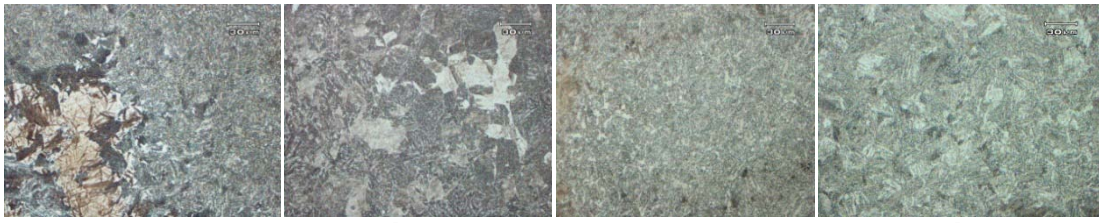


Tabel IV.21

sampel	HI	UTS	HRc	Q-abr
S205	Δ	ΔΔ	Δ	Δ
S380	Δ	Δ	Δ	Δ
S425	ΔΔ	Δ	Δ	ΔΔ
S540	ΔΔ	Δ	ΔΔ	Δ

Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian kualitatif laju keausan kepala *breaker tip*

Harga impak tertinggi didapatkan pada sampel yang mengalami proses *tempering* pada temperatur 425 ^{o}C, tetapi didapatkan harga kekerasan yang rendah dibandingkan dengan 3 sampel lainnya. Struktur mikro yang terbentuk pada sampel S425 mempunyai struktur mikro *bainite*, *ferrite* dan *pearlite* yang relatif merata.



(a) (b) (c) (d)

Gambar 4.4 Sampel S205 (a), sampel S380 (b), Sampel 425 (c) dan sampel 540 (d). Perbesaran 500 x, dietsa Nital

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pada pertimbangan batasan pemilihan perlakuan panas *tempering* terhadap bahan AISI 4140 untuk produk *breaker tip*, proses perlakuan panas *tempering* dengan temperatur 425 ^{o}C dan ditahan selama 1 jam dengan pendinginan dalam air, memberikan harga yang optimal bila dibandingkan dengan pemilihan temperatur *tempering* pada 205 ^{o}C, 380 ^{o}C dan 540 ^{o}C.

Harga kekerasan kepala profil *breaker tip* mengalami gradasi penurunan dari bagian luar ke bagian inti rata-rata sebesar 1.3 %. Hal ini tidak terlalu signifikan. Dengan kata lain profil kepala *breaker tip* mempunyai harga kekerasan yang relatif seimbang dari bagian luar ke bagian dalam, sehingga untuk pengujian-pengujian selanjutnya tidak diperlukan pemotongan *layer*.

Metoda pengecoran merupakan salahsatu metoda pembentukan yang dapat diandalkan untuk membuat *breaker tip* secara massal. Pembuatan komponen tersebut secara teknologi proses mempunyai tingkat kesulitan yang tidak begitu tinggi sehingga sangat memungkinkan sekali industri pengecoran logam di Indonesia dapat bersaing dengan dengan produk impor.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] William D Callister, Jr; " **Materials Science and Engineering an Introduction**" ; 7th edition; John Willey and Sons, inc.; 2007.
[2] Bandanajaya,Beny**;," Pengembangan Bainitic As-Cast Ductile Iron Dengan Pengendalian Laju Pendinginan Dan Komposisi Nikel Molibden**",tesis,2004
[3] Porter, D A and Easterling, K E; " **Phase Transformations in Metals and Alloys** " ; 2nd edition; Chapman & Hall ; 1992.
[4] ASM Handbook Vol. 15 – "**Casting**" ; 9th edition ; 1998
[5] J.R Davis; " **Alloying,Understanding The Basic**"; ASM International ; 1 st edition ; 2001
[6] Eschert,Klaus-Peter ; " **Material Data Sheet**" ; Dr Sommer Werkstoff Gmbh ; 2010
[7] _____ ; " **ITT Diagram** " Unites State Steel ; 2 nd edition ; 1961
[8] ASM Handbook Vol. 9 – "**Metallography and Microstructure**" ; 9th edition. ; 1998.
[9] H.K.D.H.Bhadeshia ; " **Bainite in Steel** " ; 2 nd edition ; IOM Communication,Ltd ; 2001
[10] H.K.D.H.Bhadeshia ; " **Case Study ; Design of Bainite Steel** " ; Part II course C9 ; dw 2012
[11] William F.Smith; " **Foundation of Material Science and Engineering** " ; Mc Graw Hill ; 3 rd edition ; 2004
[12] M.A.Sukolov,, J.D.Landes,G.E.Lucas ASTM STP 1418 ; " **Small Specimen Test Techniques** " ; 4 th edition, ASTM International , 2002
[13] ASTM Handbook Vol. 3 – " **Metal-Mechanical Testing** " ; 9 th edition ; 1998
[14] ASTM A 370 – 10 ; " **Standard Test Methodes and Definition for Mechanical Testing of Steel Products** ", ASTM International , 2010
[15] Richard W.Hertzberg ; "**Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Material** " ; 3 rd edition ; John Willey and Sons, inc.; 1989
[16] _____; " **High Tensile Alloy 4140** " ; Global Metal ; www.globalmetal.com.au ; 2012
[17] C.Garcia-Mateo,F.G Caballero,H.K.D.H. Bhadashia ; " **Low Temeprature Bainite** " ; Journal de Physique IV vol 112 ; 2003
[18] Geroge Deep ; " **The Annelaing and Concurrent Torsion of Bainite Steel** " ; Thesis ; 1974
[19] J.Pacina,P.Bala,S.Dobosz,A.Kokosza,S.Kac ; "**The Microstructure and Properties of The Bainitic Cast Steel for Scissors Crossovers** " ; Journal; Journal of Achievments in Materials and Manufacturing engineering Vol 39 issue 1 ; March 2003
[20] Daniel H.Herring; " The **Embrittelment Phenomena in Hardened and Tempered Steel** " ; info forum ; VAC Aero Intl,inc ; dw 23 April 2012

Uji Kualitas Fisik dan Uji Kinetika Reaksi Briket Sampah dengan Penambahan Minyak Jelantah

Tatun Hayatun Nufus[1], Estuti Budimulyani[1], Indriyani Rebet[1], Dadang Mh Bhakti[1]
[1]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jln prof GA Siwabessy, Kampus UI, Depok.
thnufus@gmail.com

Abstrak

Penelitian dan pengembangan briket arang sampah merupakan salah satu cara untuk mengantisipasi keterbatasan sumber energi dan masalah lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak jelantah pada sifat fisik briket sampah yang berbahan baku batok kelapa, daun kering , ranting pohon. Briket dibuat dengan 4 variasi komposisi prosen berat (50% batok kelapa+50%daun, 50% batok kelapa+50% ranting, 50% ranting+50% daun dan 33% batok kelapa+33% daun+ 33% ranting) (prosentase berat), proses pembriketan dilakukan dengan 4 variasi tekanan yaitu 300 kg/cm^2, 500 kg/cm^2, 700 kg/cm^2, 900 kg/cm^2. Variabel terkendali adalah komposisi perekat tepung kanji 4% dan waktu pencelupan dalam minyak jelantah 5 menit. Sifat fisik yang diuji dari masing-masing briket adalah densitas awal, densitas relaksasi, kuat tekan aksial, ketahanan terhadap air dan uji kinetika reaksi. Pengurangan densitas briket sampah ketika dikeringkan rata-rata sebesar 30% dari keluarnya proses pencetakan briket sedang pengurangan densitas setelah satu minggu kisarannya sekitar 5-10%. Tekanan pembriketan tidak mempengaruhi densitas relakssasi. Kuat tekan aksial tertinggi diperoleh pada briket sampah 50% batok kelapa+50% ranting yaitu berkisar antara 10-17 kg/cm^2. Pencelupan briket dalam minyak jelantah dapat membantu meningkatkan nilai indeks ketahanan air (water resistance index) briket hingga 90%. *Peak temperature* pada uji pembakaran briket 50% batok kelapa+ 50% ranting kecil dibanding yang lainnya. Reaksi pembakaran dengan energi aktivasi minimum dicapai oleh briket campuran 50% batok kelapa+50% ranting. Jadi briket dengan komposisi 50% batok kelapa+ 50% ranting merupakan bahan bakar yang mudah terbakar dan energi yang diperlukan untuk proses pembakaran minimum.

Kata kunci : briket arang sampah, minyak jelantah, sifat fisik, kuat tekan aksial, kinetika reaksi

Abstract

Research and development of charcoal briquettes waste is one way to anticipate limited energy resources and environmental problems. The study was conducted to determine effect adding cooking oil on physical properties briquettes made from waste coconut shells, dried leaves, branches of trees. Briquettes are made with 4 variations composition weight percent (50% coconut shells+50% dried leaves, 50% branches +50% coconut shells, 50 leaves +50% branches and 33% dried leaves +33% coconut shell + 33% branches), briquettes process carried out with 4 variations in pressure of 300 kg/cm^2, 500 kg/cm^2, 700 kg/cm^2, 900 kg/cm^2. Controlled variable is the composition of 4% starch adhesives and immersion time in cooking oil 5 minutes. The physical properties were tested from each briquette is initial density, density relaxation, axial compressive strength, water resistance and the reaction kinetics. Reducing waste briquettes density as drained an average of 30%, density briquettes printing after one week range is about 5-10%. Highest axial compressive strength briquettes obtained in leaf litter ranged between 15-20 kg/cm^2. Immersion briquettes in cooking oil can help increase water resistance index briquettes up to 90%. Peak temperatures in the combustion test briquettes 50% + 50% coconut leaves are smaller than others. Combustion reaction with minimum briquettes achieved by mixture of 50% +50% coconut leaves.

Keyword: charcoal briquettes waste, used cooking oil, physical properties, axial compressive strength, reaction kinetics

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Naiknya harga bahan bakar minyak dan gas memberi dampak yang sangat mengkhawatirkan bagi masyarakat ekonomi lemah, masyarakat pedesaan akan kembali pada pemanfaatan kayu sebagai sumber bahan bakar, jika hal ini berlangsung lama akan menimbulkan masalah baru yaitu pembabatan hutan sehingga dikhawatirkan dapat merusak lingkungan. Saat ini masyarakat dituntut untuk lebih effisien dalam penggunaan energi dan bila perlu mencari sumber atau bahan bakar baru yang dapat digunakan sebagai energi. Sumber energi alternatif dituntut ramah lingkungan serta dapat diperbarui. Briket arang sampah merupakan salah satu jenis bahan bakar yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui, dibuat dari aneka jenis sampah seperti ranting, daun-daunan, rumput, jerami, sampah pasar, sampah pertanian dan sampah industri yang diolah melalui proses karbonisasi.

Berdasarkan hasil penelitian Nufus [1] briket sampah dengan bahan baku (batok kelapa, daun kering, ranting pohon) yang dicelup dalam minyak jelantah nilai kalornya naik 40%-80% dan titik nyala awal briket lebih cepat 8 menit dari sebelum di celup dalam minyak jelantah, disisi lain batok kelapa memiliki nilai kalor yang tinggi dibanding daun kering dan ranting pohon namun ketersediaan batok kelapa terbatas.

Penelitian ini, akan menguji kualitas fisik briket sampah dan kinetika reaksi. Material biomassa yang dipilih sebagai objek penelitian ini adalah kombinasi dari tiga bahan (batok kelapa, daun kering, ranting pohon), sifat-sifat fisik yang diuji antara lain densitas awal, densitas relaksasi, relaksasi, kuat tekan aksial, ketahanan terhadap air dan kinetika reaksi untuk memperoleh briket arang sampah dengan sifat fisik optimum dan laju pembakarannya optimum, sehingga dapat digunakan untuk memasak di rumah tangga maupun industri rumah tangga (pembuatan tahu, tempe) sebagai bahan bakar.

II. EKSPERIMEN

Metoda penelitian yang digunakan adalah metoda eksperimen, lokasi penelitian di lakukan di Politeknik Negeri Jakarta (laboratorium Teknik Konversi Energi, Laboratorium Teknik Mesin) dan TekMIRA Bandung.

1. Tahap Pemberiketan

Pembriketan dilakukan dengan cara memasukkan campuran serbuk arang sampah dengan prosentase komposisi divariasi (50% batok kelapa+50% daun, 50% batok kelapa+50% ranting, 50% ranting+50% daun dan 33% batok kelapa+33% daun+ 33% ranting) yang telah diberi pengikat larutan kanji 4% kedalam cetakan berukuran diameter 30 mm dan tinggi 20 mm kemudian ditekan dengan menggunakan alat pemberiketan dengan variasi tekanan 300, 500, 700 dan 900 kg/cm^2, Pembriketan setiap variasi prosentase komposisi bahan bakar dan tekanan pembriketan dilakukan dengan waktu penahanan yang sama yaitu 10 detik.

Tahap Uji Sifat Fisik

Uji sifat fisik yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

1. *Initial* dan *relaxed density*
   Pengujian densitas spesimen yaitu; densitas awal setelah keluar dari cetakan (*initial density*), densitas briket setelah mengalami pengeringan dan densitas setelah mengalami relaksasi selama satu minggu (*relaxed density*). Pengujian dilakukan menurut standar *ASAE S269.2 DEC 96* menggunakan metode pengukuran langsung dengan alat jangka sorong digital (*calliper digital*) [2].
2. Uji Ketahanan Air (*Water resistance test*)
   Pengujian ketahanan air (*water resistant*) dilakukan dengan mengadopsi prosedur penelitian yang telah dilakukan oleh Ricards [3].
   Perhitungan index ketahanan air *(water resistant indeks*) briket dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini:
   $WRI = 100\% - \%\ penyerapan\ air$
   $\%\ penyerapan\ air = (mb-ma)/ma \times 100\%$
   dengan
   m_b = massa akhir briket setelah diredam selama 30 menit (kg)
   m_a = massa awal briket sebelum direndam (kg)
3. Uji Kuat Tekan Aksial (*Axial Compressive Strength Test*)
   Pengujian sifat mekanik kuat tekan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Alat uji tekan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe *Universal Testing Machine* (UTM). Kuat tekan yang diuji adalah kuat tekan arah aksial (*Axial Compressive Strength*). [4]
   P = F/A

Dengan:
P = kuat tekan aksial briket (kg/cm²)
F = gaya tekan aksial (kg)
A = luas penampang briket (cm²)

4. Tahap Uji Kinetika Reaksi
Uji kinetika reaksi pembakaran menggunakan alat TGA dilakukan di Laboratorium TekMira Bandung. Untuk menganalisis kinetik pembakaran, model mengasumsikan bahwa laju pengurangan massa dari sampel total adalah hanya bergantung pada laju konstan dari massa sampel sisa dan temperatur dengan orde reaksi satu. Penggunaan metode ini adalah mudah dan cepat. Sehingga persamaan Arrhenius dapat dinyatakan dengan bentuk sebagai berikut: [5]

$$\frac{dY}{dt} = Ae^{-E/RT} \qquad \textbf{(1)}$$

dimana: *dY* = penurunan fraksi massa
dt = perubahan waktu
A = faktor pre-eksponensial *RTEAedtdY*−−=15
e = bilangan natural (2,71828)
E = energi aktivasi bahan (J/mol)
R = konstanta gas (8,31 J/mol K)
T_{solid} = temperatur pada briket (K)
Persamaan (1) kemudian diubah menjadi:

$$\ln\frac{dY}{dt} = \ln A - \frac{E}{RT_{solid}} \qquad y = ax + c \longrightarrow \ln\frac{dY}{dt} = -\frac{E}{RT_{solid}} + \ln A \qquad \textbf{(2)}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dianalisis mengenai pengaruh variasi tekanan pembriketan terhadap sifat fisik briket biomasa dan kinetika reaksinya.

1. A. Sifat Initial *Density* dan *Relaxed Density*

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi massa jenis biomasa hasil pemadatan, yaitu: tekanan pembriketan, waktu penahanan, temperatur pembriketan, dan kelembaban tempat penyimpanan briket tersebut [6].

Tabel 1. Densitas (massa jenis) briket sampah ranting + batok kelapa

Tekanan (kg/cm^2)	Initial Densitas (kg/m^3)	Densitas pengeringan (kg/m^3)	Prosentase (%)	Relaxed Densitas (kg/m^3)	Prosentase (%)
300	1046.76	721.76	22.90	649.53	10.00
500	1051.07	807.09	21.15	729.84	9.57
700	1068.15	810.79	24.09	749.19	7.59
900	1047.05	828.73	31.07	756.98	8.65

Tabel 2. Densitas (massa jenis) briket sampah ranting + daun

Tekanan (kg/cm^2)	Initial Densitas (kg/m^3)	Densitas pengeringan (kg/m^3)	Prosentase (%)	Relaxed Densitas (kg/m^3)	Prosentase (%)
300	1036.28	586.79	43.38	557.76	4.95
500	999.65	628.42	37.14	573.71	8.71

700	1007.45	652.99	34.39	648.00	1.96
900	970.32	660.86	32.72	650.96	1.49

Tabel 3 Densitas (massa jenis) briket sampah daun + batok kelapa

Tekanan (kg/cm^2)	Initial Densitas (kg/m^3)	Densitas pengeringan (kg/m^3)	Prosentase (%)	Relaxed Densitas (kg/m^3)	Prosentase (%)
300	1105.66	779.07	29.54	711.48	8.68
500	1112.33	795.99	28.44	745.27	6.47
700	1112.21	820.75	26.21	743.66	9.14
900	1105.64	813.14	24.65	762.83	8.44

Tabel 4. Densitas (massa jenis) briket sampah ranting+ daun+batok kelapa

Tekanan (kg/cm^2)	Initial Densitas (kg/m^3)	Densitas pengeringan (kg/m^3)	Prosentase (%)	Relaxed Densitas (kg/m^3)	Prosentase (%)
300	1088.71	715.58	34.27	658.82	7.93
500	1080.47	728.78	32.55	691.71	5.09
700	993.80	781.32	21.38	706.33	9.59
900	1087.83	791.79	29.05	717.17	9.42

Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran *initial densitas*, *densitas pengeringan* dan *relaxed density* (batok kelapa+daun, batok kelapa+ranting, ranting+daun dan batok kelapa+daun+ ranting). Initial densitas atau densitas ketika keluar dari cetakan untuk keempat jenis briket hampir sama nilainya, keempat briket tersebut setelah diberi perlakuan pengeringan (densitas pengeringan) densitasnya berkurang yaitu sekitar 20-35%. Setelah satu minggu (relaxed densitas) keempat briket tersebut berkurang juga, namun tidak sebesar yang awal yaitu berkisar 0-10%.

2. Sifat Kuat Tekan Aksial Briket Biomasa (*Axial Compressive Strength*)

Kuat tekan aksial merupakan salah satu sifat yang perlu diperhatikan pada briket biomasa karena briket seringkali ditumpuk saat disimpan maupun di dalam ruang pembakaran. Oleh karena itu diperlukan adanya briket yang tidak mudah hancur ketika tertindih. Menurut standar nasional Indonesia, kuat tekan briket batubara minimal sebesar 60 kgf/cm^2 (SNI, 1998a) dan kuat tekan briket serbuk sabut kelapa minimal sebesar 3 kgf/cm^2 (SNI, 1998b) [7].
Data-data hasil pengujian kuat tekan aksial briket biomasa ditampilkan dalam tabel 5

Tabel 5. Data sifat kuat tekan aksial briket biomasa

Tekanan (kg/cm^2)	Kuat Tekan Aksial (kg/cm^2)			
	ranting+ daun	ranting+ batok	batok+ daun	ranting+batok+ daun
300	6.37	17.7	10.06	14.16
500	5.66	10.26	13.45	11.33
700	6.02	16.29	18.41	13.1
900	5.66	12.38	9.56	14.16

Dari data hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 5 bahwa kuat tekan briket campuran ranting+batok kelapa ternyata paling rendah dibanding dengan briket campuran lainnya. Nilai ini

lebih besar dari kuat tekan briket sabut kelapa sebesar 3 kg/cm^2 (SNI, 1998b) namun lebih kecil batubara minimal sebesar 60 kg/cm^2 (SNI, 1998a)

3. Sifat ketahanan briket biomassa terhadap air (*water resistance*).

Pengujian ketahanan air (*water resistance*) dilakukan dengan mengadopsi prosedur penelitian yang telah dilakukan oleh Ricards [3]. rosedur pengujiannya yaitu: menimbang massa awal briket, merendam briket di dalam air selama 30 menit, menimbang massa akhir briket setelah 30 menit, mencatat perubahan massa briket.

Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian ketahanan air (WRI) ditampilkan dalam table 6, tampak terlihat briket sampah tersebut bila dicelup langsung dalam air selama 30 menit maka briket hancur, yang paling cepat hancur adalah briket sampah daun+ranting.

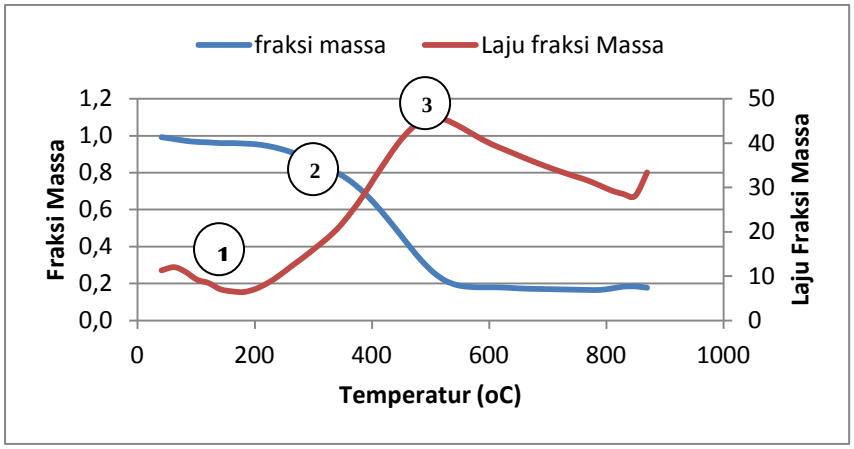
Tabel 6. Indeks ketahanan air (*water resistance*) briket biomassa

Tekanan (kg/cm^2)	WRI (%) Briket tidak dicelup dalam minyak jelantah				WRI (%) Briket dicelup dalam minyak jelantah			
	R+B	R+D	D+B	R+D+B	R+B	R+D	D+B	R+D+B
300	0	0	0	0	98.37	85.44	98.13	86.87
500	0	0	0	0	97.40	76.04	99.30	84.12
700	0	0	0	0	96.88	81.74	99.36	87.07
900	0	0	0	0	97.36	87.44	92.67	85.35

Hal ini disebabkan briket tersebut sangat mudah menyerap air artinya ketika briket biomasa ini direndam dalam air, air memasuki celah-celah antar partikel dan mengakibatkan jarak antar partikel melebar dan briket menjadi hancur. Selanjutnya jika briket tersebut dicelup dahulu dalam minyak jelantah lalu dilanjutkan dicelup dalam air ternyata briket tidak hancur, hal ini disebabkan karena molekul-molekul air yang mengisi ruang pada briket tersebut tidak banyak karena sebagian besar ruang dalam briket sudah terisi oleh molekul minyak jelantah. Jadi jelas bahwa yang paling tahan terhadap air adalah briket sampah ranting+batok, briket ini mampu menahan serangan air dalam kisaran ditas 96% sedang yang kurang tahan terhadap air adalah ranting+daun, walaupun demikian briket ranting+daun masih mampu menahan serangan air pada kisaran diatas 75%, disisi lain untuk meningkatkan daya tahan air pada briket sampah ranting adalah mencampurkannya briket tersebut dengan sampah batok kelapa atau daun.

4. Sifat Kinetika Pembakaran

Pengujian sifat kinetika reaksi pembakaran briket biomasa dilakukan terhadap briket batok kelapa+daun, batok kelapa+ranting, ranting+daun dan batok kelapa+daun+ranting). Pengujian sifat kinetika pembakaran akan memberikan gambaran mengenai laju pembakaran dari briket tersebut dan nilai energi aktivas (E). [9]



Gambar 1. Hubungan antara fraksi massa dan laju perubahan fraksi massa terhadap temperatur pada pembakaran briket batok kelapa + ranting.

Berdasarkan grafik pada Gambar 1, diperoleh 1. nilai temperatur awal pertama dimana massa mulai turun, 2. temperature awal kedua dimana laju penurunan massa dipercepat, 3.*peak temperature atau* temperatur puncak dimanan laju pengurangan massa maksimum. Temperatur puncak untuk masing-masing komposisi briket biomassa yang dibakar diperlihatkan pada tabel 6.

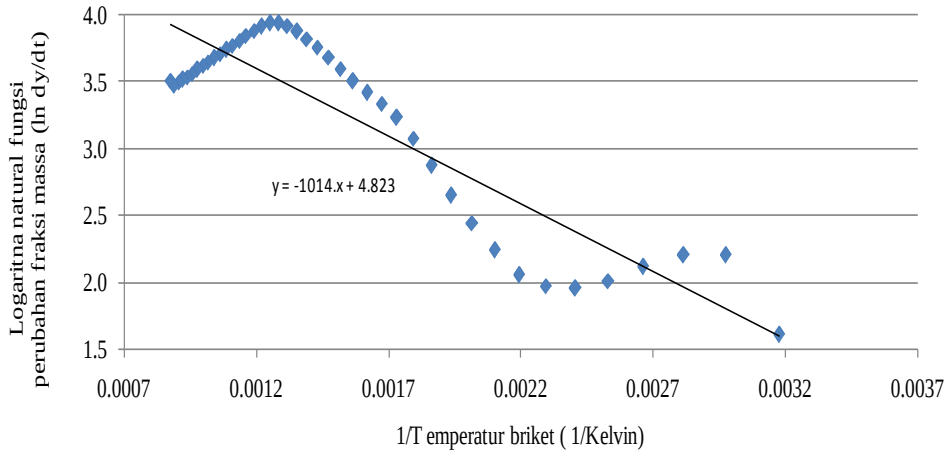
Tabel 6. Peak Temperatur untuk masing-masing spesimen briket biomassa

No	Jenis briket	Temperatur puncak (^{0}C)
1	Batok Kelapa+Daun	522.50
2	Batok Kelapa+Ranting	529.46
3	Ranting+Daun	798.87
4	Batok Kelapa+Daun+Ranting	797.96

Peak temperature terkecil pada tabel 6 dicapai pada komposisi briket 50% batok kelapa+50% daun, hal ini menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut memiliki reaktifitas yang tinggi atau briket tersebut lebih mudah terbakar dibanding yang lainnya.

5. Energi Aktivasi dan faktor eksponensial

Energi aktivasi adalah energi minimum yang diperlukan suatu bahan untuk terjadinya proses reaksi. Hal ini reaksi yang dimaksud adalah reaksi pembakaran. Nilai energi aktivasi dan nilai faktor pre-eksponensial dicari dengan melakukan regresi dari grafik ln(dY/dt) terhadap 1/T*solid*. Dari hasil regresi diperoleh persamaan linier. Persamaan linier tersebut menunjukkan nilai energi aktivasi (E) dan faktor pre-eksponensial (A).



Gambar 2. Hubungan antara logaritma natural fungsi perubahan fraksi massa terhadap (1/temperatur briket) pada pembakaran briket batok kelapa+ranting.

Tabel 7. Nilai energi aktivasi

No	Jenis briket	Energi Aktivasi (KJ/mol)
1	Batok Kelapa+Daun	7.383
2	Batok Kelapa+Ranting	5.923
3	Ranting+Daun	8.426
4	Batok Kelapa+Daun+Ranting	7.100

Gambar 2 memperlihatkan kurva persamaan 2 untuk briket batok kelapa+ranting yang berfungsi untuk menentukan energi aktivasi (E) pada kurva terlihat persamaan Y = -1014X+4.823 artinya besarnya E = 1014x 8.31 J/mol K = 8.426 KJ/mol. Energi aktivasi untuk briket yang lain diperoleh dengan cara yang sama dan hasilnya diperlihatkan pada table 7. Nilai terkecil energi aktivasi dicapai pada briket batok kelapa+ranting yaitu sebesar 5.923 KJ/mol. Nilai energi aktivasi yang diperoleh lebih kecil bila dibandingkan dengan nilai energi aktivasi batubara yang telah dilakukan oleh Altun [8] yaitu sebesar 39,71 KJ/mol dan nilai energi aktivasi sekam padi oleh Tresnadi [11] yaitu sebesar 19,44 KJ/mol. Artinya energi diperlukan oleh bahan bakar dengan komposisi 50% batok kelapa+50% ranting untuk proses pembakaran paling kecil.

IV. KESIMPULAN

Penelitian tentang uji kualitas sifat fisik dan kinetika reaksi briket sampah dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengurangan densitas briket sampah ketika dikeringkan rata-rata sebesar 30% sedang pengurangan densitas setelah satu minggu kisarannya sekitar 5-10%.
2. Kuat tekan aksial tertinggi diperoleh pada briket sampah batok+ranting yaitu berkisar antara 10-17 kg/cm^2.
3. Pencelupan briket dalam minyak jelantah dapat membantu meningkatkan nilai indeks ketahanan air (water resistance index) briket hingga 90%.
4. *Peak temperature* pada uji pembakaran briket 50% batok kelapa+ 50% ranting 529.46^{0}C
5. Reaksi pembakaran dengan energi aktivasi minimum dicapai oleh briket campuran 50% batok kelapa+50% ranting.
6. Briket briket 50% batok kelapa+ 50% ranting merupakan briket yang terbaik.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Nufus, T., Budimulyani,E., Rebet,I., pengaruh campuran minyak jelantah terhadap karakteristik briket arang sampah sebagai bahan bakar alternatif, Jakart. 2011.
[2] Zaki, Uji kualitas fisik dan uji kinetika reaksi briket jerami padi dengan penambahan kayu kalimatan merbau, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, 2010
[3] Richards, S.R., *Physical Testing of Fuel Briquettes*, Fuel Processing Technology, Vol. 25 pp. 89-100, 1989.
[4] Imam, F., Pengaruh Bahan Pengikat terhadap Karakteristik Pembakaran dan Sifat Mekanis Briket Campuran Green Coke-Breze Coke. Makalah Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2006.
[5] Istanto, T., Suyitno, dan E.J., Wibawa, Pengaruh Ukuran Partikel, Kadar Air, dan Temperatur Pembriketan Terhadap Sifat Fisik Biomasa, Jurnal Gema Teknik, Nomor 2 Tahun IX Juli 2006
[6] Ndiema, C.K.W,. Manga P.N., Ruttoh, *Influence of Die Pressure on Relaxation Characteristics of Briquetted Biomass*, Energy Conversion and Management , Vol. 43 pp 2157-2161, 2001.
[7] Othman, N.F., Shamsuddin, A.H., *Coal Combustion Studies Using Thermogravimetric Analysis*, Jurnal Mekanikal, Bil. 15,97-107, Juni 2003.
[8] Altun, N.E., 2003, *Influence of Coal Briquette Size on the Combustion Kinetics*, Mining Engineering Department of Middle East Technical University.
[9] Suyitno, Istanto, T., dan E.J., Wibawa, *Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Pembakaran Biomasa*, Jurnal Gema Teknik, Nomor 2 Tahun IX Juli 2006.
[10] Tamam, Tamami, T.C.S., Studi Eksperimental Karakteristik Kuat Tekan Dan Karakteristik Pembakaran Briket Daun Cengkeh dan Jerami Padi, Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas, 2005.
[11] Tresnadi, H., *Analisis Kualitas briket sampah*, Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia. Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumber Daya Alam, BPPT, Jakarta,1999.

Rancang Bangun Alat dan Eksperimen Proses Pembekuan Searah pada Paduan Al-(1-12)%Si

Muhamad[1]; Suyitno[2]

1. Mahasiswa Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
2. Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

e-mail: ptmebdg@gmail.com

Abstrak

Studi ini adalah pembentukan struktur mikro butiran *columnar* pada material paduan Al-Si dengan metode pembekuan searah secara vertikal telah dilakukan. Studi eksperimen dimulai dengan perancangan dan pembuatan tungku listrik untuk peleburan dan pembekuan searah *(unidirectional solidification)*. Sampel paduan Al-Si dengan konsentrasi 1.6, 2.8, 3.9, 5.6, 7.4 dan 10.8 wt%Si dilebur dalam tungku listrik kemudian dicetak dalam cetakan *stainless steel tube* tipis diameter dalam 11/16", diameter luar 3/8" dan panjang 80 mm. Selanjutnya sampel dibekukan dibawah kondisi *steady* dalam tungku listrik yang dilengkapi sistem pembekuan searah secara vertikal melalui *chiller* logam yang didinginkan dengan air dipasang pada bagian bawah cetakan, dengan laju pertumbuhan konstan (6.67 μm/detik) pada gradien suhu antara 1 – 1.86 K/mm. Termokopel tipe K dipasang pada jarak 10mm, 25mm dan 40mm dari permukaan antara cetakan dan *chiller* untuk mengukur perubahan temperatur selama proses pembekuan searah. Parameter struktur mikro (jarak intermetalik eutektik, jarak lengan dendrit primer, jarak lengan dendrit sekunder) telah diukur sebagai fungsi dari kandungan silikon. Hasil eksperimen mengungkapkan bahwa konsentrasi silikon mempengaruhi parameter struktur mikro pada pembekuan searah.

Kata Kunci : Pembekuan searah, Al-Si, mikrostruktur, *columnar*, dendrit.

Abstract

This study is the formation of columnar grain microstructure on material Al-Si alloy with vertical unidirectional solidification method has been performed. Experimental studies began with the design and manufacture of electric furnaces for melting and unidirectional solidification. Al-Si alloy samples with concentrations of 1.6, 2.8, 3.9, 5.6, 7.4 and 10.8 wt% Si are melted in an electric furnace and then inserted in the mold of a thin stainless steel tube (ID 11/16", OD 3/8" and length of 80 mm). Subsequently the samples solidified under the conditions of steady on electric furnace equipped with unidirectional solidification system vertically through the water-cooled metal chiller mounted on the bottom of the mold, with a constant growth rate (6.67 μm / sec) on the temperature gradient between 1 - 1.86 K/mm. Type K thermocouple mounted at a distance of 10mm, 25mm and 40mm from the surface of the mold and the chiller to measure the temperature changes during directional solidification process. Microstructural parameters (distance of intermetallic eutectic, primary dendrite arm spacing, secondary dendrite arm spacing) has been measured as a function of the silicon content. The experimental results revealed that the concentration of silicon affect microstructural parameters on the unidirectional solidification.

Keywords : Directional solidification, Al-Si, microstructure, columnar, dendrite.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Modifikasi struktur merupakan salah satu cara untuk meningkatkan sifat bahan menjadi lebih baik. Bahan dengan struktur mikro *columnar* mempunyai sifat tahan terhadap *creep* yang baik dan mempunyai *creep strain* lebih besar. Kelebihan sifat ini juga terdapat pada bahan dengan struktur mikro *single crystal* yang proses pembentukannya diawali dari bentuk struktur butir *columnar*, bahkan struktur *single crystal* mempunyai sifat tahan terhadap *creep* dan *thermal shock* yang terbaik [1]. Struktur mikro *columnar* dapat dibentuk dengan metode pembekuan searah (*unidirection solidification*), dimana dalam proses ini pertumbuhan butir diarahkan searah dengan laju aliran kalor [3, 5,6].

Pembentukan struktur *columnar* telah diteliti pada bahan paduan aluminium-silikon dengan metode pembekuan searah. Paduan aluminium-silikon termasuk logam ringan yang memiliki kekuatan yang baik, tahan terhadap karat, memiliki *ductility* yang bagus pada kondisi dingin dan daya tahan korosi yang tinggi serta merupakan konduktor listrik yang cukup baik [2]. Bahan ini dipakai secara luas dalam bidang transportasi, kimia, listrik, bangunan dan alat-alat penyimpanan. Proses pembentukan struktur mikro *columnar* menggunakan metode pembekuan searah pada bahan paduan aluminium-

silkon ini dapat diaplikasikan untuk meningkatkan sifat-sifat bahan menjadi lebih baik terutama untuk meningkatkan kemampuan terhadap *creep*.

2. Paduan Al-Si

Bahan aluminium banyak diproduksi dengan berbagai jenis paduan. Salah satu dari sekian banyak jenis paduan aluminium adalah paduan aluminium-silikon (Al-Si) yang merupakan paduan paling banyak dipakai dalam proses pembuatan produk-produk aluminium tuang. Silikon (Si) dalam material ini meningkatkan mampu cor (terutama fluiditas dan ketahanan terhadap *hot tear*), meningkatkan kekuatan dan kekerasan, serta menurunkan berat jenis material. Pada konsentrasi Si > 12%, akan terbentuk kristal Si primer yang keras. Hal ini menyebabkan ekspansi *thermal* menjadi rendah, *machinability* kurang baik, namun ketahanan aus meningkat. Pada paduan yang mengandung Si lebih dari 1.65% pada struktur mikronya terdapat primary dendrite (α) dan dikelilingi oleh campuran eutektik antara Al-Si. Penyebab munculnya campuran eutektik diantara batas dendrit dikarenakan struktur eutektik terbentuk dari logam yang paling akhir membeku, eutektik tersebut akan mengisi ruang kosong diantara lengan dendrit. Pada paduan Si 12% struktur mikro paduan seluruhnya terdiri dari fasa eutektik. Jika komposisi paduan lebih bergerak kearah kanan maka mikrostruktur akan mengandung kristal Si primer. Jika lebih ke kanan lagi pada akhirnya akan mendapati Si murni [2,5].

Studi ini menggunakan logam paduan Al-Si untuk diteliti pengaruh konsentrasi Si pada pembekuan searah terhadap pembentukan struktur mikro butiran *columnar*. Paduan Al-Si dengan berbagai tingkat konsentrasi Si dilebur dan dibekukan dengan pembekuan searah secara vertikal, selanjutnya dilakukan pengujian mikrostruktur pada sampel. Makalah ini melaporkan hasil kerja alat dan pengaruh konsentrasi Si terhadap pertumbuhan butir pada proses eksperimen pembekuan searah.

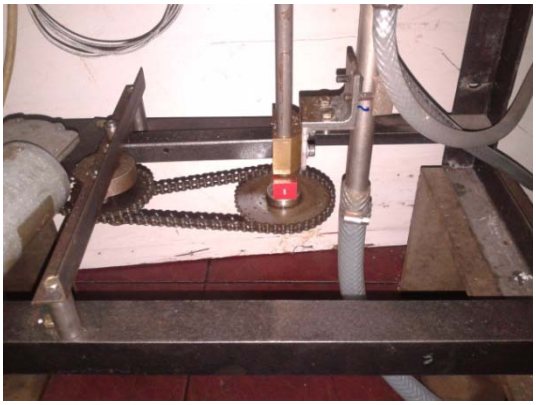
II. EKSPERIMEN

1. Tungku Peleburan dan Pembekuan

Tungku untuk peleburan dan pembekuan searah secara vertikal telah dirancang dan dibuat dengan spesifikasi sebagai berikut: Sumber energi panas tungku adalah dari listrik dengan konsumsi arus listrik maksimum 8 Amper pada tegangan 220volt AC, menggunakan *solid state regulator* untuk mengatur arus listrik. Tungku memiliki volume ruang panas untuk peleburan diameter 50mm x 200mm dan mampu bekerja sampai temperatur 850°C dengan laju pemanasan 0.15°C/detik. Dudukan cetakan dipasang ditengah-tengah tungku bagian bawah pada sebuah *sliding mechanism* yang digerakkan oleh ulir, dihubungkan melalui transmisi rantai dengan motor dc yang dapat diatur kecepatannya. Sistem pendinginan terarah menggunakan sirkulasi air dan dudukan cetakan dibuat dari *stainless steel* berfungsi juga sebagai *chiller*. Adapun sisi bagian atas cetakan dipasang *ceramic tube* untuk proteksi dan tempat kabel termokopel. Termokopel tipe K dipasang pada dinding cetakan untuk mengamati perubahan temperatur selama proses solidifikasi.



Gambar 1. Tungku Listrik Untuk Peleburan dan Pembekuan Searah



Gambar 2. Sliding Mechanism & Cooling System



Gambar 3. Pemasangan spesimen

2. Persiapan Spesimen

Paduan aluminium *die casting* ADC12 dan Al-Mg-Si digunakan sebagai *master* paduan. Tabel 1.1 mencantumkan komposisi kimia *master* paduan. Dua *master* paduan tersebut dikombinasikan untuk mendapatkan berbagai konsentrasi kandungan Si dengan perbandingan seperti yang tercantum dalam tabel 1.2.

Tabel 1.1 Komposisi kimia master paduan

Master Paduan	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Lain-lain
ADC12	84.82	10.83	0.87	1.85	0.19	0.26	0.86	0.32
Al-Mg-Si	97.51	0.53	0.44	0.19	0.05	1.01	0.16	0.11

Tabel 1.2 Komposisi jenis paduan (berdasarkan wt.%)

Jenis Paduan	ADC12	Al-Mg-Si	%Si paduan
A	1/8	7/8	1.6
B	1/4	3/4	2.8
C	1/3	2/3	3.9
D	1/2	1/2	5.6
E	2/3	1/3	7.4
F	1	-	10.8

3. Prosedur Eksperimen

Sampel yang telah dipersiapkan sesuai dengan jenis paduannya dibentuk dan dimasukkan ke dalam cetakan *stainless steel tube* tipis (diameter dalam 11/16”, diameter luar 3/8” dan panjang 80mm), ditempatkan pada bagian atas dudukan cetakan *(chiller)*. Sampel dipanaskan sampai mencapai titik cair atau mencapai temperatur diatas garis likuidus pada diagram fasa paduan Al-Si, selanjutnya dibekukan dibawah kondisi *steady* dalam tungku listrik yang dilengkapi sistem pembekuan searah secara vertikal menggunakan *chiller* logam yang didinginkan dengan air dipasang pada bagian bawah cetakan. Pertumbuhan butir pada spesimen selama proses solidifikasi dilakukan dengan menarik ke bawah pada kecepatan konstan dari *sliding mechanism* yang dihubungkan oleh suatu

transmisi ke penggerak motor dc. Proses solidifikasi sampel ini dilakukan dibawah kondisi *steady* dengan tingkat pertumbuhan konstan (6.67 µm/detik) dan *temperature gradient* yang berbeda (1 – 1.86K/mm).

Sampel yang telah dingin setelah proses pembekuan searah, selanjutnya dikeluarkan dari cetakan dan dibelah di bagian tengah dengan orientasi penampang pembelahan membujur, kemudian dipotong sesuai ukuran panjang tertentu untuk dipersiapkan menjadi *metallography specimen (mounting, grinding, polishing, etching and microscopic analysis)*

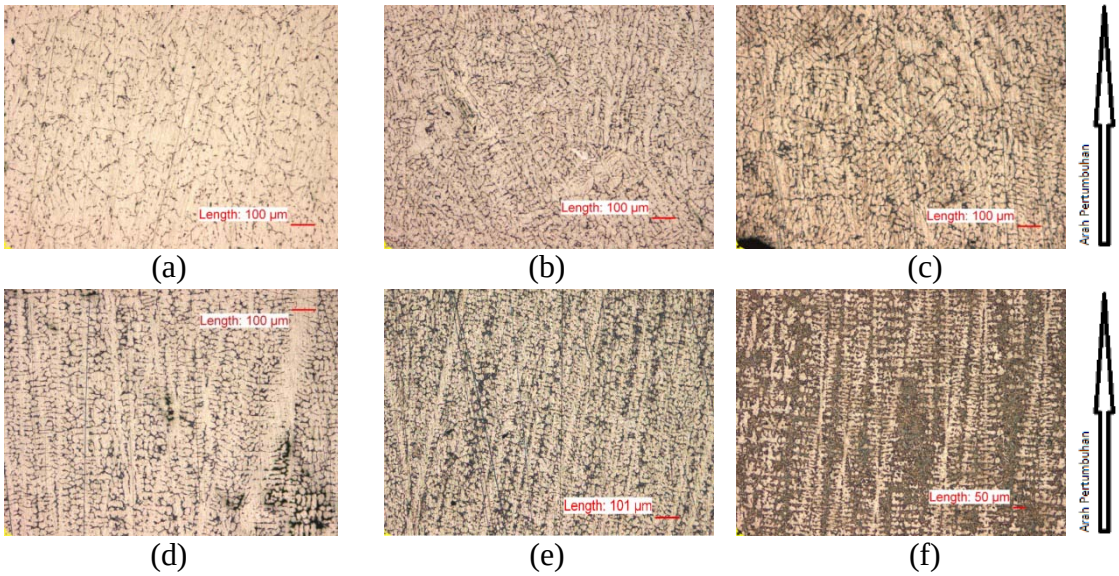
4. Prosedur Analisa Mikrostruktur

Mikrostruktur dianalisa menggunakan mikroskop optik cahaya, dan analisa ukuran partikel dan gambar dilakukan menggunakan perangkat lunak *analysis.* Gambar diambil dari berbagai daerah dengan orientasi penampang membujur dan posisi jarak dari permukaan kontak dengan *chiller* yang sama untuk setiap sampel. Semua sampel yang digunakan untuk mikroskop optik cahaya dan analisa gambar dietsa dengan *reagen Kellers*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Mikrostruktur

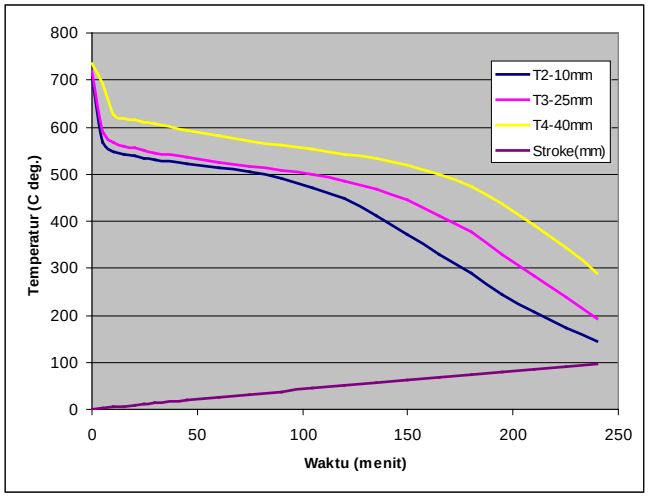
Karaktrisasi fitur mikrostruktur dari proses pembekuan searah dengan laju pertumbuhan 6.67 µm/detik dan *temperature gradient* (1-1.86K/mm) telah dilakukan dengan mikroskop optik cahaya dan analisa gambar menggunakan perangkat lunak *analysis*. Mikrostruktur pada penampang longitudinal di bagian tengah dari sampel paduan Al-Si dengan konsentrasi Si 1.6, 2.8, 3.9, 5.6, 7.4 dan 10.8wt%Si masing-masing ditampilkan pada gambar 4 (a), (b), (c), (d), (e) dan (f). Mikrograf memperlihatkan bahwa paduan dengan konsentrasi 1.6, 2.8 dan 3.9wt% Si setelah melalui proses pembekuan searah terlihat pada gambar bentuk struktur *equiaxed grain* yang memanjang, seragam dan besar. Orientasi struktur *dendrite columnar* pada paduan dengan konsentrasi Si yang rendah ini belum terlihat searah dengan arah pertumbuhan atau laju pendinginan. Pada konsentrasi 3.9wt% Si (c) mulai terlihat struktur *dendrite columnar* membentuk formasi memanjang searah dengan arah laju pendinginan. Bentuk struktur ini sebagaimana bentuk khas mikrostruktur dari paduan aluminium *die casting*. Sedangkan mikrograf dari sampel dengan konsentrasi 5.6, 7.4 dan 10.8wt% Si menunjukkan formasi struktur *dendrite columnar* yang memanjang searah dengan laju pendinginan. Maka untuk sampel dengan tingkat konsentrasi Si yang tinggi terlihat perubahan tingkat morfologi *primery dendrite* dari *eqiaxed grain* ke *dendrite columnar*. *Dendrit* tumbuh dari sebuah nukleat yang hanya memiliki diameter yang sangat kecil, konsentrasi kandungan Si memungkinkan memberikan kontribusi yang besar terbentuknya nukleat. Akan tetapi semakin tinggi kandungan Si akan mengurangi pertumbuhan lengan dendrit primer dan sekunder karena sebagian kandungan Si membentuk kristal Si primer seperti ditunjukkan pada mikrograf (f) gambar 4. Konsentrasi Si yang meningkat akan mengurangi terbentuknya *dendrite columnar* terlihat dari berkurangnya volume *primary dendrite arm* dan bertambahnya kristal Si primer.



Gambar 4. Penampang longitudinal di bagian tengah dari sampel silinder: (a) 1.6wt%Si, (b) 2.8wt%Si, (c) 3.9wt%Si, (d) 5.6wt%Si, (e) 7.4wt%Si, (f) 10.8wt%Si

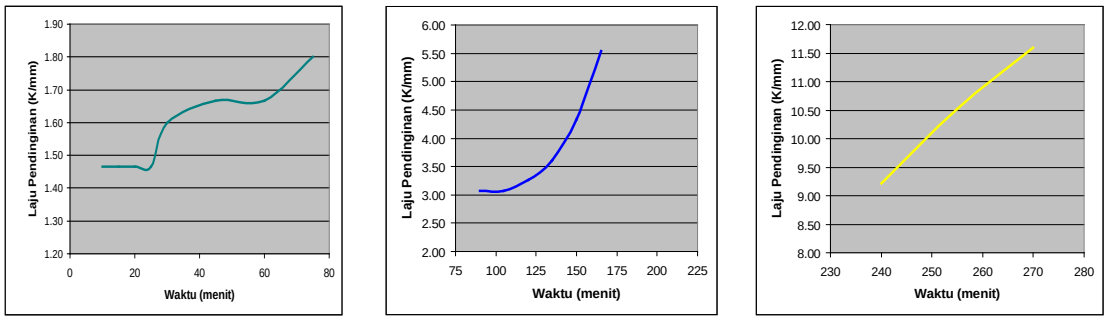
2. Pengamatan Kurva Pembekuan

Pengamatan temperatur selama proses pembekuan searah secara vertikal pada beberapa jarak pengukuran dari permukaan kontak spesimen dengan *chiller* merupakan hasil akuisisi data seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



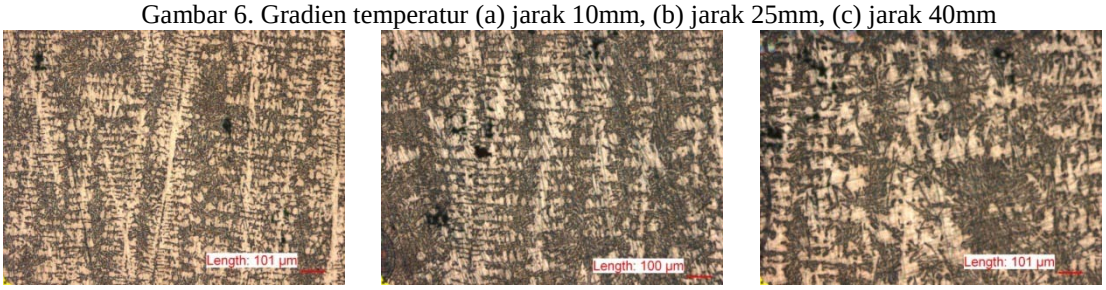
Gambar 5. Kurva pembekuan Al-10.8wt%Si

Selanjutnya kurva pembekuan ini digunakan untuk menentukan *temperature gradient* proses pembekuan searah. Kisaran temperatur untuk pertumbuhan Al-Si eutektik adalah dari garis likuidus sampai garis solidus 577°C pada diagram fasa paduan Al-Si (EAA, 1999), maka dari data gambar 5 dapat dibuat kurva untuk menentukan *temperature gradient* dari 3 posisi yang berbeda dengan regresi linear seperti ditunjukkan dalam gambar 6. Pada posisi 10mm dari permukaan *chiller temperature gradient* 1.47-1.8/mm, pada posisi 25mm *temperature gradient* 3.07-5.53K/mm dan pada posisi 40mm *temperature gradient* 9.22-11.59K/mm. Semakin jauh jarak dari permukaan *chiller,* semakin meningkat *temperature gradient*. Perbedaan *temperature gradient* ini memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan butir *columnar*. Gambar 7 menunjukkan pertumbuhan butir yang berubah seiring dengan perubahan *temperature gradient.* Semakin besar *temperature gradient* maka semakin bertambah ukuran *secondary dendrite arm* dan semakin berkurang jumlah *primary dendrite arm.*



(a) (b) (c)

Gambar 6. Gradien temperatur (a) jarak 10mm, (b) jarak 25mm, (c) jarak 40mm



(a) (b) (c)

Gambar 7. Perbedaan pertumbuhan butir pada temperature gradient (TG) yang berbeda paduan Al-10.8wt%Si (a) TG 1.47-1.8K/mm (b) TG 3.07-5.53K/mm dan (c)TG 9.22-11.59K/mm

IV. KESIMPULAN

a. Proses pembekuan searah dapat dilakukan pada sebuah tungku pelebur yang dilengkapi dengan sistem *sliding mechanism* untuk proses solidifikasi terarah dengan pendinginan dari *chiller*. Tungku ini menghasilkan *temperature gradient* yang berubah-ubah sehingga pembentukan *dendrite columnar* tidak seragam baik ukuran jarak lengan primer maupun sekunder.
b. Konsentrasi kandungan Si memberikan pengaruh pada terbentuknya nukleat sehingga pembentukan *dendrite* selama proses solidifikasi akan terpacu karena berasal dari sebuah nukleat. Akan tetapi kelebihan kandungan Si akan membentuk kristal primer Si yang akan mengurangi terbentuknya *dendrite columnar*. Studi tentang optimasi kandungan Si, kecepatan pendinginan dan laju pertumbuhan pada paduan Al-Si dalam pembentukan *dendrite columnar* menjadi rencana penelitian lebih lanjut.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Beeley, P., **"Foundry Technology"**, pp. 51-99; Butterworth Heinemann New Delhi: 2001.
[2] Callister, D., **"Material Science and Engineering"**, 7th ed., John Willey: 2007.
[3] Campbell, J., **"Casting"**, pp.125-138; University of Brimingham: 2003.
[4] Coan, P., **"Microtomography of the columnar to equiaxed transition in Al-Ni and Al-Si alloys"**, ESRF: 2007.
[5] Fleming, M.C., **"Solidification Processing"**, pp.188-183; Mc Graw Hill Book Company New York: 1974.
[6] Gunduz, M., Adirli, E.C., **"Directional Solidification of Aluminium- Copper Alloys**pp.167-185**"**, A327, Material Science and Engineering: 2002.
[7] Heiberg, G., Nogita, K., Dahle, A.K., Amberg, L., **"Columnar to equiaxed Transition of Eutectic in Hypoeutctic"**, volume 50, pp.2537-2546; Acta Materialia: 2002.
[8] Kaya, H., Cadirli, E., Gunduz, M., dan Ulgen, A., **"Effect of the Temperature Gradient, Growth Rate, and the interflake Spacing on Microhardness in the Directionally Solidified Al-Si Eutectic Alloy"**, volume 12, pp.544-551; JMEPEG: 2003.
[9] Rodrigues, P., J.R., Mello, M., dan Santos, R., **"Analysis of Permeability of interdendrite channels during solidification of aluminium magnesium alloys"**, volume 31, pp.47-52; JAMME: 2008.
[10] Sahin, H.H, Kocatepe, K., Kayikci, R., dan Akar, N., **"Determination of unidirectional heat transfer coefficient during unsteady-state solidification at metal casting-chill interface"**, volume 47, pp.19-34; ELSEVIER: 2006.

Pengaruh Variasi Konsentrasi Larutan Asam Sulfat Terhadap Ketahanan Korosi Hasil Proses Anodisasi Aluminium

Deden Masruri
Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung
dedenmasruri@ymail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan ketahanan korosi logam aluminium seri 1230 dengan metodologi perlakuan permukaan. Dalam penelitian ini dipilih proses *anodizing*yang meliputi tahap persiapan, tahap proses dan tahap akhir. Pada tahap persiapan dilakukan pengerjaan bahan uji meliputi pembersihan permukaan, baik secara mekanik maupun kimiawi. Tahap proses, dicelupkan dalam larutan – larutan elektrolit yang tujuannya untuk pengoksidasian permukaan. Tahap akhir merupakan proses *sealing* agar oksidasi berhasil sempurna. Hasil penelitian diharapkan memberikan konstribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu material, khususnya teknik perlakuan permukaan logam.

Penelitian dimulai dengan pengujian komposisi unsur bahan uji aluminium. Kemudian dilakukan pembentukan bahan uji, pembuatan larutan-larutan yang diperlukan, proses anodisasi, pengujian laju korosi, kesimpulan hasil pengujian.

Anodisasi merupakan suatu proses elektrolisis untuk ketebalan dan kestabilan film oksida pada logam dasar. Film anodik merupakan kunci untuk pengecatan dan pewarnaan atau perlakuan pasivasi suatu permukaan yang dilakukan secara listrik.

Pengujian korosi menggunakan metoda potensio dinamik berupa fluktuasi arus. Penetapan harga laju korosi berbanding lurus dengan besar intensitas korosi (I_{kor}) suatu logam. Selanjutnya dengan menggunakan data input yang dihasilkan dari pengujian diperoleh laju korosi.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan, variasi konsentrasi larutan asam sulfat dengan rapat arus yang berbeda pada proses *anodizing* dapat meningkatkan ketahanan korosi logam aluminium seri 1230. Laju korosi Al tanpa *anodizing*adalah 158,71 *mpy*, setelah proses *anodizing*laju korosi menurun dengan nilai terendah 46,79 *mpy*, hal ini berarti ketahanan korosi meningkat.

Kata kunci : ketahanan korosi, laju korosi, *anodizing*, *sealing*, *mills per years.*

Abstract

This studyaims to determine theincrease incorrosion resistancewith a1230series aluminummetalsurface treatmentmethodology. Inthe current studyanodizingprocessthat includesthe preparation stage, the stage of the process andthe final stage. In the preparation phaseworkdoneincludingcleaningthe surface ofthe test material,eithermechanicallyorchemically. Stageprocess,immersed in a solution-an electrolyte solutionwhich aimstosurfaceoxidation. The final stageis anoxidationprocessthatmade it perfectsealing.The resultsare expected toprovideausefulcontributionto the development ofmaterials science,in particularmetalsurface treatment techniques. The studybeginsby examiningthe elemental composition ofthe test materialaluminum. Then do theestablishmentof test materials, the manufacture ofthe necessarysolutions,anodizingprocess, testingthe corrosion rate, the conclusion of the test.

Based on theresults ofthis study concluded, the variation of the concentration ofsulfuricacid solutionwithdifferentcurrent densityanodizingprocesscan improvethe corrosion resistance of1230seriesaluminum metal.Alcorrosion ratempywithoutanodizingis158.71, afteranodizingprocesscorrosion ratedecreases withthe lowestvalue of46.79mpy, this meansimprovedcorrosion resistance.

Keywords: corrosion resistance, corrosion rate, anodizing, sealing, mills per years.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi industri yang semakin pesat, diperlukan penyempurnaan sifat-sifat suatu material. Logam aluminium banyak dipergunakan untuk elemen mesin, konstruksi bangunan, komponen otomotif, komponen pesawat terbang, peralatan kantor, peralatan rumah tangga. Keunggulan aluminium dibandingkan dengan logam lain adalah mempunyai sifat ringan, mudah dibentukserta ketahanan korosi yang baik (Tata Surdia,1995). Namun demikian sifat dari logam aluminium perlu ditingkatkan lagi dengan cara berbagai metode, diantaranya dengan perlakuan permukaan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa peningkatan ketahanan korosi logam aluminium seri 1230 dengan metode perlakuan permukaan sehingga diperoleh perbaikan sifat-sifat material. Kemudian penelitian ini diharapkan memberikan tambahan informasi dan metode untuk perbaikan, pengembangan dan peningkatan sifat-sifat permukaan logam aluminium melalui proses anodisasi, sebagai salah satu cara perbaikan sifat permukaan, sehingga ketahanan korosi dapat ditingkatkan.
Proses *anodizing* adalah salah satu metodeperlakuan permukaan yang mempunyai keunggulan karena dapat dilakukan pada suhu kamar sehingga tidak menimbulkan distorsi atau perubahan struktur pada *substrate*.

II. EKSPERIMEN

1. Bahan Uji

Digunakan pelat aluminium dengan ketebalan 0,8 mm. Proses pembentukkan bahan uji menggunakan mesin potong, dibentuk berukuran 0,8 x 75 x 75 (mm), diperhalus menggunakan ampelas ukuran 600, 1000, 1500 dan 2000 mesh.
Kemudian bahan uji diproses *anodizing*, selanjutnya dilakukan pengujian laju korosi.

2. Parameter Pengujian

Pengujian komposisi menggunakan mesin uji spektrometer. Pengujian ini untuk mengetahui kandungan komposisi dari bahan uji sebelum proses *anodizing*. Hasil pengujian dijadikan acuan untuk menentukan parameter dalam pengujian laju korosi.

Tabel 1. Bahan uji laju korosi

Nomor	Bahan uji
1	Tanpa *anodizing*
2	10% H_2SO_4 1,5 A/dm^2
3	15% H_2SO_4 1,5 A/dm^2
4	20% H_2SO_4 1,5 A/dm^2
5	10% H_2SO_4 3 A/dm^2
6	15% H_2SO_4 3 A/dm^2
7	20% H_2SO_4 3 A/dm^2

Pengujian laju korosi dilakukan pada bahan uji awal dan setelah proses *anodizing*.Pada pengujian ini akan diperoleh perbandingan hasil laju korosi antara bahan uji awal dan setelah proses *anodizing*.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan pembahasan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Bahan uji aluminium seri 1230 (kadar 99,33 %)
2. Konsentrasi larutan asam sulfat (H_2SO_4) : 10 , 15 dan 20 %
3. Rapat arus (I): 1,5 dan 3 A/dm^2
4. Waktu *anodizing* : 30 menit

III. LANDASAN TEORI

1. Anodizing

Merupakan suatu proses elektrolisis untuk kestabilan film oksida pada logam dasar [2]. Peristiwa oksidasi terjadi pada anoda dan reduksi pada katoda.Film anodik merupakan kunci untuk pengecatan dan pewarnaan atau perlakuan pasivasi suatu permukaan yang dilakukan secara listrik. Hal ini paling umum dilakukan untuk logam aluminium. Ion ini dengan adanya oksigen terlarut atau

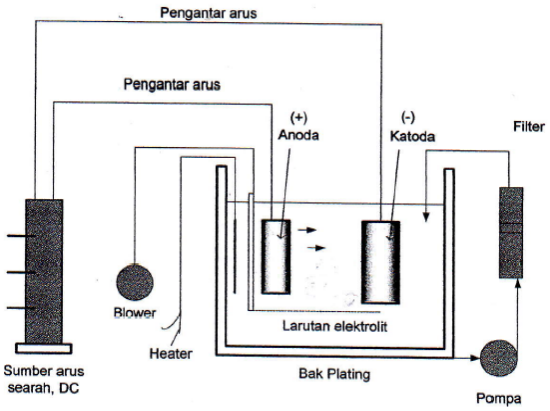
ion hidroksil membentuk oksida aluminium, kemudian oksida akan membentuk lapisan permukaan. Lapisan yang terjadi adalah lapisan oksida yang mempunyai pori-pori bila diproses pada kebanyakan larutan asam, mempunyai sifat susah mengalirkan arus listrik dan keras, karena lapisan berpori-pori inilah maka lapisan ini baik sekali menyerap zat warna. Jumlah zat yang terendapkan dapat dihitung berdasarkan hukum Faraday. Menurut hukum Faraday: Apabila rapat arus dan waktu semakin besar, maka jumlah zat yang dihasilkan pada elektroda juga semakin besar . Pada proses *anodizing* terjadi pembentukan Al_2O_3 pada permukaan anoda, besarnya dapat dihitung sebagai berikut:

$m =$ —(1)

dengan :

m = reaksi massa
I = rapat arus
t = waktu
a =berat atom
n = jumlah perpindahan *equivalent*
F = konstanta (*96,500 coulomb/eq)*

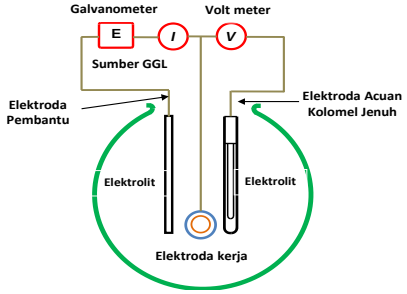
Ilustrasi proses dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 1. Skema*anodizing* [2]

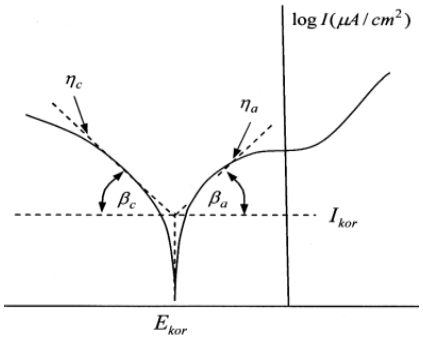
2. Korosi

Korosi merupakan kerusakan material yang disebabkan oleh interaksi / reaksi material dengan media sekelilingnya. Korosi merupakan hal yang tidak dapat dihindarkan tetapi hanya dapat dikendalikan. Hal penting dalam mengendalikan korosi adalah pemilihan bahan secara tepat serta perawatan yang teratur. Pengujian dilakukan dengan alat uji tipe sel tiga elektroda potensiat tipe PGS–201T



Gambar 2. Skema alat uji korosi sel tiga elektroda

Pengujian dilakukan dengan mengukur intensitas arus korosi (I_{kor}) benda uji di dalam lingkungan air garam. Kecermatan harga intensitas arus korosi sangat penting karena berbanding langsung dengan besarnya laju korosi logam di dalam lingkungannya. Perhitungan untuk mengetahui laju korosi dari percobaan menggunakan metoda berikut



Gbr 3. Kurva potensial korosi-log intensitas arus (Fontana, 1987)

Rapat arus korosi (I_{kor}) diperoleh dari hasil kurva potensial lawan logaritma intensitas arus yaitu dengan cara menentukan titik perpotongan garis tafel reaksi reduksi (ηc) dan garis tafel reaksi oksidasi (ηα) pada garis potensial korosi (E_{kor}).
Nilai ηc dan ηα ditentukan dengan persamaan berikut:

= Log ─ (2)

= Log─ (3)

= tafel reaksi oksida
= tafel reaksi reduksi
ia = arus pada reaksi anoda
ic = arus reaksi katoda
io = arus saat perubahan reaksi - reduksi menuju reaksi oksidasi
= gradien tafel reaksi anoda
= gradien tafel reaksi katoda

Harga rapat arus korosi secara tepat sangat diperlukan, sebab rapat arus korosi sebanding dengan laju korosi suatu logam dalam lingkungannya.Hal ini sesuai dengan persamaan laju korosi dalam satuan milli inchi per tahun (*mills per years*) seperti persamaan berikut:

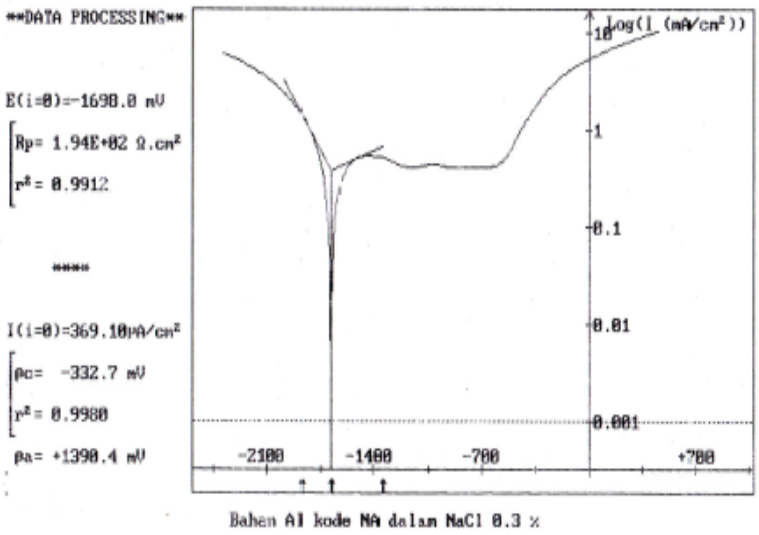
r = 0,129 ─── (*mpy*) (4)

r = laju korosi, α = nomor massa atom
i_{kor}= rapat arus korosi (^{2})
n = elektron valensi
D= berat jenis specimen (gr/cm^3)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Laju Korosi

Data diperoleh dengan menggunakan metoda potensio dinamik berupa fluktuasi arus. Penetapan harga laju korosi berbanding lurus dengan besar intensitas korosi (I_{kor}) suatu logam. Selanjutnya dengan menggunakan data input yang dihasilkan dari pengujian diperoleh laju korosi.Untuk menjelaskan intensitas arus yang diperoleh, dijelaskan dengan Gambar 4, dan hasil pengujiann lainnya dijelaskan pada tabel 2 dan tabel 3.



Gambar 4. Menjelaskan kurva potensial korosi *vs*log intensitas arus. (I_{kor}) = 369,10 µA/cm^2
(Bahan uji aluminium 1230)

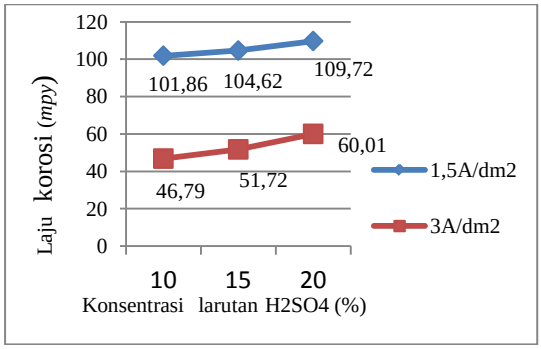
Tabel 2. Intensitas rapat arus korosi (I_{kor}) hasil pengujian.

Nomor	Bahan uji di anodisasi	µA/cm^2.
1	Tanpa *anodizing*	369,10
2	10% H_2SO_4 1,5 A/dm^2	236,89
3	15% H_2SO_4 1,5 A/dm^2	243,31
4	20% H_2SO_4 1,5 A/dm^2	255,17
5	10% H_2SO_4 3A/dm^2	108,83
6	15% H_2SO_4 3 A/dm^2	120,29
7	20% H_2SO_4 3 A/dm^2	139,57

Tabel 3. Nilai laju korosi (r) hasil pengujian berdasarkan nilai Intensitas rapat arus korosi (I_{kor})

Nomor	Intensitas rapat arus korosi (µA/cm^2)	Nilai laju korosi (mpy)
1	369,10	158,71
2	236,89	101,86
3	243,31	104,62
4	255,17	109,72
5	108,83	46,79
6	120,29	51,72
7	139,57	60,01

Dengan menggunakan persamaan (4), maka akan dihasilkan besaran laju korosi (r) seperti dijelaskan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan nilai laju korosidengan konsentrasi larutan asam sulfat (H2SO4) dan rapat arus.

V. KESIMPULAN

1. Proses anodizingdengan variasi konsentrasi larutan H2SO4 menyebabkan perbedaan nilai laju korosi pada bahan uji.
2. Berdasarkan data Tabel 3, Ketahanan korosi dari permukaan logam aluminium meningkat. Laju korosi Al tanpa anodisasi 158,71 mpy, setelah dianodisasi laju korosi menurun dengan nilai terendah 46,79 mpy,
3. Dengan penurunan laju korosi, berarti ketahanan korosi meningkat.
4. Berdasarkan data Gambar 5,Laju korosi mempunyai nilai optimum pada konsentrasi larutan 10% H2SO4rapat arus 3A/dm2 sebesar 46,79 mpy.
5. Dengan penelitian ini, diharapkan akan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dibidang material.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Fontana, M.G., 1987 " *Corrosion Engineering* ", 3 ed., McGraw Hill Book Company, New York, pp. 162-173.
[2] Gabe, H.R., 1978, *Principles of Metal Surface Treatment and Protection;* 2ed., Pergamon Press, London.
[3] Jones, D.A.,1991, " *Principles and Prevention of Corrosion* ", Mcmillan Publishing Company, New York, pp. 75-89.
[4] Lowenhein,F.A.,1981,*ElectroplatingFundamental of Surface Finishing*, University of Minnesota, USA, Buuterworth & Co Ltd.
[5] Patrick, M.R., 1996, *Anodizing Aluminum*, pp. 3–13.
[6] Walgren Company., 2001-2007, *Anodize systems* : side arm, split rail, overhead hoist, for Type I Chromic Acid Anodize, Type II Sulfuric Acid Anodize, Type III Hardcoat, PAA, BSAA, 1, 2, 3.

Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Kecepatan Aliran Air Pada Komposit Filter Keramik yang Mengandung Sekam Padi

Iwan Susanto
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Depok
ionesoesanto@yahoo.com

Abstrak

Saat ini, masih sering ditemukan adanya bakteri koliform dan kandungan logam berbahaya di dalam air minum yang bersumber dari air tanah. Sekam padi selain mengandung antosianin yang bermanfaat bagi kesehatan juga mampu menyerap logam berat dalam larutan. Meskipun demikian, ternyata pemanfaatannya di Indonesia masih belum optimal, dan bahkan masih merupakan limbah di industri pertanian. Penelitian ini dimaksudkan untuk lebih memanfaatkan sumber daya hayati negara Indonesia yang melimpah, meningkatkan pendapatan keluarga petani, serta menjaga kelestarian dan kesehatan lingkungan. Dan, tujuan khusus dari penelitian ini adalah membuat sebuah model komposit filter keramik untuk pengolahan air minum skala rumah tangga dengan memanfaatkan sekam padi. Dalam penelitian ini, sekam padi yang merupakan residu akan dicampur dengan tanah liat dengan komposisi campuran 60%, 50% dan 40%, dibentuk, dikeringkan, dan disintering pada suhu 800°C, 850°C dan 900°C. Selanjutnya, pengujian dilakukan untuk melihat suhu sintering optimum dan kecepatan aliran air setelah melalui komposit filter keramik. Hasil penelitian menujukkan bahwa suhu sintering optimum diperoleh pada 850°C dan laju aliran 406 mL/jam diperoleh pada komposisi campuran 40% berat sekam.

Kata kunci : Kesehatan, Limbah, Sekam Padi, Sintering, Filter Air Keramik.

Abstract

Currently, it is often found coliform bacteria and hazardous metal content in the drinking water which comes from ground water. Husks contains anthocyanins that are beneficial to health and absorb of heavy metals in solution. Nevertheless, it turns out its use in Indonesia is still not optimal, and even still a waste in the agricultural industry. This research in intended to better utilize biological resources of Indonesia, not only increasing family income of farmers, but olso to take care preserving and health environment. The important purpose of the research is to create a modal of composite ceramic filter the drinking water processing system household level, by utilizing rice husks. In this research, rice husks will be mixed with the clay mixture with a composition of 60%, 50%, and 40% weight, formed, dried and sintered at a temperature of 800^{o}C, 850^{o}C and 900^{o}C. Furthermore, testing was conducted to see the optimum sitering temperature and the water flow after the screening. The results showed that the optimum sintering temperature is obtained at 850^{o}C and the velocity 406 mL/hour on the composition of 40% weight husks.

Keywords**:** Health, Garbage, Husks, Sintering, Ceramic water filter.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Selama ini, produksi padi yang telah memberikan kontribusi lebih dari Rp 120 triliun bagi perekonomian nasional, ternyata belum mampu memberikan nilai tambah yang layak bagi keluarga petani. Padahal kandungan *anhocyanin* dan senyawa silikat dalam sekam padi mempunyai peluang untuk diproses menjadi produk yang bernilai tinggi, baik sebagai inhibitor korosi atau sebagai zeolite alami[1].

Sekam padi saat ini merupakan sumber senyawa silikon, termasuk diantaranya *silicon carbide*, *silica*, *silicon nitride*, *silicon tetrachloride*, *zeolite*, dan *pure silicon*[2]. Aplikasi dari material turunan dari sekam padi sangatlah komprehensif. Akan tetapi, dari beberapa material tersebut di atas, hanya *silicon carbide* saja yang telah diproduksi dalam skala industri. Sementara itu, material lain masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

Isu – isu lingkungan mengenai penggunaan inhibitor korosi di industri telah menjadi perhatian dunia. Hal ini dikarenakan inhibitor merupakan salah satu metode dalam pencegahan dan pengendalian korosi yang cukup efektif [3] meski diperlukan beberapa pertimbangan dalam pemilihan jenisnya[9]. Sebagai contoh, penggunaan chromate sebagai inhibitor dalam proses pretreatment paduan aluminium yang dinyatakan bersifat racun dan karsinogen, sehingga banyak

dikembangkan alternatif inhibitor korosi lain untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap manusia, hewan, dan lingkungan[4].

Seperti diketahui, sekam padi banyak terdapat di negara kita, dan penelitian tentang sekam padi untuk pemanfaatannya lebih lanjut masih sedikit. Dari penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa sekam padi mampu menyerap logam berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) dalam larutan[5]. Dengan konsentrasi sekam padi 10% b/v dalam larutan logam Cd terserap sebesar 37% dan dengan konsentrasi yang sama logam Pb terserap sebesar 10%. Di samping itu, daya serap dari sekam padi mengalami kenaikan dengan bertambahnya waktu kontak dan mencapai maksimal dalam waktu 2 jam untuk logam Cd dan 1,5 jam untuk logam Pb. Akan tetapi, dengan bertambahnya waktu kontak akan terjadi penurunan daya serap.

Beberapa peneliti juga telah membuktikan bahwa logam berat dalam lingkungan dapat diserap dengan biosorben[6], arang tongkol jagung[7], sabut kelapa dan kulit pohon jati[8] serta abu limbah karet ban[9] [10] [11].

Pengadaan air bersih untuk kepentingan rumah tangga : untuk air minum, air mandi, dan keperluan lainnya, harus memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan sesuai peraturan internasional (WHO dan PHA) ataupun peraturan nasional atau setempat. Dalam hal ini kualitas air bersih di Indonesia harus memenuhi persyaratan yang tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010, Tanggal : 19 April 2010 dimana setiap komponen yang diperkenankan berada di dalamnya harus sesuai. Kualitas air tersebut menyangkut kualitas fisik yang meliputi kekeruhan, temperatur, warna, bau dan rasa serta kualitas kimia yang berhubungan dengan ion-ion senyawa ataupun logam yang membahayakan, di samping residu dari senyawa lainnya yang bersifat racun, seperti residu pestisida.

Untuk mendapatkan kualitas air yang disyaratkan tersebut, metode penyaringan(filtrasi) merupakan salah satu metode ramah lingkunkungan yang terus dikembangkan. Filtrasi dapat dibedakan menjadi dua yaitu : filtrasi dengan pasir dan filtrasi membran. Filtrasi pasir untuk memisahkan partikel berukuran besar (>3 mikrometer), mikrofiltrasi membran dapat memisahkan partikel berukuran lebih kecil (0,08 mikrometer), ultrafiltrasi dapat memisahkan makromolekul, nanofiltrasi dapat memisahkan mikromolekul dan ion-ion bervalensi dua (misalnya Mg,Ca). Adapun ion-ion dapat dipisahkan dengan membrane ”*reverses osmosis*”. Dengan demikian, penggunaan mikrofiltrasi dapat memisahkan bakteri, dan penggunaan ultrafiltrasi dapat memisahkan bakteri dan virus. Bahan tersuspensi dapat dihilangkan dengan cara koagulasi/flokulasi, sedimentasi, filtrasi pasir atau membran filtrasi (mikrofiltrasi). Bahan-bahan terlarut dapat dihilangkan dengan aerasi (misalnya Fe dan Mn), oksidasi (misalnya dengan ozonisasi atau radiasi UV), adsorpsi dengan karbon aktif atau mebran filtrasi (reversed osmosis) [7], [8]. Proses pengolahan air minum pada prinsipnya harus mampu menghilangkan semua jenis polutan, baik pencemaran fisik, kimia maupun mikrobiologis. Munculnya usaha air minum isi ulang merupakan fenomena yang tidak dapat dihilangkan. Dengan menjamurnya usaha tersebut, yang diperlukan adalah pengaturan berupa standar produk dan prosesnya. Dengan begitu bukan hanya pihak konsumen yang terlindungi tetapi juga usaha air minum isi ulang itu sendiri.

Penelitian ini dimaksudkan untuk lebih memanfaatkan sumber daya hayati negara Indonesia yang melimpah, meningkatkan ketahanan pangan nasional, dan meningkatkan pendapatan keluarga petani, serta menjaga kelestarian dan kesehatan lingkungan. Dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, telah membuktikan bahwa ekstrak sekam padi cukup efektif dalam menghambat korosi logam mild steel dalam larutan 1 M HCl[12].

Adapun tujuan khusus dari penelitian kali ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu sintering terhadap debit air bersih yang dihasilkan. Untuk itu, dalam penelitian ini akan dikaji beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah cara membuat composite keramik filter dengan memanfaatkan sekam padi?
2. Bagaimanakah pengaruh suhu sintering composite filter keramik terhadap debit air yang dihasilkan?

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah eksperimen di laboratorium, guna memecahkan permasalahan. Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dibuat model *composite ceramik filter* yang berbahan dasar campuran tanah liat dan sekam padi dengan komposisi tertentu. Adapun sekam yang digunakan adalah sekam sisa dari pembuatan inhibitor korosi.

1. Ekstraksi Sekam Padi

Sekam padi dalam penelitian ini berasal dari sebuah penggilingan padi di kota Karanganyar. Sekam dibersihkan dari kotoran dan dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam gelas ukur yang berisi 800 mL ethanol 70% yang telah mengalami proses pemanasan awal 60°C. Setelah itu, keduanya dipanaskan lagi pada temperatur 60°C selama 15 menit. Setelah dingin, campuran tersebut disaring dengan kertas saring whatman no.1 untuk memisahkan filtrat yang terbentuk. Lalu, dilakukan proses pemisahan bahan aktif sekam dari pelarutnya dengan cara dipanaskan sampai temperatur 79°C.

2. Pembuatan Filter Keramik

1. Bahan yang Digunakan
   - Sekam padi (sisa pembuatan inhibitor yang telah diolah)
   - NaOHp.a
   - Aqua bebas mineral (aquademineralisata)
   - Tanah liat
2. Pengolahan Residu Sekam Padi
   - Sekam padi direndam dalam larutan NaOH 10% dan didiamkan selama 3 x 24 jam.
   - Sekam padi yang telah "Diolah" dicuci dengan aquademineralisata sampai netral dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.
   - Sekam padi yang telah bersih dan kering kemudian digiling hingga menjadi serbuk.
   - Serbuk sekam padi kemudian diayak pada alat pengayak yang berukuran 100 mesh

3. Pembuatan Filter Keramik
   - Campurkan serbuk sekam yang telah diayak dengan tanah liat dengan perbandingan berat tertentu 40%, 50% dan 60%,
   - Aduk sampai merata campuran tanah liat dan serbuk sekam tersebut,
   - Tambahkan air sedikit demi sedikit pada campuran sekam + tanah liat, sehingga terbentuk adonan,
   - Biarkan adonan selama satu hari untuk menguapkan kandungan air,
   - Bentuk adonan seperti gelas, dan keringkan secara alami untuk mengurangi kadar air,
   - Masukkan filter ke dalam tungku untuk disintering dengan suhu 800, 850, dan 900°C, selama 20 jam.
   - Filter yang telah kering, siap untuk dilakukan pengujian.

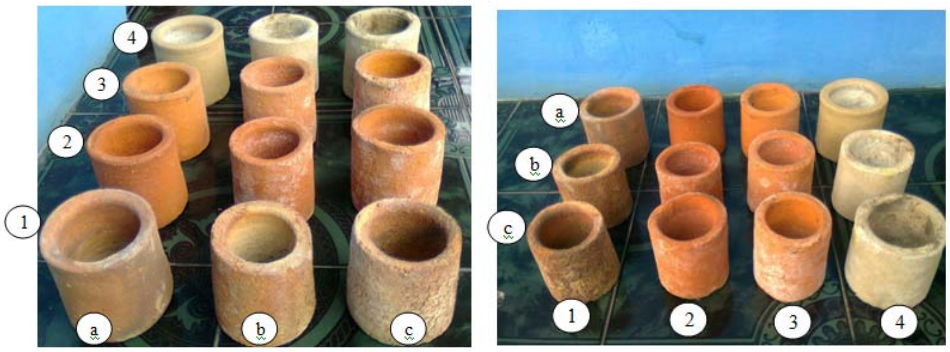
3. Metode Pengambilan Data Pengujian Kecepatan Aliran.

Metode pengambilan data pengujian kecepatan aliran dilakukan dengan mengikuti ketentuan sebagai berikut:

1. Letakkan composite filter dan tuangkan sedikit demi sedikit air tanah ke dalamnya.
2. Tunggu beberapa menit hingga air meresap keseluruh bagian filter keramik
3. Setelah air meresap keseluruh bagian filter keramik, tampung tetesan air setelah melewati filter keramik di dalam gelas ukur.
4. Jaga agar tidak ada air yang keluar dari gelas ukur
5. Hitung berapa mL air yang melewati filter keramik selama 1 jam.
6. Lakukan prosedur di atas untuk tiap variasi komposisi dan temperatur, masing-masing 3 sampel.
7. Catat hasilnya, dan masukkan ke dalam tabel.

III. HASIL DAN ANALISIS

1. Data Visual Hasil Sintering.



(i) (ii)

Gambar 3.1 Hasil Sintering *Composite Ceramic Filter* dimana angka (1),(2),(3) dan (4) secara berurutan adalah suhu sintering 900°C, 850°C, 800°C dan sebelum di sintering. Sedangkan (a), (b) dan (c) secara berurutan adalah komposisi sekam 60%, 50% dan 40%.

Gambar 3.1, menunjukkan hasil sintering filter air keramik untuk variasi suhu sintering dan komposisi sekam. Hasil sintering didapatkan tekstur yang berbeda-beda, dimana tekstur yang paling halus terlihat pada sampel-sampel dengan komposisi sekam paling rendah Gambar 3.2(iii). Dimana pori pada permukaan filter air keramik terlihat lebih sedikit dibandingkan pada Gambar 3.2(i),(ii). Hal ini diduga karena banyak sekam yang terbakar dan terlepas di permukaan pada saat proses sintering terjadi.

Kemudian suhu sintering optimum diperoleh pada 850°C. Hal ini diduga terjadi karena pemuaian optimum dari tanah liat tercapai pada suhu tersebut Gambar 3.2(i)2, (ii)2 dan (iii)2. Sampel-sampel tersebut terlihat berwarna orange.



(i) (ii) (iii)

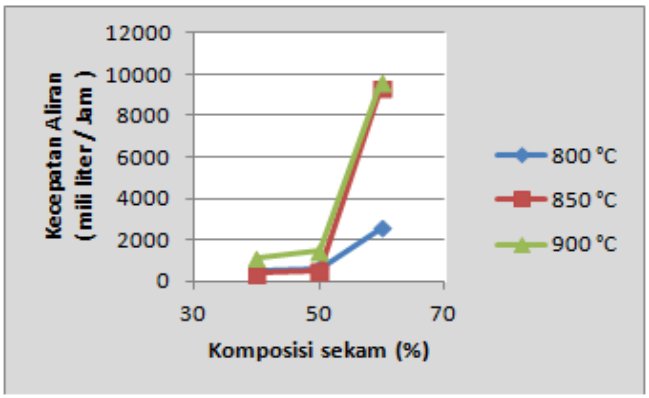
Gambar 3.2 Hasil sintering *Composite Ceramic Filter* berdasarkan variasi suhu sintering dan variasi komposisi sekam. Gambar (i), (ii) dan (iii) secara berurutan adalah hasil sintering dengan komposisi sekam 60%, 50% dan 40% serta angkat (1), (2), (3) dan (4) adalah suhu sintering 900°C, 850°C, 800°C dan sebelum di sintering

2. Data Pengujian Kecepatan Aliran.

Tabel 3.1 Kecepatan aliran air yang melewati filter keramik dalam (ml Air/jam)

Suhu Sintering	800°C			850°C			900°C		
Komposisi (% sekam)	40	50	60	40	50	60	40	50	60
1	492	625	2496	408	510	9500	1220	1530	9480
2	485	615	2680	415	480	9300	1100	1460	9500
3	525	650	2540	395	525	9250	1180	1470	9800
Average	501	630	2572	406	505	9350	1167	1487	9593

Dari Tabel 3.1 didapatkan hubungan antara komposisi sekam, suhu sintering dan kecepatan aliran. Hasil dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :



Gambar 3.3 Grafik hubungan komposisi sekam dan suhu sintering dengan kecepatan aliran.

Dari Tabel 3.1 terlihat bahwa sampel dengan suhu sintering 850°C mempunyai kecepatan aliran yang lebih rendah bila dibandingkan dengan sampel sintering pada 800°C dan 900°C. Hal ini diduga akibat pengaruh pori-pori yang kecil dan lebih sedikit dibandingkan dengan sampel lain. Selain itu terlihat bahwa semakin rendahnya komposisi sekam ternyata juga memperkecil debit aliran yang melewati filter keramik.

Dengan demikian, pada penelitian ini didapatkan bahwa kecepatan aliran air setelah melewati filter keramik dipengaruhi oleh suhu sintering dan jumlah komposisi sekam pada saat proses pembuatan filter keramik tersebut. Namun demikian, untuk mendapatkan jumlah sekam yang optimum masih diperlukan data pengujian kualitas air terutama uji mikrobiologi.

IV. KESIMPULAN

Dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan aliran air setelah melewati composite filter dipengaruhi oleh suhu sintering dan jumlah komposisi sekam
2. Temperatur sintering optimum composite filter adalah pada 850°C sehingga temperatur ideal ini yang akan digunakan untuk membuat komposit filter keramik lainnya.
3. Menurunya laju aliran air disebabkan oleh semakin kecilnya pori-pori dan komposisi sekam yang terdapat pada komposit filter keramik. Hal ini akan meningkatkan kuwalitas penyaringan airnya.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Rahman and B. Hartono, “PENYARINGAN AIR TANAH DENGAN ZEOLIT ALAMI UNTUK MENURUNKAN KADAR BESI DAN MANGAN,” *Makara Kesehatan*, vol. 8, no. 1, pp. 1–6, 2004.

[2] L. Sun and K. Gong, “Silicon-Based Materials from Rice Husks and Their Applications,” *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 40, no. 25, pp. 5861–5877, 2001.

[3] P. R. Roberge, “Aqueous Corrosion,” in *Handbook of Corrosion Engineering*, McGraw-Hill, 2000.

[4] G. H. Koch, M. P. H. Brongers, and N. G. Thompson, “Corrosion Cost and Preventive Strategies in The United States,” *NACE International*, pp. 3–4, 2002.

[5] Wiwik, “Penggunaan Sekam Padi sebagai Penyerap Logam Berat Kadmium dan Timbal.” 1995.

[6] J. C. Igwe and A. A.A., “A bioseparation process for removing heavy metals from waste water using biosorbents,” *African Journal of Biotechnology*, vol. 5, no. June, pp. 1167–1179, 2006.

[7] E. E. Akporhonor and P. A. Egwaikhide, “Removal of selected metal ions from aqueous solution by adsorption onto chemically modified maize cobs,” *Scientific Research and Essay*, vol. 2, no. April, pp. 132–134, 2007.

[8] O. O. Kehinde, T. A. Oluwatoyin, and O. O. Aderonke, “Comparative analysis of the efficiencies of two low cost adsorbents in the removal of Cr (VI) and Ni (II) from aqueous solution,” *Science And Technology*, vol. 3, no. November, pp. 360–369, 2009.

[9] H. Z. Mousavi, A. Hosseynifar, V. Jahed, and S. A. M. Dehghani, “REMOVAL OF LEAD FROM AQUEOUS SOLUTION USING WASTE TIRE RUBBER ASH AS,” *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, vol. 27, no. 01, pp. 79 – 87, 2010.

[10] S. Tangjuank, N. Insuk, V. Udeye, and J. Tontrakoon, “Chromium (III) sorption from aqueous solutions using activated carbon prepared from cashew nut shells,” *International Journal*, vol. 4, no. 8, pp. 412–417, 2009.

[11] E. O. Aluyor, I. O. Oboh, and K. O. Obahiagbon, “Equilibrium sorption isotherm for lead (Pb) ions on hydrogen peroxide modified rice hulls,” *International Journal of Physical Sciences*, vol. 4, no. 80, pp. 423–427, 2009.
[12] A. Maksum, “Efektifitas Ethanol Ekstrak Sekam Padi Beras Hitam Pada Penghambatan Korosi Logam Mild Steel Dalam Media 1M HCl,” in *Proceeding SNP2M*, 2010.

BIDANG HUMANIORA DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Integrasi Antara Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) dengan Sistem Manajemen Mutu ISO-9001:2008

Tri Widjatmaka; Muhammad Zakinura
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
widjatmaka@yahoo.com

Abstrak

Undang-Undang No. 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi mengamanatkan keharusan adanya penjaminan mutu di perguruan tinggi. Dari beberapa sistem penjaminan mutu, dua diantaranya adalah Sistem Manajemen Mutu [SMM] ISO-9001 dan Sistem Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi (SPM-PT) Dikti. SPM-PT terdiri dari Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) dan Sistem Penjaminan Mutu Eksternal (SPME). Penerapan kedua sistem mutu tersebut di PNJ yang menggunakan dua jenis dokumen yang berbeda berdampak pada rendahnya efektivitas dan efisiensinya. Penelitian ini mencoba untuk memberikan solusi dengan menganalisis kemungkinan pengintegrasian antara kedua dokumen.

Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan dan mengkonfirmasikan Dokumen SPMI dan Dokumen SMM-ISO-9001:2008, dengan mengacu kepada persyaratan atau standar masing-masing dokumen. Acuan SPMI adalah Pasal-pasal pada PP-19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan, sementara acuan ISO-9001:2008 adalah Pasal-pasal pada standar ISO tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesamaan redaksional antara kedua dokumen sangat rendah, walaupun secara substansial kesamaannya cukup tinggi. Dengan kondisi demikian masih sulit untuk dapat mengintegrasikan kedua dokumen mutu tersebut, dan perlu penelaahan yang lebih mendalam serta melibatkan para pakar manajemen mutu.

Kata kunci: ISO-9001; SPMI; Penjaminan Mutu; SNP; PNJ.

Abstract

One of the message of the UU No. 12 / 2012 about Higher Education is that all of higher education institutions must implement a quality assurance system. There are many of quality assurance systems, most of higher education institutions implement ISO-9001 Quality Management System [SMM-ISO] and Higher Education Institutions Quality Assurance System [Sistem Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi = SPM-PT]. The SPM-PT consists Internal Quality Assurance System [Sistem Penjaminan Internal = SPMI] and External Quality Assurance System [Sistem Penjaminan Mutu Eksternal = SPME]. In the implementations of ISO-9001:2008 and SPMI, Politeknik Negeri Jakarta [PNJ] uses each of different documents. The use of different documenst cause ineffectiveness and inefficiency of quality assurance implementation in PNJ. To answer these problems, this study provides a solution to integrate its different documents.

This study was approved by comparing and confirming each documents (ISO-9001:2008 and SPMI), and this is in accordance with the requirements and standards of each document (Pasal-Pasal ISO-9001:2008 and Standar Nasional Pendidikan=SNP).

The results of this study showed that the level of *"redaksional"* differentiation between each documents is high, but its level of substantial differentiation is low. These conditions make it difficult to integrate ISO-9001:2008's documents with SPMI's documents. An in depth study of quality assurance which involves quality managements experts should be conducted to slove this problems.

Kata kunci: ISO-9001; SPMI; Quality Assurance; SNP; PNJ.

I. PENDAHULUAN

Undang-Undang No. 12 Tahun 2012 menyatakan bahwa penjaminan mutu Pendidikan Tinggi merupakan kegiatan sistemik untuk meningkatkan mutu pendidikan tinggi secara berencana dan berkelanjutan. Penjaminan mutu tersebut dilakukan melalui penetapan, pelaksanaan, evaluasi, pengendalian, dan dan peningkatan Standar Nasional Pendidikan Tinggi. Sistem penjaminan mutu Pendidikan Tinggi terdiri atas sistem penjaminan mutu internal (SPMI) yang dikembangkan oleh Perguruan Tinggi dan sistem penjaminan mutu eksternal (SPME) yang dilakukan melalui akreditasi **[1]**. Ditjen Dikti Kemendikbud dalam Buku Sistem Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi (2010, hal. 16) menyatakan bahwa SPMI di suatu perguruan tinggi merupakan kegiatan mandiri dari perguruan tinggi bersangkutan. Unsur-unsur yang terkandung di dalam SPMI dimuat dalam dokumen Kebijakan, Manual, Standar dan Formulir **[2].** Perguruan tinggi merencanakan, menerapkan, mengendalikan, dan mengembangkan standar mutu pendidikan tinggi. Standar mutu tersebut saat

ini masih mengacu kepada PP No. 19 Tahun 2005 ditambah dengan Standar Penelitian dan Standar Pengabdian kepada Masyarakat. Sehingga standar lengkapnya terdiri atas Standar Kompetensi Lulusan; Standar Isi, Standar Proses; Standar Pendidik & Tenaga Kependidikan; Standar Sarana & Prasarana; Standar Pengelolaan; Standar Pembiayaan; Standar Penilaian Pendidikan; Standar Penelitian; dan Standar Pengabdian kepada Masyarakat**.**

Sistem penjaminan mutu lainnya yang diterapkan oleh perguruan tinggi dan merupakan amanat dari Renstra Diknas 2005-2009 adalah Sistem Manajemen Mutu (SMM) ISO-9001. Sabana (2010, hal. 11) menyatakan bahwa SMM-ISO 9001 didefinisikan sebagai sistem yang berorientasi pada proses **[3]**. Sedangkan Gaspersz (2012, hal. 12) menyatakan bahwa SMM-ISO 9001disusun berlandaskan pada delapan prinsip manajemen kualitas, yaitu (1) Customer Focus; (2) Leadership; (3) Keterlibatan semua orang; (4) Pendekatan Proses; (5) Pendekatan Sistem; (6) Perbaikan berkelanjutan; (7) Pendekatan Fakta sebagai Dasar Pengambilan Keputusan; (8) Kerjasama yang saling menguntungkan dengan pemasok **[4]**. ISO-9001 terdiri dari 8 bagian, yang masing-masing dijabarkan dalam klausul-klausul/pasal-pasal. Revisi terhadap standar ISO 9000 telah dilakukan pada tahun 1994; 2000 dan 2008.

Politeknik Negeri Jakarta [PNJ] telah menerapkan sistem penjaminan mutu ISO-9001:2008 sejak bulan Nopember 2009 untuk lingkup Pusat Layanan Administrasi [Direktorat], Jurusan Administrasi Niaga, Teknik Sipil dan Teknik Elektro. Sedangkan implementasi SPMI baru dimulai tahun 2011.

Adanya dua jenis sistem penjaminan mutu yang diterapkan di PNJ berdampak pada rendahnya efektifitas dan efisiensi dalam implementasinya. Dokumen yang berbeda membingungkan semua sumber daya yang ada, dan pelaksanaan yang tumpang tindih ataupun berulang (misalnya dalam hal audit), menyebabkan kebosanan dan kerja yang kurang bermanfaat. Untuk menjawab persoalan itu, penelitian ini akan membahasnya dengan rumusan masalah bagaimana mengintegrasikan dua sistem manajemen mutu yang diterapkan di PNJ, yaitu SPMI dan ISO-9001:2008.

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah (1) Memperoleh informasi tentang muatan dokumen yang bisa diacu oleh kedua sistem manajemen mutu; (2) berdasarkan informasi tersebut diharapkan dapat disusun suatu dokumen terintegrasi ISO-9001:2008 dan SPMI di PNJ.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode analisis deskriptif, yaitu dengan membandingkan dokumen mutu yang sudah ada di PNJ (ISO-9001:2008 dan SPMI-PNJ). Data dari kedua dokumen mutu tersebut dianalisis dengan mengacu pada persyaratan standar ISO-9001:2008 dan Pedoman SPMI Dikti yang mengacu pada UU No. 12 Tahun 2012 dan PP 19 Tahun 2005

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Konfirmasi Dokumen SPMI-PNJ dengan " 8 Prinsip ISO"

Dokumen SPMI-PNJ dibuat semata-mata mengacu pada Buku Panduan SPMI dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang berbasis pada PP No. 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan, jadi belum dipertimbangkan keseuaiannya dengan "8 Prinsip ISO-9001:2008". Agar dokumen SPMI-PNJ tersebut dapat digunakan dalam SMM-ISO 9001:2008, maka dokumen tersebut harus dianalisa apakah sudah memenuhi tuntutan prinsip-prinsip ISO atau tidak. Jika belum memenuhi tentunya harus ditambahkan/diperbaiki. Berikut ini akan dianalisis tentang konfirmasi dokumen SPMI-PNJ dengan prinsip-prinsip ISO tersebut.

Tabel-3.1. Konfirmasi Dokumen SPMI-PNJ dengan " 8 Prinsip ISO"

No.	PRINSIP ISO	Konfirmasi di SPMI	Penjelasan
[1]	[2]	[4]	[5]
1.	Fokus Pelanggan	√	• Menjamin bahwa setiap mahasiswa (pelanggan) dilakukan sesuai standar dst. • SPMI PNJ dirancang, …., ditingkatkan mutunya secara berkelanjutan … • Prinsip melaksanakan SPMI berorientasi kepada pemangku kepentingan internal dan

No.	PRINSIP ISO	Konfirmasi di SPMI	Penjelasan
			eksternal.
2.	Kepemimpinan:	√	• Standar Isi → pertimbangan pemasok dan pemakai (SMTA dan industri) • Visi selalu menjadi acuan setiap dokumen. • Sasaran diwujudkan dalam pernyataan standar. • Standar personalia dan standar Pendidik → persyaratan kompetensi.
3.	Keterlibatan Orang	√	• Secara substansial SPMI sudah menunjukkan adanya keterlibatan semua orang dalam menjalankannya. • Kebijakan SPMI mencakup semua aspek penyelenggaraan pendidikan tinggi, … dst. • Kebijakan berlaku untuk semua unit kerja yang ada di PNJ, …dst. • Mengajak semua pihak dalam PNJ untuk bekerja mencapai tujuan dengan berpatokan pada standar …dst. • Melibatkan secara aktif semua civitas academika sejak tahap perencanaan hingga tahap evaluasi dan tahap pengembangan. • Di dalam standar, manual /prosedur, selalu tercantum siapa pihak yang bertanggung jawab untuk melaksanakan.
4.	Pendekatan Proses	√	• Pendekatan proses tidak dinyatakan secara eksplisit pada SPMI, tetapi semua dokumen berisi tentang bagaimana proses dilaksanakan dengan efektif dan efisien sesuai dengan visi dan misinya. • Pendekatan proses tidak didekati dengan pendekatan input-output, tetapi didekati dengan pendekatan fungsional (unit kerja/tupoksi/struktur organisasi).
5.	Pendekatan Sistem	√	• Dalam proses penjaminan mutu di PNJ, pendekatan sistem tercermin dalam kesatuan tujuan (visi/misi) sebagai dasar penetapan kegiatan di semua unit kerja. • Pada semua dokumen, selalu ada format yang menyatakan unit kerja yang bertanggung jawab dan kaitannya dengan unit kerja lainnya.
6.	Peningkatan Terus Menerus	√	• Tercermin pada kebijakan mutu SPMI antara lain dalam model penjaminan mutu yang dianut yaitu PDCA. • Prinsip dalam melaksanakan SPMI: – Inovasi, belajar dan perbaikan secara berkelanjutan, dst
7.	Pendekatan Faktual dam Pembuatan Keputusan	√	• Tidak dinyatakan secara eksplisit mengenai pendekatan berdasarkan fakta di SPMI. • Pada manual dinayatakan antaralain: – Lakukan pemantauan secara periodik, dst. – Catat/rekam semua temuan, dst – Buat laporan tertulis secara periodik, dst.
8.	Hubungan Pemasok yang Saling Menguntungkan	√	• Tidak dinyatakan secara ekplisit, dan belum banyak pernyataan di dokumen yang mengatur tentang hubungannya dengan pemasok. • Pada standar isi tertulis, bahwa untuk menyusun kurikulum harus melibatkan pula pemasok (yaitu SMTA).

Tabel-3.2. Konfirmasi Pasal-Pasal ISO-9001:2008 dengan SPMI-PNJ

ISO-9001:2008			SPMI	
			Redaksi	Substansi
1. Lingkup	1.1. Umum		-	-
	1.2. Penerapan		-	-
2. Acuan yang mengatur			-	-
3. Istilah dan Definisi			-	-
4. Sistem Manajemen Mutu	4.1. Persyaratan Umum		X	√
	4.2. Persyaratan Dokumentasi	4.2.1. Umum	X	√
		4.2.2. Pedoman Mutu	X	√
		4.2.3. Pengendalian Dokumen	X	X
		4.2.4. Pengendalian Rekaman	X	X
5. Tanggung Jawab Manajemen	5.1. Ikrar Pelibatan (Komitmen) Manajemen		X	√
	5.2. Pusat Perhatian pada Pelanggan (Fokus)		√	√
	5.3. Kebijakan Mutu		X	√
	5.4. Perencanaan	5.4.1. Sasaran Mutu	X	√
		1.4.2. Perencanaan sistem manajemen mutu	X	√

	1.5. Tanggung jawab, wewenang dan komunikasi	5.5.1. Tanggung jawab dan wewenang	X	√
		5.5.2. Wakil manajemen	X	√
		5.5.3. Komunikasi intern	X	√
	5.6. Tinjauan Manajemen	5.6.1. Umum	X	√
		5.6.2. Masukan tinjauan	X	√
		5.6.3. Keluaran tinjauan	X	√
6. Pengelolaan Sumber Daya	6.1. Penyediaan sumber daya		√	√
	6.2. Sumber daya manusia	6.2.1. Umum	√	√
		1.2.2. Kemampuan/kompetensi, pelatihan dan kesadaran	√	√
	6.3. Prasarana		√	√
	6.4. Lingkungan kerja		√	√
7. Realisasi produk	7.1. Perencanaan realisas produk		X	√
	7.2. Proses berkaitan dengan pelanggan	7.2.1. Penetapan persyaratan yang berkaitan dengan produk.	X	√
		7.2.2. Tinjauan persyaratan dengan produk	X	X
		7.2.3. Komunikasi pelanggan	√	√
	7.3. Perancangan dan pengembangan	7.3.1. Perencanaan perancangan dan pengembangan.	X	√
		7.3.2. Masukan perancangan dan pengembangan.	√	√
		7.3.3. Keluaran perancangan dan pengembangan.	X	X
		7.3.4. Tinjauan perancangan dan pengembangan.	X	X
		7.3.5. Verifikasi perancangan dan pengembangan.	X	X
		7.3.6. Pembenaran perancangan dan pengembangan	X	X
		7.3.7. Pengendalian perubahan perancangan dan pengembangan.	X	X
	7.4. Pembelian	7.4.1. Proses pembelian	X	X
		7.4.2. Informasi pembelian	X	X
		7.4.3. Verifikasi produk yang dibeli.	X	X
	7.5. Produksi dan penyediaan jasa	7.5.1. Pengendalian produksi dan penyediaan jasa.	√	√
		7.5.2. Validasi proses untuk produksi dan penyediaan jasa.	X	X
		7.5.3. Identifikasi dan mampu telusur.	X	X
		7.5.4. Barang milik pelanggan	X	X
		7.5.6. Pengawetan/Penjagaan produk	X	X
	7.6. Pengendalian sarana Pemantauan dan pengukuran		X	X
8. Pengukuran, analisis dan perbaikan	8.1. Umum		√	√
	8.2. Pemantauan dan pengukuran	8.2.1. Kepuasan pelanggan	X	√
		8.2.2. Audit internal	√	√
		8.2.3. Pemantauan dan pengukuran proses	√	√
		8.2.4. Pemantauan dan pengukuran produk	√	√
	8.3. Pengendalian produk tidak sesuai		X	X
	8.4. Analisis data		X	X
	8.5. Perbaikan/Peningkatan	1.5.1. Peningkatan berkelanjutan	√	√
		1.5.2. Tindakan koreksi	√	√
		1.5.3. Tindakan pencegahan	X	X

Rangkuman:
Redaksional → √ = 27%; X = 73%
Substansional → √ = 63%; X = 37%

2. Pembahasan

Sistem Penjaminan Mutu Internal merupakan tuntutan dari Ditjen Dikti terhadap semua perguruan tinggi dalam rangka pemenuhan perundang-undangan, khususnya UU No 12 Tahun 2012 dan PP 19 tahun 2005. Implementasi peraturan perundang-undangan tersebut dan mengacu kepada pedoman dari Ditjen Dikti, ditetapkanlah sistem penjaminan mutu internal di PNJ, yaitu SPMI-PNJ. Dokumen SPMI-PNJ terdiri dari Kebijakan Mutu, Manual Mutu, Standar Mutu, Prosedur Mutu, dan Formulir pendukungnya.

Di lain pihak, sistem manajemen mutu ISO-9001:2008 merupakan sistem manajemen mutu standar internasional yang sifatnya sangat umum (generik), yang menitik beratkan pada bagaimana sistem manajemen mutu dijalankan oleh perusahaan/organisasi.

Hasil analisis dengan cara melakukan pembandingan dan konfirmasi antara sistem manajemen mutu ISO-9001:2008 terhadap isi dokumen SPMI-PNJ, dapatlah diuraikan hasilnya beberapa hal:

- Hasil konfirmasi menunjukkan bahwa kesesuaian antara persyaratan pasal-pasal ISO-9001 dengan SPMI secara redaksional sangat rendah [27%], walaupun secara substansial persyaratan tersebut cukup tinggi [63%]. Oleh karena itu akan relatif sulit untuk menggunakan dokumen SPMI tanpa dokumen ISO tersendiri untuk pelaksanaannya.
- Hasil analisis lebih lanjut didapatkan bahwa ada perbedaan yang mendasar tentang cara pendekatan antara sistem ISO-9001:2008 dengan SPMI-PNJ. Pasal-pasal yang ada di ISO-9001 mengatur secara umum berbasis fungsi-fungsi manajemen yang diterapkan pada mutu, mulai dari fungsi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian. Sedangkan SPMI mendasarkan diri secara utuh pada butir-butir atau pasal-pasal pada PP No. 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan, yang sifatnya lebih spesifik/operasional. Perbandingan antara kedua dokumen dapat diuraikan seperti pada tabel di bawah.

Tabel-3.3. Perbandingan SPMI vs ISO-9001

No.	Dokumen	SPMI	ISO-9001
1.	Kebijakan Mutu	Kebijakan mutu SPMI berisi uraian lengkap, dimulai dari Visi & Misi, dilengkapi dengan Profil PNJ, Tujuan Kebijakan, Ruang lingkup, Pihak-pihak yang terkena kebijakan, Istilah dan Definisi, Model manajemen yang digunakan, prinsip, strategi,pelaksanaan SPMI, ditambah dengan Daftar Standar dan Daftar Prosedur.	Kebijakan Mutu hanya satu halaman, yang memuat komitmen seluruh personil, penegasan adanya sasaran mutu, dan perlunya adanya peninjauan secara periodik.
2.	Sasaran Mutu	Tidak mengenal sasaran mutu. Sasaran mutu di SPMI tertulis secara detil pada Standar Mutu SPMI.	Sasaran mutu merupakan ciri khas ISO, yaitu target yang akan dicapai. Sasaran mutu ada di tingkat pusat maupun di setiap unit kerja. Sasaran mutu ini harus ada, karena tuntutan Pasal ISO-9001.
3.	Pedoman Mutu (Manual Mutu)	Manual mutu di SPMI-PNJ hanya berisi tentang manual penetapan standar, manual pelaksanaan standar, manual pengendalian standar, dan manual pengembangan/peningkatan standar. Formatnya dimulai dari visi-misi, tujuan manual, ruang lingkup, definisi istilah, langkah/prosedur, pejabat pelaksana, catatan dan referensi.	Pedoman Mutu ISO-9001:2008 di PNJ berisi uraian ringkas pasal-pasal ISO. Dimulai dari Ruang lingkup, dilanjutkan dengan Profil PNJ, Sistem manajemen mutu, tanggung jawab manajemen, pengelolaan sumberdaya, realisasi produk, pengukuran, analisis dan perbaikan.Dokumen Pedoman Mutu dilengkapi dengan Peta Proses dan Daftar Prosedur.
4.	Standar	Di SPMI merupakan pokok, karena standar inilah inti dari SPMI. Standar ini mencakup10 standar SNP wajib, dan 1 standar tambahan. Pernyataan standar	Di ISO tidak mengenal istilah standar secara khusus. Standar di ISO berlaku umum, artinya penjaminan mutu harus standar,

		harus SMART sama halnya untuk Sasaran Mutu pada ISO. Format standar dimulai dari Visi-Misi, rasional, subyek/pihak penanggungjawab pelaksanan standar, definisi istilah, pernyataan isi standar, strategi pencapaian standar, indikator keberhasilan standar, dokumen terkait, dan referensi.	misalnya saasaran mutu, pengendalian dokumen, cara audit, dan lain sebagainya.
5.	Prosedur	Prosedur di SPMI adalah bagaimana langkah-langkah yang harus ditempuh dalam melaksanakan sesuatu dalam rangka mencapai standar. Format prosedur adalah dimulai dari tujuan prosedur, ruang lingkup prosedur, standar yang memerlukan prosedur ini, defisnisi istilah, prosedur pokoknya, penanggung jawab, bagan alir, catatan, dan dokumen terkait. Tidak dikenal prosedur wajib (6). Hanya saja untuk level pelaksanaan standar umum diistilahkan manual. Jadi tidak ada prosedur khusus yang mengatur tentang pengendalian dokumen, rekaman, tatacara audit, dsb.	Dikenal adanya prosedur wajib yang bersitat umum, dan prosedur dan IK untuk operasional di unit kerja. Prosedur wajib adalah prosedur pengendalian dokumen, prosedur pengendalian rekaman, prosedur audit internal, prosedur pengendalian produk tidak sesuai, dan prosedur tindakan perbaikan dan pencegahan.
6	Formulir	Formulir digunakan sebagai sarana dalam pelaksanaan penjaminan mutu, untuk melaksanakan prosedur, untuk mencapai standar. Formulir disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan/unit kerja.	Formulir digunakan sebagai sarana dalam pelaksanaan penjaminan mutu, untuk melaksanakan prosedur, untuk mencapai sasaran mutu. Formulir disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan/unit kerja.
7.	Pengesahan	Diperlukan pengesahan, tetapi tidak diatur secara khusus pada prosedur.	Diperlukan pengesahan, diatur secara khusus pada prosedur wajib.
8.	Penomoran	Diperlukan penomoran secara khusus, tetapi tidak diatur secara khusus pada prosedur.	Penomoran diatur dalam prosedur wajib.

Menjawab tujuan penelitian ini, maka dalam jangka pendek masih relatif sulit untuk dapat mengintegrasikan kedua dokumen, yaitu dokumen SPMI-PNJ dan Dokumen ISO-9001:2008 PNJ, menjadi satu dokumen. Masih diperlukan waktu untuk penelaahan yang lebih mendalam dan intensif, yang melibatkan pakar dalam dua bidang tersebut, sampai dapat disusun suatu dokumen yang terintegrasi antara SPMI-PNJ dengan ISO-9001:2008 PNJ.

IV. KESIMPULAN

1. Secara redaksional, sangat sedikit pasal-pasal ISO-9001:2008 yang dapat diakomodasi oleh dokumen SPMI, baik kebijakan, standar, maupun manual SPMI.
2. Secara substansial, persyaratan ISO-9001:2008 yang tercermin dalam pasal-pasalnya cukup banyak sehingga memungkinkan dilaksanakan jika menerapkan SPMI.
3. Pada dasarnya cara pendekatan penjaminan mutu SPMI dan ISO-9001:2008 adalah berbeda. Sehingga dalam jangka pendek sulit untuk mengintegrasikan kedua dokumen tersebut. Masih perlu waktu dan usaha yang lebih intensif untuk menggunakan satu dokumen saja dalam mengimplementasikan SPMI dan ISO-9001:2008 di PNJ.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] _____, “Undang-Undang No. 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi, Bab III: Penjaminan Mutu”, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 No. 158, halaman : 37-41.

[2] _____, “Sistem Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi (SPM-PT)”, halaman 10-24, Ditjen Dikti, Kemendiknas, 2010.

[3] Sobana, H.E., “Tips Memahami Sistem Manajemen Mutu ISO-9001”, halaman: 9-47, Alfa Beta, Bandung, 2012.

[4] Gaspersz, Vincent, “Three-In-One ISO-9001-ISO 14001 dan OHSAS 18001”, halaman: 11-22, Vinchristo, Bogor, 2012.

Upaya Peningkatan Mutu dan Kinerja Laboratorium Teknik Konversi Energi

Emir Ridwan[1], Andi Ulfiana[1]
Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
emir.ridwan@yahoo.com

Abstrak

Inti kajian difokuskan pada faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas proses pembelajaran, khususnya eksternal. Faktor ekternal yang diteliti adalah pengelolaan laboratorium Teknik Konversi Energi dalam upaya untuk meningkatkan mutu dan kinerja laboratorium.

Penelitian ini bertujuan mengetahui gambaran pengelolaan laboratorium Teknik Konversi Energi, menganalisis kontribusi pengelolaan laboratorium Teknik Konversi Energi terhadap efektivitas proses pembelajaran, membuat standar kerja (SOP) yang berkaitan dengan pengelolaan laboratorium, menganalisis standar prosedur operasional bekerja di laboratorium dan mendeskripsikan aspek-aspek keamanan dan keselamatan kerja di laboratorium. metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif deskriptif. Sumber data diperoleh dari survey, wawancara informan, dokumen dan arsip serta observasi lapangan. Teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling yaitu dengan memilih informan yang dianggap mengetahui informasi sesuai permasalahan penelitian.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis interaktif yang mencakup tiga komponen yaitu sajian data, reduksi data dan penarikan kesimpulan. Survey dilakukan terhadap mahasiswa Program Studi Teknik Konversi Energi, JurusanTeknikMesin, PoliteknikNegeri Jakarta denganjumlahsampel 74 mahasiswa. Instrumen berupa angket dengan skala Likert. Wawancara dilakukan terhadap teknisi dan dosen pembimbing praktikum di Laboratorium Teknik Konversi Energi. Hasil Penelitian di Laboratorium Teknik Konversi Energi menunjukkan bahwa pengelolaanl aboratorium berkriteria cukup baik.

Keyword : Laboratory ofEnergy Conversion Engineering, Management, Performance, SOP, Learning Effectiveness

Abstract

Core study focused on the factors that influence the effectiveness of the learning process, especially externally. External factors studied were management Energy Conversion Engineering Laboratory in an effort to improve the quality and performance of the laboratory.

This study aims tofind a picture of Energy Conversion Engineering laboratory management, laboratory management analyzes the contribution of Energy Conversion Engineeringon the effectiveness of learningprocess, making labor standards (SOP) relating to the management of the laboratory, analyzed the working standard operating procedures in the laboratory and describe easpects of security and safety workin the laboratory. methods used in thisresearchis descriptive qualitative. Sources of data obtained from the survey, informant interviews, document sandarchives as well as field observations. The sampling technique use dispurposive sampling to select informants whoknow the information deemedappropriate research problems.

Data analysis techniquesused in this study using the interactive analysis includes three components: data presentation, data reduction and conclusion. Surveys were administered to students of Energy Conversion Engineering, Department of Mechanical Engineering, Polytechnic of Jakarta with a sample of 74 students. Instrumentsin the form of a questionnaire with Likert scale. Interviews were conducted with labtechnician and supervisor at Energy Conversion ngineering Laboratory. Research in Energy Conversion Engineering Laboratory showed that laboratory management good.

Keyword: Laboratory ofEnergy Conversion Engineering, Management, Performance, SOP, Learning Effectiveness

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Peningkatan dan perombakan komponen pendidikan terus dilakukan untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Berbagai program dan kebijakan digulirkan baik oleh pemerintah maupun perguruan tinggi, begitu pula dalam pemenuhan sarana dan prasarana pendukung pembelajaran. Hal ini harus dibarengi dengan pengelolaan yang baik dan sesuai dengan standar nasional serta landasan pembelajaran yang berlaku.

Pengelolaan merupakan proses memberdayaan sumber daya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu sasaran yang diharapkan secara optimal dengan memperhatikan keberlanjutan fungsi sumber daya. *Henri Fayol (1996: 86)* menyatakan bahwa pengelolaan hendaknya dijalankan

berkaitan dengan unsur atau fungsi-fungsi manajer, yakni perencanaan, pengorganisasian, pemberian komando, pengkoordinasian, dan pengendalian. Sementara *Luther M. Gullick (1993:31)* menyatakan fungsi-fungsi manajemen yang penting adalah perencanaan, pengorganisasian, pengadaan tenaga kerja, pemberian bimbingan, pengkoordinasian, pelaporan, dan penganggaran. Pengelolaan laboratorium berkaitan dengan pengelola dan pengguna, fasilitas laboratorium (bangunan, peralatan laboratorium), dan aktivitas yang dilaksanakan di laboratorium yang menjaga keberlanjutan fungsinya.

Pengelolaan laboratorium merupakan tanggung jawab bersama baik pengelola maupun pengguna. Oleh karena itu, setiap orang yang terlibat harus memiliki kesadaran dan merasa terpanggil untuk mengatur, memelihara, dan mengusahakan keselamatankerja. Mengatur dan memelihara laboratorium merupakan upaya agar laboratorium selalu tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Sedangkan upaya menjaga keselamatan kerja mencakup usaha untuk selalu mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan sewaktu bekerja di laboratorium dan penanganannya bila terjadi kecelakaan. Para pengelola laboratorium hendaknya memiliki pemahaman dan keterampilan kerja di laboratorium, bekerja sesuai tugas dan tanggung jawabnya, dan mengikuti peraturan. Pengelola laboratorium umumnya sebagai berikut :

- Kepala Program Studi
- KepalaLaboratorium
- Teknisi

Laboratorium merupakan ujung tombak pendidikan, penelitian dan pengabdian pada masyarakat suatu perguruan tinggi. Laboratorium adalah suatu kamar atau ruangan untuk melakukan kegiatan atau penelitian yang ditunjang oleh adanya sarana dan prasarana laboratorium yang lengkap.

Dalam upaya peningkatan mutu dan kualitas Laboratorium Teknik Konversi Energi maka dilakukan penelitian. Penelitian ini berjudul : “Upaya Peningkatan Mutu dan Kinerja Laboratorium Teknik Konversi Energi”. Penelitian ini dilakukan untuk peningkatan sumberdaya manusia dan sarana prasarana laboratorium sehingga dapat meningkatkan ketrampilan mahasiswa.

II. METODE PENELITIAN

1. Sumber Data

Sumber data ini adalah dari personil yang terdiri dari mahasiswa semester 3 dan 5 (74 orang), teknisi, dosen dan data kondisi lab saat ini.

2. Cara Pengambilan data

Cara Pengambilan data dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Angket mahasiswa (74 orang), dengan metode Likert
- Wawancara teknisi, dosen
- Pengumpulan dan evaluasi dokumen

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis interaktif yang mencakup tiga komponen yaitu sajian data, reduksi data dan penarikan kesimpulan.

Angket dibuat berdasarkan 4 kategoriyaitu :

- Sumber Daya Manusia (SDM)
- Saranadan Prasarana (Fisik)
- Equipment (Peralatan)
- Harapan (Keinginan)

Dalam pembuatan angket dibuat 4 peringkat dan memiliki nilai (skor) yaitu :

- Sangatbaik = (4)
- Baik = (3)
- Cukup = (2)
- Kurang = (1)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil angket dan wawancara dari responden sebanyak 74 mahasiswa terdiri dari dua angkatan semester 3 dan 5 ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 3.1 Hasil angket per item pertanyaan.

No	Aspek yang dinilai	Nilai
1	Apakah anda puas dengan pelayanan lab energy	2,62
2	Bagaimana pendapat anda dengan petugas teknisi	2,78
3	Kecepatan waktu Pelayanan	2,55
4	Keramahan Pelayanan	2,86
5	Apakah anda puas dengan Fasilitas lab energy	2,31
6	Bagaimana pendapat anda tentang sarana dan prasarana lab energy	2.27
7	Kebersihan Ruang Praktek	3,01
8	Bagaimana pendapat anda tentang alat praktek	2.12
9	Apakah spesifikasi praktek sudah memenuhi kebutuhan perkuliahan	2,31
10	Apakah sitem operasi alat sudah mendukung perkuliahan anda	2,36
11	Kesiapan Alat Praktek	2,47
12	Apakah anda membutuhkan fasilitas internet di lab Energi	3,48
13	Apakah fasilitas lab bisa and apakai diluar jam kuliah	2,21

Dari tabel 3.1 di atas terlihat bahwa nilai terendah 2.12 terdapat pada item no.8 yaitu Kondisi Peralatan Praktek kurang memadai. Hal tersebut di atas lebih diperjelas lagi dengan komentar-komenta rmahasiswa yang menyatakan bahwa jumlah peralatan praktek dirasa masihkurang, serta kemutakhiran dari peralatan praktek yang dirasakan sudah ketinggalan jaman.

Sementara itu, rasio penggunaan peralatan praktek saat ini adalah 1:8 untuk peralatan elektrikal dan 1:6 untuk peralatan mekanikal. Sedangkan rasio standar yang ditetapkan untuk penyelenggaraan praktek yang baik adalah 1:4. Untuk itu perlu dilakukan usaha terus-menerus agar penyelenggaraan praktek dapat dilakukan sesuai standar dengan harapan kompetensi lulusan pun dapat meningkat sesuai dengan yang ditargetkan.

Tabel 3.2.Hasil Angket berdasarkan Kategori

No	Kategori	Aspek yang dinilai	Nilai Rata-Rata per Item	Nilai Rata-Rata per Kategori
1	Sumber Daya Manusia (SDM)	Apakah anda puas dengan pelayanan lab energy	2.62	2.70
2		Bagaimana pendapat anda dengan petugas teknisi	2.78	
3		Kecepatan waktu Pelayanan	2.55	
4		Keramahan Pelayanan	2.86	
5	Sarana dan Prasarana (Fisik)	Apakah anda puas dengan Fasilitas lab energy	2.31	2.53
6		Bagaimana pendapat anda tentang sarana dan prasarana lab energy	2.27	
7		Kebersihan Ruang Praktek	3.01	
8	Equipment (Peralatan)	Bagaimana pendapat anda tentang alat praktek	2.12	2.32
9		Apakah spesifikasi praktek sudah memenuhi kebutuhan perkuliahan	2.31	
10		Apakah sitem operasi alat sudah mendukung perkuliahan anda	2.36	
11		Kesiapan Alat Praktek	2.47	
12	Harapan (Keinginan)	Apakah anda membutuhkan fasilitas internet di lab Energi	3.48	2.85
13		Apakah fasilitas lab bisa anda pakai diluar jam kuliah	2.21	

Dari tabel 3.2 di atas terlihat bahwa nilai berdasarkan kategori yaitu :

- Sumber Daya Manusia (SDM) = 2,70
- Sarana dan Prasarana (Fisik) = 2.53
- Equipment (Peralatan) = 2,32
- Harapan (Keinginan) = 2,85

Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia di Laboratorium Teknik Konversi Energi terdiri dari :

1. Kepala laboratorium.
   Kepala laboratorium bertugas mengelola laboratorium sehingga kegiatan praktikum maupun penelitian di laboratorium berjalan lancar. Kepala laboratorium perlu meningkatkan kemampuannya dalam mengelola laboratorium sehingga kegiatan di laboratorium dapat terlaksana dengan baik.
2. Dosen pembimbing praktikum,
   Sejauh ini, dosen pembimbing dengan kapasitas ilmunya tidak mempunyai kendala berarti dalam membimbing mahasiswa saat pelaksanaan praktikum. Jika ada alat baru, dilakukan pelatihan penggunaan alat terlebih dahulu terhadap dosen dan teknisi dapat menggunakan alat dengan benar dan aman.
3. Teknisi
   Laboratorium Teknik Konversi Energi mempunyai 2 (dua) orang teknisi dengan latar belakang ilmu listrik dan mekanik. Bidang ilmu listrik dan mekanik merupakan bagian dari bidang ilmu teknik konversi energi. Untuk meningkatkan kemampuan teknisi maka dilakukan pelatihan-pelatihan terhadap teknisi.
4. Praktikan
   Praktikan adalah mahasiswa dan peneliti yang menggunakan peralatan laboratorium. Peneliti di Laboratorium Teknik Konversi Energi adalah dosen yang melakukan penelitian dalam pelaksanaan tri dharma perguruan tinggi. Sejauh ini, peneliti tidak mendapatkan kesulitan dalam pengoperasian alat. Pelaksanaan praktikum oleh mahasiswa dibawah bimbingan dosen yang sudah memahami penggunaan peralatan laboratorium, sehingga kegiatan praktikum dapat berjalan lancar.

Sarana dan Prasarana Laboratorium

Sarana dan prasarana Laboratorium Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Jakarta sudah cukup lengkap dan sesuai GBPP dan SAP setiap mata kuliah yang membutuhkan kegiatan praktek, hanya ada beberapa alat yang sedang dalam perbaikan.

Equipment (Peralatan)

Peralatan yang ada di Laboratorium Teknik Konversi Energi sudah cukup lengkap untuk kegiatan praktikum dan penelitian. Setiap tahun dilaksanakan pengadaan barang dan peralatan laboratorium sehingga kebutuhan peralatan di laboratorium Teknik Konversi Energi tercukupi.
Beberapa peralatan yang mengalami kerusakan karena usia yang sudah tua sedang dalam perbaikan.
Pada umumnya alat-alat ukur yang digunakan sekarang adalah alat-alat ukur baru. Alat-alat ukur lama yang masih dapat digunakan tetap dipertahankan.
Peralatan yang baru membuat motivasi dosen dan mahasiswa untuk melaksanakan praktikum lebih meningkat, karena peralatan baru mempunyai teknologi yang lebih baik dibanding peralatan lama.

IV. KESIMPULAN

1. Peralatan di Laboratorium Teknik Konversi Energi sudah sesuai dengan GBPP dan SAP mata kuliah praktik. Hanya ada beberapa alat yang masih dalam perbaikan.Beberapa peralatan sudah diperbarui
2. Sumber daya manusia cukup kompeten tetapi masih memerlukan peningkatan kualitas dengan mengikuti pelatihan yang sesuai.

3. Laboratorium Teknik Konversi Energi sudah dilengkapi dengan standar prosedur kerja (SOP) untuk hampir semua peralatannya.
4. Mata kuliah praktik sudah dilengkapi dengan penuntun praktikum (SOP) sehingga mempermudah dalam pelaksanaan praktikum.
5. Laboratorium Teknik Konversi Energi sudah dilengkapi dengan standar keamanan dan keselamatan kerja. Peralatan penunjangnya antara lain adalah sarung tangan dengan kemampuan isolasi terhadap tegangan tinggi dan peralatan pemadam kebakaran. Setiap mahasiswa diharuskan menggunakan sepatu karet pada saat pelaksanaan praktikum. Jika terjadi arus yang cukup besar melebihi kemampuan alat, alat pengaman memberi respon yang cepat dengan memutuskan arus listrik. Terdapat jalur evakuasi yang cukup luas.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Henri Fayol, prinsip-prinsip Manajemen, (1996: 86)
[2] Luther M. Gullick, Papers on the Science ofAdministration", www.*arifcintaselvia.wordpress.com/kuliah/manajemen-publik/posdcorb/*(1993:31)

Peningkatan Keterampilan Berbicara Bahasa Inggris Melalui Teknik Role Play (Penelitian Tindakan Pada Mahasiswa Program Studi Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta)

Wardah Hanafiah; Dedi Junaedi
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
wardah_hanafiah@yahoo.com

Abstrak

Penelitian tindakan ini bertujuan untuk meningkatkan *education atmosphere* melalui peningkatan kualitas pembelajaran dengan optimalisasi kerja sumber daya manusia dalam hal ini pengajar dengan hasil akhir adalah meningkatnya keterampilan berbicara bahasa Inggris mahasiswa.
Penelitian telah dilakukan pada mahasiswa semester dua (2) Program Studi Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta yang terdiri dari dua kelas yang berjumlah 31 mahasiswa.
Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode kualitatif berupa penerapan teknik *role play* dengan desain penelitian yang terdiri dari dua siklus. Data terdiri dari data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif dikumpulkan melalui teknik pencatatan pengamatan dan wawancara. Data kuantitatif diperoleh melalui tes berbicara bahasa Inggris. Kemudian data dianalisis dengan analisis matriks.
Hasil yang diperoleh bahwa 1) Setelah siklus kedua, 50% dari mehasiswa kelas 2P memperoleh nilai standar minimal 70. Dan kelas 2K 53%. Ini menunjukkan bahwa target keberhasilan penelitian tercapai yakni lebih dari 50% mahasiswa mencapai nilai standar minimal 70. 2) Dari hasil pengamatan dan wawancara bahwa pembelajaran berbicara bahasa Inggris dengan teknik role play memberi pengaruh positif terhadap sikap mahasiswa dalam pembelajaran bahasa Inggris.

Kata Kunci: penelitian tindakan, bermain peran, pendekatan komunikasi, keterampilan berbicara, akurasi, kefasihan, siklus, peningkatan.

Abstract

This reserach was aimed to improve the education atmosphere by increasing teaching and learning process through human resource working optimal in this case to improve students speaking skill. This research was conducted at Heavy Equipment Study Program of State Polytechnic of Jakarta in the second semester of 2011/2012 academic year with the sample of thirty students.
The reserch findings show that: 1) after the second cycle stage, 50% from 2P students got the minimal standard score of 70, and 53% for 2K students. It means that the research has successfully reached the target, that is: more than 50% of students get the minimal standard score of 70 for speaking skill. 2) Through observation and interview the research findings prove the effectiveness of role play technic gives the positive sides to the students in learning English.

Key Words : action research, role play, communicative approach, speaking skil, accuracy, fluency, cycle stage, improve

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

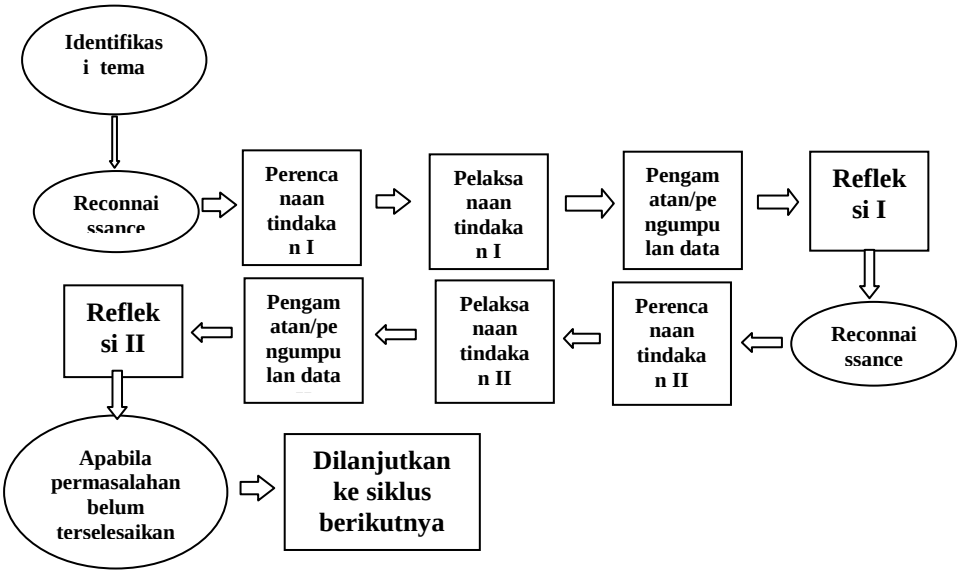
Keterampilan berbicara merupakan indikator bahwa pembelajar telah menguasai bahasa Inggris dengan baik. Permasalahan yang ditemukan pada mahasiswa semester 2 Program Studi Teknik Alat Berat adalah kemampuan berbicara bahasa Inggris mahasiswa kurang fasih (*fluency*) dan kurang tepat (*accuracy,)* respon kurang baik, kurang aktif, lebih sering mencampur dengan bahasa Indonesia (*code mixing*).
Untuk mengatasi masalah yng terjadi, telah dikakukan penelitian tindakan dengan menggunakan teknik bermain peran. Pendekatan penelitian tindakan merupakan penerapan prinsip ”*learning by doing*” dari sekelompok partisipan yang menemukan dan mengidentifikasi adanya suatu masalah, kemudian mengupayakan solusinya, mengadakan pengamatan hasilnya, bila belum sesuai dengan yang diharapkan maka dilakukan pengulangan kembali. Penelitian ini telah dilaksanakan dalam dua siklus.
Penelitan ini menggunakan *Role play* yang merupakan sebuah bentuk improvisasi dengan pendekatan berbasis komunikatif. Fungsi *role play* adalah untuk memfasilitasi terjadinya komunikasi dan interaksi yang bermakna bagi pembelajar bahasa karena dikaitkan dengan

komunikasi nyata. Dalam pelaksanaannya, mahasiswa diberi kesempatan untuk mempraktikkan komunikasi dan memainkan peran yang berbeda dari kesehariannya dalam sebuah situasi yang sudah ditentukan. Hal ini berarti situasi dan kondisi pembelajaran seolah-olah berada di luar kelas, meskipun saat itu pembelajaran terjadi di dalam kelas.

Selanjutnya penerapan teknik *role play* untuk meningkatkan keterampilan berbicara telah dilakukan penelitian oleh Siti Fathonah untuk thesisnya pada Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta, 2009 yang berjudul "Upaya Meningkatkan Keterampilan Berbicara Bahasa Indonesia melalui Teknik Bermain Peran pada Mahasiswa", Siti Fathonah melaporkan bahwa teknik beermain peran (*role play*) cukup efektif untuk meningkatkan keterampilan berbicara mahasiswa semester II PBSID FKIP UMP. Mahasiswa memenuhi ketuntasan belajar, lebih antusias dan bersemangat dalam proses pembelajaran, lebih berani dalam mengekspresikan ide, pikiran dan perasaan. Namun penelitian Siti Fathonah digunakan untuk meningkatkan keterampilan berbicara bahasa Indonesia. Oleh karena itu dalam penelitian ini, dilakukan untuk meningkatkan keterampilan berbicara bahasa Inggris.(Siti Fathonah, 2009)

II. METODE PENELITIAN

Rancangan tindakan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu kepada model penelitian tindakan John Elliot yang dielaborasi dari model penelitian tindakan Kemmis dan Mc Taggart yang berlangsung dalam dua siklus (David Hopkins, 2002:47) Rancangan tersebut dapat dilihat dalam bagan berikut ini:



Gambar 3.1. Rancangan Tindakan

Jenis data yang diperoleh adalah data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh melalui wawancara dan lembar pengamatan. Data kuantitatif diperoleh melalui tes berbicara bahasa Inggris.

1. Pengumpulan Data
   Instrumen utama dalam pengumpulan data adalah peneliti sendiri. Pengumpulan data dilakukan mengacu kepada Mills dan Cresswell dengan menggunakan teknik 3 E yaitu:
   a. Teknik *Experiencing*, melalui pencatatan pengamatan oleh peneliti dan kolabolator selama pelaksanaan tindakan.
   b. Teknik *Examining*, melalui pemeriksaan hasil tes keterampilan berbicara bahasa Ingris mahasiswa.
   c. Teknik *Enquiring*, dengan melakukan wawancara kepada mahasiswa. (George E. Mills, 2003:91 dan John W. Cresswell, 2008:611)
2. Analisis Data
   Data dianalisis dengan merujuk kepada Miles dan Huberman dalam Hopkins melalui matriks analisis data model interaktif yang terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut:

a. Reduksi Data (*data reduction*), yang meliputi proses pemilihan (*selecting*), pemusatan perhatian (*focusing*), penyederhanaan (*simplifying*) dan pentransformasian data mentah yang muncul dalam catatan di lapangan.
b. Penyajian Data (*data display*), menyajikan data menjadi informasi yang memungkinkan peneliti untuk melakukan tahap selanjutnya yaitu:
c. Penarikan kesimpulan (David Hopkins, 2002:33-35)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Teknik pengajaran bahasa Inggris pada program study Teknik Alat Berat telah diperbaiki untuk perbaikan dan peningkatan keterampilan berbicara bahasa Inggris Mahasiswa dalam suatu penelitian tindakan sebagaimana yang disarankan oleh Kenneth Zeichner dan Susan Noffke dalam Gall dan Borg (Gall Borg, 2003: 579)
2. Mahasiswa dikondisikan pada situasi tertentu di luar kelas, meskipun saat itu pembelajaran terjadi di dalam kelas. Freeman mengatakan dengan teknik role play kegiatan dapat diatur secara teratur maupun secara bebas yang membuat mahasiswa lebih aktif. (Larsen-Freeman, 2001: 134)
3. Mahasiswa diberi kesempatan untuk mempraktekkan keterampilan berbicara dalam sebuah kegiatan yakni bermain peran dan dapat berbicara dengan fasih (fluency) dan tepat (accuracy) sebagaimana diungkapkan oleh Brown pentingnya kefasihan dan ketepatan dalam berbicara. (H. Douglas Brown, 2007:323)
4. Kegiatan role play telah dilakasanakan dalam dua siklus dengan hasil sebagai berikut:
   a. Hasil Siklus I

      Hasil tes menunjukkan bahwa mahasiswa yang memenuhi standar nilai minimal 70 yang ditetapkan sebagai indikator keberhasilan penelitian di kelas 2P adalah 4 orang (25%). Dibandingkan dengan nilai pra-tindakan yang memenuhi standar minimal 70, hanya 1 orang (6,25%), hasil tes siklus I menunjukkan peningkatan sebesar 18,75%. Sementara di kelas 2K hasil tes di atas menunjukkan bahwa mahasiswa yang memenuhi standar nilai minimal 70 yang ditetapkan sebagai indikator keberhasilan penelitian adalah 5 orang (33,3%). Sama dengan nilai pra-tindakan yang memenuhi standar minimal 70 sebanyak orang 5 orang (33,3%), hasil tes siklus I belum menunjukkan peningkatan.
   b. Hasil Wawancara I

      Untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap kegiatan peningkatan keterampilan berbicara bahasa Inggris dengan teknik role play ini, peneliti mewawancarai 5 orang mahasiswa dari kelas 2P. Dari kelas 2K, peneliti mewawancarai hanya 3 orang mahasiswa yang mewakili seluruh mahasiswa dari kelas tersebut karena seluruh mahasiswa terlihat sangat bersemangat.

      Hasil wawancara menunjukkan bahwa, mahasiswa kelas 2P menunjukkan motivasi yang tinggi untuk meningkatkan keterampilan berbicara bahasa Inggris. Mereka mengatakan sangat ingin bisa berbicara bahasa Inggris dengan lancar mengingat semester depan akan mengikuti On Job Training (OJT). Dari kelas 2K diperoleh kesimpulan bahwa lancar berbicara bahasa Inggris sangat penting untuk berbagai kegiatan di kampus atau di luar di mana saja dan kapan saja

      Data dari Kolaborator

      Menurut kolaborator, jika dibandingkan dengan nilai pra- pada tindakan, maka perkembangan keterampilan berbicara mahasiswa pada siklus I masih perlu dilanjutkan siklus II terutama kelas 2P. kalimat-kalimat mahasiswa masih perlu perbaikan, demikian juga pemakaian kata-kata masih ada yang kurang tepat.

      Berdasarkan hasil pengamatan pelaksanaan tindakan, hasil tes keterampilan berbicara bahasa Inggris dan wawancara dengan beberapa mahasiswa mengungkapkan beberapa penemuan. Penemuan penelitian pada siklus I ini adalah sebagai berikut:

1. Aktivitas *role play* belum berjalan dengan lancar, mahasiswa masih terlihat ragu-ragu, kurang percaya diri dan bahkan masih ada yang takut karena belum dapat berbicara dengan bahasa Inggris. Terutama pada kelas 2P.
2. Pada saat permainan peran berlangsung, peneliti membetulkan kalimat mahasiswa dan membantu kata-kata ketika mahasiswa lupa atau tidak mengetahui kata tersebut dalam bahasa Inggris yang seharusnya dilakukan pada saat evaluasi.
3. Respon mahasiswa terhadap kegiatan peningkatan keterampilan berbicara bahasa Inggris dengan teknik *roleplay* pada sikuls I menunjukkan sikap yang positif, dan cukup bersemangat.
4. Rerata nilai ketrampilan berbicara mahasiswa kelas 2P sebesar 63,4 hal ini menunjukkan sedikit meningkat dibandingkan dengan nilai rata-rata pra-tindakan 59,8. Demikian pula untuk kelas 2K, nilai rata-rata pra-tindakan adalah 68,9 dan nilai rata-rata hasil tes siklus I adalah 69,4 yang berarti hanya sedikit sekali peningkatan. Peningkatan ini belum memenuhi target penelitian yaitu nilai minimal 70 mencapai lebih dari 50% mahasiswa. Karena belum mencapai target berarti belum memenuhi indikator keberhasilan penelitian, maka kegiatan peningkatan keterampilan berbicara dengan menggunakan teknik *roleplay* perlu dilanjutkan pada siklus II.

c. Hasil Siklus II

Hasil tes siklus II menunjukkan bahwa mahasiswa yang memenuhi standar nilai minimal 70 yang ditetapkan sebagai indikator keberhasilan penelitian di kelas 2P adalah 8 orang (50%). Dibandingkan dengan nilai siklus I yang memenuhi standar minimal 70 hanya 4 orang (25%), hasil tes siklus I menunjukkan peningkatan sebesar 25%. Sementara di kelas 2K hasil tes siklus II menunjukkan bahwa mahasiswa yang memenuhi standar nilai minimal 70 yang ditetapkan sebagai indikator keberhasilan penelitian adalah 9 orang (60%). Dibandingkan hasil tes siklus I hanya 5 orang (33,3%),.

d. Hasil Wawancara II

Wawancara dilakukan pada akhir siklus II pada tanggal 28 Mei 2012 untuk mengetahui pendapat mahasiswa mengenai penerapan teknik role play untuk meningkatkan keterampilan berbicara bahasa Inggris. Dari mahasiswa kelas 2P, dapat disimpulkan bahwa dengan teknik bermain peran, mereka sangat merasakan peningkatan keterampilan berbicara. Sebelumnya ada rasa takut salah, sekarang mereka jadi lebih berani untuk berbicara karena teman-teman lainnya semua harus berbicara.

Sedangkan mahasiswa kelas 2K mengatakan senang dengan praktik seperti ini, walaupun belum begitu signifikan peningkatannya, tapi membuatnya lebih berani dan juga menambah perbendaharaan kata.

IV. KESIMPULAN

1. Keterampilan berbicara bahasa Inggris mahasiswa dapat diangkat melalui penerapan teknik *role play*.
2. Keterampilan berbicara bahasa Inggris mahasiswa dapat diangkat melalui penerapan teknik *role play*.
3. Teknik ini memberi pengaruh sikap positif mahasiswa dalam pembelajaran berbicara bahasa Inggris. lebih berani mengungkapkan pendapatnya, dan lebih bersemangat dalam meningkatkan keterampilan berbicara.
4. Tidak semua mahasiswa dapat meningkatkan keterampilan berbicaranya secara signifikan melalui teknik *role play*. Mahasiswa yang berkemampuan rendah, kurang percaya diri dan ragu-ragu belum dapat meningkatkan keterampilan berbicaranya, sehingga mereka memerlukan perlakuan khusus.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Brown, H. Douglas. "Teaching by Principles: Interactive Approach to Language Pedagody", p.323. New York; Pearson education; 2007.
[2] Cresswell, John W. "Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research. 3rd ed.". p.611 New Jersey; Prentice Hall; 2008.
[3] Fatonah, Siti. "Upaya Meningkatkan Keterampilan Berbicara Bahasa Indonesia melalui Teknik Bermain Peran pada Mahasiswa"; 2009.
[4] Freeman, Diane Larsen. "**Techniques and Principles in Language Teaching, Second Edition**".p.134 UK: Oxford University Press; 2001.
[5] Gall, Meredith D., Joyce P. Gall, & Walter R. Borg, "**Educational Research: An Introduction. 7thed."** P.579; Boston; Pearson Education, Inc.; 2003.
[6] Joyce, Bruce, Marsha Weil and Emily Calhoun, "**Models of Teaching**"; p.482; USA: Pearson Education; 2000.
[7] Hopkins, David, "**A Teacher's Guide to Classroom Research. 3rd ed.";** p.47; Buckingham: Open University Press; 2002
[8] Mills, George E, "Action Research: A Guide for the Teacher Researcher. Second Edition. "; p.91; New Jersey: Prentice Hall; 2003

Penggunaan Metode Transporasi pada Jaringan Distribusi Barang dalam Rantai Pasokan untuk Mengoptimalkan Hasil

Indriyani Rebet
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negri Jakarta
Indriyanirebet_01@yahoo.com

Abstrak

Produk yang dihasilkan oleh pabrik akan didistribusikan ke pengecer melalui distributor. Sehingga perlu ditentukan strategi terbaik untuk mendistribusikan produk dari pabrik ke distributor dan dari distributor ke pelanggan sesuai kebutuhan pelanggan. Masalah pendistribusian produk ini merupakan bagian dari masalah pengelolaan rantai pasok. Pada penelitian ini dibahas pengelolaan rantai pasokan yang terdiri dua tahap. Pertama, tahap dimana produk yang dihasilkan pabrik didistribusikan ke distributor. Kedua, tahap dimana distributor mendistribusikan produk ke pengecer. Tujuan penelitian mencari perencanaan transportasi produk dari pabrik ke pengecer melalui jaringan distributor agar dapat melayani permintaan pelanggan sesuai dengan kapasitas produksi menggunakan biaya transportasi. Penelitian dimulai dengan menentukan penyelesaian pada setiap tahap menggunakan metode transportasi. Setiap tahap dilihat sebagai sub masalah yang dapat diselesaikan dengan mempertimbangkan keadaan yang mungkin dan terkait pada tahap berikutnya hanya oleh keadaan akhir pada tahap sebelumnya. Selanjutnya untuk menentukan penyelesaian secara keseluruhan dapat digunakan prinsip keoptimuman Bellman, sehingga solusi optimal secara keseluruhan merupakan gabungan dari solusi optimal setiap tahap. Hasil dari penelitian ini adalah perencanaan transportasi produk dari pabrik ke pengecer melalui jaringan distributor untuk melayani permintaan pelanggan sesuai kapasitas produksi dengan menggunakan biaya yang minimum diperoleh dengan menggabungkan solusi optimal dari setiap tahap.

Kata kunci: Rantai pasokan, metode transportasi, prinsip ke optimuman Bellman.

Abstract

The products produced by the plant will be distributed to retailers through distributors. So it is necessary to determine the best strategy to distribute products from the factory to the distributor and from the distributor to the customer according to customer requirements. The product distribution issues are part of the supply chain management problems. In this study addressed the management of the supply chain consists of two stages. First, the stage where the factory produced products distributed to distributors. Second, the stage in which the distributor distributes products to retailers. The research objective for transportation planning products from factories to retailers through a network of distributors in order to serve customer demand in accordance with a production capacity of using transportation costs. The study began by determining at each stage of completion method of transportation. Each stage is seen as sub-problems that can be solved by considering the relevant circumstances and likely only at a later stage by the end of the state at the previous stage. Furthermore, to determine the overall settlement keoptimuman Bellman principle can be used, so that the overall optimal solution is a combination of the optimal solution every stage. The results of this study are transportation planning products from factories to retailers through a network of distributors to serve customer demand in accordance with a production capacity of using the minimum cost is obtained by combining the optimal solutions of each stage.

Keywords: supply chain, transportation methods, principles to optimuman Bellman.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Aliran pengadaan barang (produk) yang dimulai dari pemasok bahan baku, yang memasok bahan baku ke pabrik untuk diolah, kemudian didistribusikan ke gudang-gudang distributor untuk selanjutnya dikirim ke pengecer dinamakan rantai pasokan. Rantai pasokan terdiri dari supplier (pemasok bahan baku), manufacturer (pabrik yangmembuat produk), distributor (pendistribusi produk), dan retailer (pengecer) yang mendistribusikan produk ke konsumen.

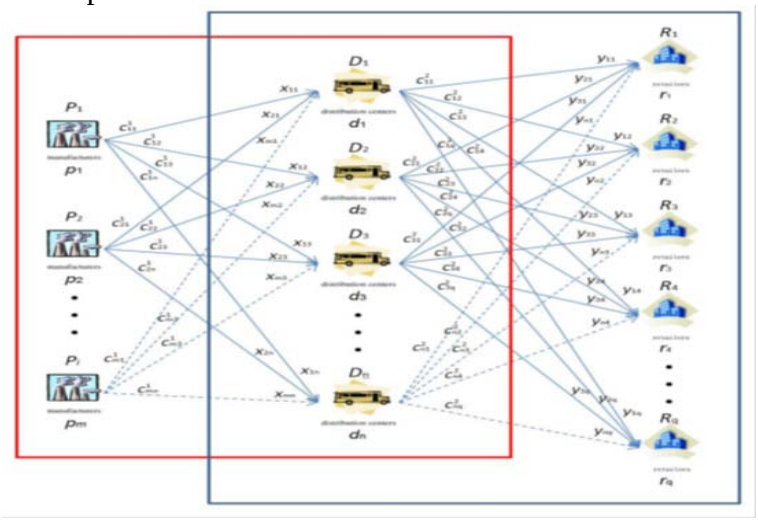
Tujuan pengelolaan rantai pasokan adalah menentukan strategi yang paling baik untuk mengorganisasikan pabrik, transportasi, persediaan, jadwal produksi maupun jadwal pengiriman agar dapat berlangsung dengan biaya yang minimum.

Salah satu masalah terpenting dalam pengelolaan rantai pasokan adalah masalah perancangan jaringan distribusi sistem yang melibatkan penempatan pabrik dan gudang distribusi, dan

menentukan strategi terbaik untuk mendistribusikan produk dari pabrik ke gudang dan dari gudang kepelanggan.

Penelitian ini menggunakan asumsi bahwa setiap tahap dalam rantai pasokan dapat diselesaikan secara tersendiri tahap pertahap menggunakan metode transportasi. Dalam setiap tahap tersebut dibutuhkan biaya-biaya, misalnya biaya pembelian bahan baku, biaya produksi, biaya transportasi, biaya penyimpanan, dan sebagainya. Biaya-biaya tersebut harus diminimalkan.

Penelitian ini membahas masalah transportasi, yang melibatkan dua tahap yaitu pendistribusian produk dari pabrik ke distributor dan dari distributor ke pengecer. Tahap pertama ditunjukkan oleh kotak berwarna merah, dan tahap kedua ditunjukkan oleh kotak berwarna biru. Setiap tahap dilihat sebagai sub masalah yang dapat diselesaikan dengan mempertimbangkan keadaan yang mungkin dan terkait pada tahap berikutnya hanya oleh keadaan akhir pada tahap sebelumnya. Dalam hal ini prinsip keoptimalan Bellman dapat dipergunakan. Setiap sub masalah akan diselesaikan dengan menggunakan metode transportasi

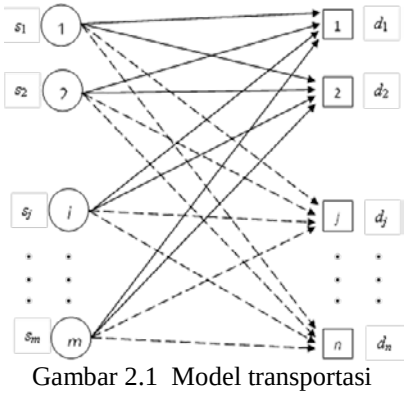


Gambar 1.1. Rantai pasokan dengan m pabrik, n distributor dan q pengecer beserta biaya-biaya dan kapasitasnya

II. MASALAH TRANSPORTASI

Model transportasi berkaitan dengan rencana penentuan biaya transportasi minimum untuk suatu produk dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan. Misalnya terdapat *m* sumber dan *n* tujuan yang meminta produk. Permasalahan ini dapat diperjelas melalui Gambar 2.1 Pada sumber ke-*i*, dengan *i*=1, 2, ..., *m*, terdapat s_i unit produk yang tersedia. Permintaan pada tujuan ke-*j*, dengan *j*=1, 2, ..., *n*, ditunjukkan oleh *dj*.

Biaya transportasi satu unit produk dari sumber ke-*i* tujuan ke-*j* adalah c_{ij} . Misalkan x_{ij}, dengan i = 1,2,..., *m*; *j*=1,2,..., *n* adalah jumlah produk yang dikirim dari sumber ke-*i* ke tujuan ke-*j*. Masalahnya adalah menentukan nilai x_{ij} yang akan meminimumkan keseluruhan biaya transportasi. Solusi optimal pada masalah transportasi disebut sebagai perencanaan transportasi(transportation plan)



Gambar 2.1 Model transportasi

Fungsi tujuan dari masalah transportasi ini adalah:

$$f = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{1} x_{ij}$$

Kendala pada masalah transportasi berkaitan dengan keterbatasan persediaan dan permintaan. Dengan memandang sumber ke-i, diperoleh kendala sumber ke-i yaitu

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = s_i, i = 1,2,...m$$

Dan dengan memandang tujuan ke-j, diperoleh kendala tujuan ke-j yaitu:

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = d_j, j = 1,2,..., n$$

Sehingga masalah transportasi dapat ditulis dalam program linier berikut ini:

Min $x_0 = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^{1} x_{ij}$

Dengan kendala:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = s_i, i = 1,2,...m$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = d_j, j = 1,2,..., n$$

$x_{ij} \geq 0, i = 1,2,..., m;\ j = 1,2,...m.$

Jika total permintaan sama dengan total produk yang dikirim maka diperoleh persamaan transportasi seimbang yaitu:

$$\sum_{i=1}^{m} s_i = \sum_{j=1}^{n} d_j$$

III. METODE PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI

Penyelesaian masalah transportasi dibagi dalam dua tahap penyelesaian yaitu penyelesaian awal yang layak dan pemeriksaan keoptimuman dan perbaikan penyelesaian untuk memperoleh penyelesaian yang optimum.

1. Penyelesaian Awal.

Untuk mencari penyelesaian awal, pada penelitian ini digunakan metode Aproximasi Vogel (AV). Penggunaan metode AV.Penggunaannya terdapat pada Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Tabel masalah transportasi

Pabrik	Distributor				Kapasitas Pabrik
	D_1	D_2		D_n	
P_1	c_{11}	c_{12}		c_{1n}	a_1
P_2	c_{21}	c_{22}		c_{2m}	a_2
P_m	c_{m1}	c_{m2}		c_{mn}	a_m
Permintaan	b_1	b_2		b_n	

Isi nilai x_{ij}, i= 1,2,...,m; j= 1,2,...,n pada sel-sel yang terdapat pada tabel.Pengisian

dilakukan sedemikian hingga $\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i$ dan $\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j$

2. Pemeriksaan dan perbaikan penyelesaian.

Keoptimuman penyelesaian awal diperiksa melalui biaya reduksi dari peubah bukan basis, yaitu peubah yang berada dalam sel kosong, jika semua biaya reduksi peubah bukan basis bernilai positif maka penyelesaian awal merupakan penyelesaian yang optimum. Jika biaya reduksi dari peubah bukan basis negatif maka perlu dilakukan perbaikan penyelesaian

3. Prinsip Keoptimuman Bellman.

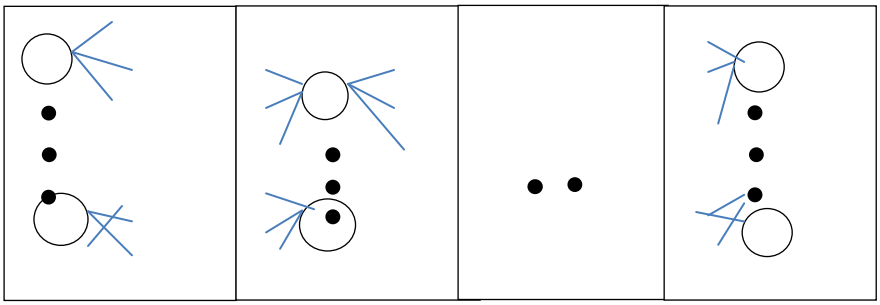
Prinsip keoptimuman Bellman merupakan dasar dalam pemecahan masalah keoptimuman menggunakan pendekatan pemrograman dinamik. Dalam hal ini masalah dibagi menjadi barisan beberapa sub masalah keoptimuman.

Prinsip keoptimuman Bellman : apapun keadaan awal dan keputusan awal, keputusan optimum selanjutnya membentuk kebijakan optimum dengan memperhatikan keadaan yang dihasilkan oleh keputusan awal.

Prinsip keoptimuman tersebut berdasarkan pada pemrograman dinamik, sehingga permasalahan yang akan diselesaikan harus memenuhi karakteristik program dinamik. Adapun karakteristik program dinamik adalah :

1. Permasalahan dapat dibagi menjadi tahapan dimana pada setiap tahap keputusan akan diambil.
2. Tiap tahap mempunyai sejumlah keadaan terkait.
3. Keputusan yang diambil pada setiap tahap menjelaskan bagaimana keadaan pada tahap ini ditransformasikan ke keadaan pada tahap selanjutnya.
4. Diberikan keadaan sekarang kebijakan optimal pada setiap tahap yang tersisa tidak bergantung pada keadaan yang dicapai sebelumnya atau kebijakan yang telah diambil sebelumnya.
5. Hubungan rekursif untuk memperoleh solusi optimum untuk tahap t, dengan solusi optimum untuk tahap t+1, t+2,… telah diketahui.
   Rumusnya menjadi $f_{t+1}(i) = \min\{c_{ij} + f_{t+2}(i)\}$

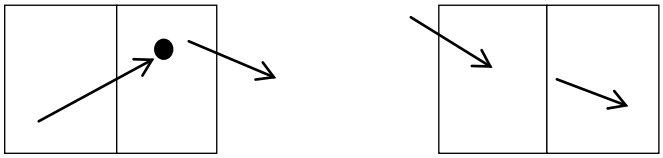
Prinsip tersebut digunakan dalam masalah keoptimuman dalam jaringan multitahap. Keseluruhan jaringan terbentuk dengan mempertimbangkan keputusan optimum yang dihasilkan pada tahap awal. Dengan perkataan lain, keputusan optimum tahap akhir merupakan keputusan optimum dari jaringan seluruh tahap. Dalam hal ini dalam jaringan *n*–1 tahap, keputusan optimum tahap ke-n dibentuk dengan mempertimbangkan keputusan optimum tahap ke-(*n*-1). Keputusan optimum tahap ke-(*n*-1) dibentuk denganmempertimbangkan keputusan optimum tahap ke- (*n*-2). Demikian seterusnya, keputusan tahap ke-2 dibuat dengan keputusan optimum tahap ke-1(tahap awal) sebagai keputusan awal.



Gambar 4.1 Jaringan n Tahap

Menurut prinsip keoptimuman Bellman, keputusan optimum dalam keseluruhan jaringan terbentuk dengan mempertimbangkan keputusan optimum yang dihasilkan pada tahap awal. Sehingga keputusan optimum tahap akhir merupakan keputusan optimum dari jaringan seluruh tahap. Dalam jaringan *n*–tahap, keputusan optimum tahap ke-*n* dibentuk dengan mempertimbangkan keputusan

optimum tahap ke-(n-1). Keputusan optimum tahap ke-(n-1) dibentuk dengan mempertimbangkan keputusan optimum tahap ke-(n-2). Demikian seterusnya, keputusan tahap ke -2 dibuat dengan keputusan optimum tahap ke-1(tahap awal) sebagai keputusan awal. Dengan prinsip keoptimuman tersebut, rumus matematis yang terbentuk merupakan rumus rekursif Optimum f=optimum(f_n(Optimum f_{n-1}(…..(optimum(f0))…)) dengan, f : fungsi keputusan seluruh tahap.
f_i : fungsi keputusan tahap ke-i, i=0,1,2,…,n.
Masalah dalam jaringan yang banyak dikenal menggunakan pemrograman dinamik adalah masalah menentukan lintasan terpendek dari suatu simpul (tahap awal) ke suatu simpul akhir (tahap n). Dalam setiap tahap dibentuk lintasan terpendek (optimum) dengan mempertimbangkan keoptimuman lintasan dari tahap sebelumnya. Skema lintasan terpendek pada seluruh tahap adalah sebagai berikut:

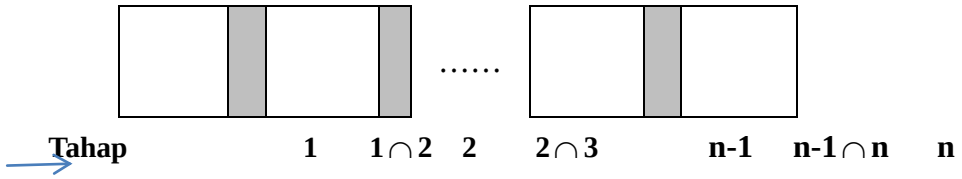


Gambar 4.2 Skema lintasan terpendek

Pada skema di atas, tahap ke-1 dihasilkan busur awal, pada tahap ke-2 dihasilkan busur kedua sebagai sebagai kelanjutan busur awal, demikian seterusnya sampai tahap ke-n, sehingga terbentuk lintasan terpendek.
Pada penelitian ini, jaringan yang dibahas merupakan jaringan transportasi distribusi barang dalam suatu rantai pasokan. Jaringan ini terbagi menjadi beberapa tahapan transportasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

JaringanTransportasi Distribusi Barang Pada Rantai Pasokan. Asumsi-asumsi agar rancangan transportasi barang dari pabrik– distributor -pengecer yang meminimumkan biaya dapat diperoleh, dan ilustrai kasus yang diikuti dengan penyelesaian masalahnya dengan bantuan program komputer. Secara skematis, jaringan transportasi distribusi barang pada rantai pasokan dapat digambarkan sebagai berikut

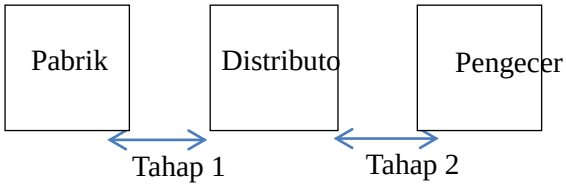


Gambar 5.1Skema 1 transportasi

Pada skema Gambar 5.1 di atas, terdapat bagian 2 tahapan yang saling tumpang tindih. Hal ini karena pada bagian tersebut terdapat aktivitas penurunan dan pemuatan barang. Berbeda dengan skema pada Gambar 4.2 sebelumnya, dimana tidak ada kegiatan penurunan dan pemuatan barang. Kendaraan yang digunakan langsung melewati tempat-tempat antara, karena yang dipertimbangkan adalah lintasan terpendeknya.
Oleh karena itu perlu ditambahkan asumsi agar skema 1 dianggap sebagai skema 2 (Gambar 5.2) sehingga prinsip keoptimuman Bellman berlaku. Dengan mempertimbangkan masalah dalam jaringan distribusi barang pada rantai pasokan berhubungan dengan biaya, maka asumsi yang ditambahkan adalah sebagai berikut:
(i) Pada setiap akhir dan awal di setiap tahap tidak dipertimbangkan biaya penurunan dan pemuatan barang.
(ii) Kendaraan transportasi tersedia.
Jadi, dalam hal ini untuk jaringan distribusi barang dari pabrik ke pengecer, dianggap bahwa tidak dipertimbangkan biaya penurunan barang (dari kendaraan transportasi) yang akan disimpan di

gudang distributor dan biaya pemuatan barang dari gudang ke kendaraan transportasi. Demikian juga tidak dipertimbangkan biaya penurunan barang dari kendaraan transportasi ke gudang pengecer.

Dengan asumsi di atas, maka pada jaringan distribusi barang dalam suatu rantai pasokan dapat diperoleh rancangan transportasi barang dari pabrik– distributor pengecer yang meminimumkan biaya (Gambar 5.2)



Gambar 5.2. Skema 2 transportasi

Jadi, apabila pada tahap1diperoleh rancangan transportasi optimum dan juga pada tahap 2 diperoleh rancangan transportasi optimum, maka akan diperoleh juga rancangan transportasi optimum secara keseluruhan, yaitu dari pabrik-distributor-pengecer.

Ilustrasi Penyelesaian Masalah Rantai Pasokan dengan MetodeTransportasi.

Lokasi pabrik terletak di dua kota, P_1 dan P_2 dengan kapasitas p_1=60 unit, p_2=40 unit. Gudang distributor juga terletak di dua kota D_1 dan D_2 dengan kapasitas d_1=70 unit dan d_2= 30 unit. Biaya transportasi dari pabrik ke distributor D_1 adalah $c_{11}^1 = 18$ dan $c_{12}^1 = 10$ sedangkan biaya transportasi dari pabrik ke distributor D_2 adalah $c_{21}^1 = 20$ dan $c_{22}^1 = 15$. Pengecer berlokasi di tiga kota yaitu R_1, R_2 dan R_3 masing-masing dengan permintaan r_1=50 unit, r_2=30 unit dan r_3 =20 unit. Biaya transportasi dari distributor D_1 ke pengecer R_1, R_2 dan R_3 adalah $c_{11}^2 = 20, c_{12}^2 = 25$, dan $c_{13}^2 = 30$. Biaya transportasidari D_2 ke pengecer R_1, R_2 dan R_3, adalah $c_{21}^2 = 18, c_{22}^2 = 15$, dan $c_{23}^2 = 20$.

Untuk menyelesaikan tahap I digunakan metode transportasi. Dengan menggunakan program diperoleh solusi sebagai berikut:

Table 2. Penyelesaian tahap I metode transportasi

	X_{11}	X_{12}	X_{21}	X_{22}	Total biaya transportasi(dalam ribuan rupiah)
Nilai	30	30	40	0	
Biaya tiap unit	18	10	20	15	
Biaya transportasi	540	300	800	0	1640

Total biaya transportasi minimum untuk mengangkut produk dari kedua pabrik ke semua distributor adalah Rp 1.640.000,-.

Table 3. Penyelesaian tahap II metode transportasi

	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Total Biaya Transportasi (dalam ribuan rupiah)
Nilai	50	0	20	0	30	0	
Biaya tiap unit	20	25	30	18	15	20	
Biaya transportasi	1000	0	600	0	450	0	2050

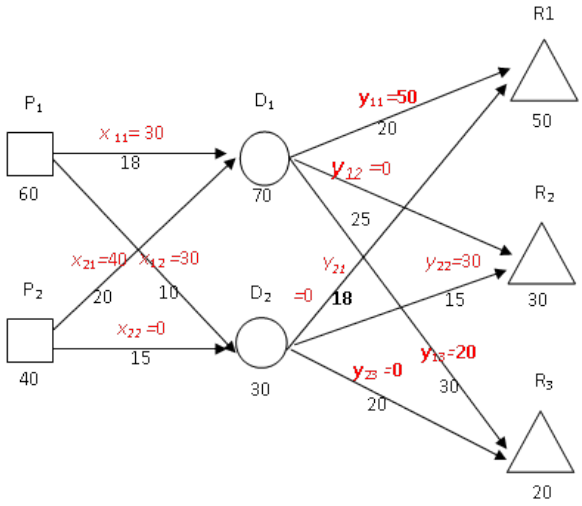
Tahap II diselesaikan dengan metode transportasi. Dengan menggunakan program diperoleh solusi sebagai berikut:

Total biaya minimum pengangkutan produk dari semua distributor kesemua pengecer adalah: Rp 2.050.000,-. Sehingga penyelesaian secara keseluruhan adalah:

Tabel 4. Total biaya minimum

	Tahap I			Tahap II			Total biaya transportasi (dalam ribuan rupiah)
	X_{11}	X_{12}	X_{21}	Y_{11}	Y_{13}	Y_{22}	
Nilai	30	30	40	50	20	30	
Biaya tiap unit	18	10	20	20	30	15	
Biaya transportasi	540	300	800	1000	600	450	3690

Perencanaan Transportasi produk pada rantai pasokan pada persoalan diatas adalah:



Gambar 5.3 Perencanaan Transportasi produk pada rantai pasokan yang terdiri dari 2 pabrik, 2 distributor dan 3 pengecer.

V. KESIMPULAN

Perencanaan transportasi masalah rantai pasok dibagi menjadi beberapa tahap yang saling terpisah, dimana pada setiap akhir dari tahapan sebelumnya dapat digunakan untuk mempertimbangkan tahap selanjutnya, sehingga prinsip keoptimuman Bellman dapat digunakan. Setiap tahap diselesaikan dengan metode transportasi. Sedangkan perencanaan secara keseluruhan merupakan gabungan dari solusi transportasi pada setiap tahap. Menggunakan program yang dibuat telah ditunjukkan solusi optimal dari kasus yang diberikan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Anton, Howard.. Elementary Linear Algebra. John Wiley&Sons,INC:2004
[2] Chang, Ying-Hua, et al., ed. (2008). Applying co-evolutionary Genetic Algoritms to Solve the Supply Chain Network Design Problem- Based on The Textile Industry In Taiwan. Proceeding of Business And Information, Vol 5, issue 1, 2008
[3] Hadley, G. Linear Programming. Addisonn-Wesley Publshing Company,1980
[4] Kerami, Djati. Riset Operasional I, Universitas Terbuka, jakarta, 2.3-2.40, 2009
[5] Rahimi, H, et al, ed. A Heuristic Procedure For Designing a Distribution Network in a Supply Chain System Using Harmony Search Meta-heuristic and Linear Programming. Proceeding of the international Multiconference of Engineers and Computer Scientific 2010, vol III, IMECS, March 17-19, 2010.
[6] Wayne L.W. Introduction to Mathematical Programming,Application and Algoritthms. Duxbury Press, Belmont, California, 772-775: 1995
[7] http//www.math.cuhk.edu.hk/~wei/ipch6.pdf. Chapter 6 Transportation Problems, 3-7, 14/9/2011 jam 14.30

Kinerja Dosen Dalam Melaksanakan Proses Belajar Mengajar di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Suyitno Gatot; Tatun Hayatun Nufus
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
suyitnogt@yahoo.com

Abstrak

Kinerja dosen merupakan suatu hal yang sangat penting dalam upaya lembaga perguruan tinggi untuk mencapai tujuannya. Kinerja dosen dinilai dari bagaimana melaksanakan perencanaan, pelaksanaan dan evaluasi dalam proses belajar mengajar. Pada saat yang bersamaan, dosen sebagai ujung tombak sebuah perguruan tinggi memerlukan umpan balik dari lembaga atas hasil kerja mereka sebagai panduan bagi perilaku mereka di masa yang akan dating. Umpan balik ini dapat dilakukan melalui evaluasi kinerja. Jurusan Teknik Mesin mempunyai tiga program studi (PS), yaitu PS Teknik Mesin dengan tiga konsentrasi (perancangan, produksi dan perawatan), PS Teknik Konversi Energi dan PS Alat Berat, dengan jumlah dosen tetap 65 orang dan dosen *part-time* 8 orang dan jumlah mahasiswa 816 orang. Metode pada penelitian ini adalah observasi dengan menggunakan kuisioner yang disebarkan pada mahasiswa, setiap mahasiswa mengisi kuisioner untuk tiap mata kuliah yang diajarkan dosen. Pada penelitian ini sampel diambil pada semua kelas untuk semua mata kuliah pada semester genap 2011/2012, dan setiap dosen dinilai oleh rata-rata 30 mahasiswa. Hasil penelitian ini dikelompokkan berdasarkan usia kerja sebagai berikut; kelompok usia 26-30 tahun dan 46-50 tahun memperoleh penilaian yang tinggi, sebaliknya kelompok usia 41-45 memperoleh penilaian rendah. Untuk masa kerja 16-20 tahun memiliki kinerja yang tinggi, sebaliknya masa kerja 11-15 tahun memiliki kinerja yang rendah. Berdasarkan atas 8 pertanyaan yang diajukan, Kinerja dosen Teknik Mesin skornya 3.0 – 4.0 (baik).

Kata Kunci : kinerja dosen, proses pembelajaran, evaluasi kinerja.

Abstract

Lecturer performance is a very important institution of higher learning in order to achieve its objectives. Lecturer performance assessed on how to carry out the planning, implementation evaluation and in the learning process. At the same time, lecturers as the spearhead of a college requires feedback from the agencies they work as a guide for their conduct in the future will come. This feedback can be done through the performance evaluation. Department of Mechanical Engineering has three study programs (PS), the PS Mechanical Engineering with three concentrations (design, production and maintenance), PS Energy Conversion Engineering and PS Equipment, the number of permanent lecturer are 65, part-time lecturers are 8 and the number 816 students. Method in this study is the observation by using a questionnaire distributed to students, each student filled in a questionnaire for each subject the teacher taught. In this study, samples were taken in all classes for all courses in the second semester of 2011/2012, and each lecturer assessed by an average of 30 students. The results of this research work is grouped by age as follows: 26-30 years of age group 46-50 years and gained high appraisal, otherwise 41-45 age group obtaining lower valuation. For a period of 16-20 years have high performance, service life of 11-15 years otherwise has a low performance. Based on 8 questions asked, Mechanical Engineering lecturer performance score is 3.0 - 4.0 (good).

Keywords : lecturer performance, learning process, performance evaluation

I. PENDAHULUAN

Kualitas institusi pendidikan sangat dipengaruhi oleh masukan bagi sistim pendidikan diantaranya adalah mahasiswa, dosen dan fasilitas saranan pendukung proses belajar mengajar. Ketiga faktor tersebut saling tergantung dan mempengaruhi satu sama lain dalam menciptakan proses belajar mengajar yang berhasil. Menurut Undang–Undang Guru dan Dosen nomor 14 tahun 2005, dosen adalah pendidik profesional dari ilmuwan dengan tugas utama metransformasikan, mengembangkan dan menyebarluaskan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni melalui pendidikan, penelitian dan pengabdian masyarakat.

Kinerja dosen diukur berdasarkan beban kerja dosen mencakup kegiatan pokok yaitu merencanakan pembelajaran, melaksanakan proses bembelajaran, melakukan evaluasi pembelajaran, membimbing dan melatih, melakukan penelitian, melakukan pengabdian pada masyarakat dan melakukan tugas tambahan. Beban kerja dosen sepadan dengan 12 satuan kredit semester (SKS) dan sebanyak banyaknya 16 satuan kredit semester (SKS). [1].

Proses belajar mengajar merupakan suatu proses yangmengandung serangkaian perbuatan pendidik dan peserta didik atashubungan timbal balik yang berlangsung dalam situasi edukatif untuk mencapai tujuan. Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didikdengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Kemampuan dosen mengajar merupakan dimensi paling utama untuk dilakukan monitoring. Penilaian ini dapat dilakukan oleh dosen sendiri, ketua jurusan maupun oleh mahasiswa melalui persepsinya. [2].

Faktor utama penyebab rendahnya mutu pendidikan adalah kondisi pengajar yaitu kualifikasinya tidak layak atau mengajar tidak sesuai bidang keahliannya. Tantangan yang terkait dengan mutu pendidik mencakup tantangan pribadi, kompetensional pribadi maupun ketrampilan pendidik dalam melaksanakan tugasnya.

Dari data akreditasi 2011 didapatkan data sebagian dosen tidak membuat GBPP, dan SAP. Pada pelaksanaan proses belajar mengajar rata–rata kehadiran dosen di kelas belum tepat waktu.. Beberapa dosen tidak memberikan umpan balik tugas–tugas perkuliahan. Nilai hasil ujian masuk ke bagian evaluasi hanya 30 % dosen yang tepat waktu. Disisi lain kinerja dosen dipengaruhi oleh faktor individu yang meliputi kemampuan, ketrampilan, kepuasan, latar belakang, karakteristik/ demografis (usia, jenis kelamin, status perkawinan, pendidikan) dan faktor psikologi yang meliputi persepsi, sikap, kepribadian, belajar, motivasi serta faktor oragnisasi yang meliputi kepemimpinan, imbalan, kondisi kerja, nilai sosial dan supervisi. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka tujuan penelitian ini mengetahui kinerja dosen dalam melaksanakan proses belajar mengajar di Jurusan Teknik Mesin. Target yang dicapai pada penelitian ini adalah mengetahui kondisi kinerja dosen di Jurusan Teknik Mesin dan menemukan formula yang tepat untuk meningkatkan kinerja dosen tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian observasional yang dilakukan bersifat diskriptif analitik yang akan mengungkap faktor–faktor yang mempengaruhi kinerja dosen dalam melaksanakan proses belajar mengajar.

1. Waktu pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan pada semester genap 2011/2012.

2. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data sebagai berikut:

Jenis Data

1) Data Primer; Pengambilan data primer dilakukan pada saat berlangsungnya penelitian tentang usia, pendidikan, masa kerja, motivasi kerja, kepuasan kerja, persepsi imbalan, persepsi supervisi dan kinerja dosen jurusan teknik mesin dalam melaksanakan proses belajar mengajar
2) Data Sekunder; Data sekunder diperoleh dari hasil laporan akademik semester genap tahun akademik 2011/2012 yang meliputi dokumen SAP, silabi, jurnal dosen, pelaksanaan evaluasi pembelajaran.
3) Variabel Penelitian; Variabel Terikat (Kinerja dalam melaksanakan proses belajar mengajar) dan Variabel Bebas (Usia, Masa kerja)

Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer melalui kuesioner sebelum disebarkan ke responden, maka terlebih dahulu peneliti memberikan pelatihan kepada pelaksana penelitian sehingga dapat dilaksanakan sesuai dengan tujuan penelitian. Setelah pelaksana memahami dengan jelas petunjuk pengsian kuesioner, maka selanjutnya pelaksana peneliti melaksanakan penelitian dengan memberikan kuesioner kepada responden untuk diisi sejujur-jujurnya dengan penjelasan secara serentak dan mudah dipahami responden pada ruang yang sudah disediakan. Untuk melengkapi data kuesiner tersebut, maka langkah selanjutnya dilakukan diskusi kelompok terarah/Focus Group Discution (FGD) kepada 8 orang responden (kurikulum, evaluasi, praktek /kemahasiswaan, bidan, perawat,

D3, D4/S1 dan S2). Tujuan dilakukan FGD agar responden dapat mengeksplorasi lebih dalam dan mengungkapkan pernyataan yang tidak tertuang dalam kuesioner. Pengumpulan data sekunder melalui telaah dokumen kurikulum yang meliputi dokumen SAP, Silabi, jurnal dosen dan kisi-kisi soal.

3. Analisa Data.

Analisa data dilakukan dengan uji statistik dengan menggunakan uji univariat dan uji bivariant

Analisis Univariat

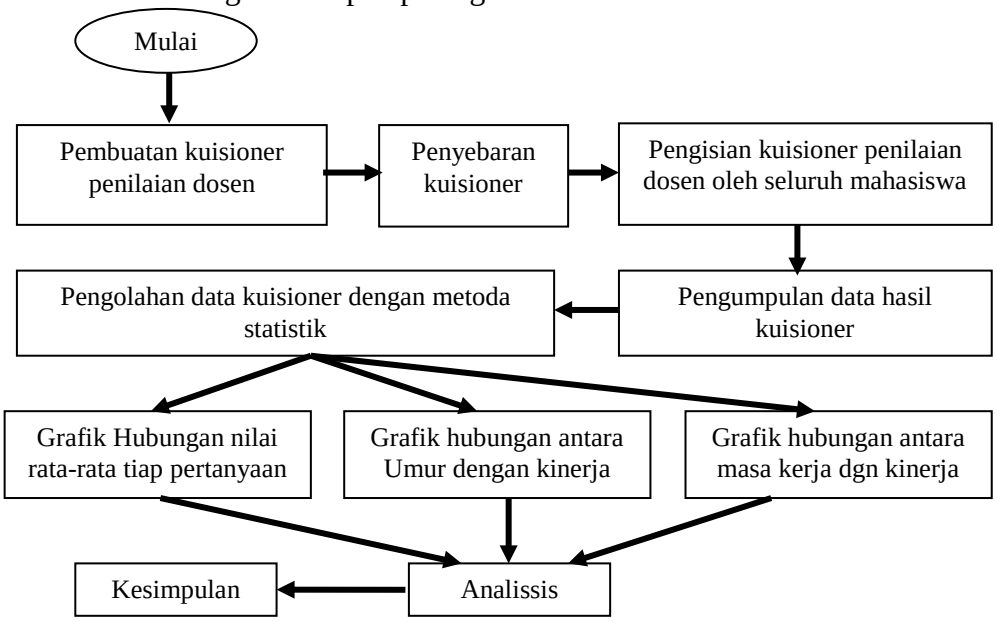
Digunakan untuk mendiskripsikan faktor faktor yang mempengaruhi (usia, masa kerja) dan kinerja dosen dalam melaksanakan proses belajar. Analisis univariat disajikan dengan membuat tabel distribusi frekuensi masing–masing variabel baik variabel bebas maupun variabel terikat.

Analisis Bivariat

Analisis bivariat menggunakan tabulasi silang untuk mengetahui kecenderungan hubungan antara variabel bebas (usia, masa kerja) dan variabel terikat (kinerja dosen dalam melaksanakan proses belajar). Pada penelitian ini oleh karena skala pengukuran variabel bebas berskala ordinal/nominal dan variabel terikat berskala ordinal yang disusun menjadi data kategori, maka analisis hubungan yang dipakai adalah tabel klasifikasi dua arah (tabel konngensi).

Kuisioner disebarkan ke seluruh mahasiswa, setiap mahasiswa mengisi kuisioner untuk tiap mata kuliah yang diajarkan dosen. Pada penelitian ini sampel yang diambil semua kelas untuk semua mata kuliah pada semester genap 2011/20121, setiap dosen akan dinilai oleh rata-rata 30 mahasiswa.

Jumlah pertanyaan pada kuisioner terdiri dari dari 8 point, Contoh kuisioner terlampir. Setiap point pertanyaan dibuat hubungan statistiknya dengan usia dan massa kerja. Lalu dibuat grafik setiap bagiannya dan dianalisa. Diagram tampak pada gambar 1.



Gambar 2.1 Diagram alir metoda penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jurusan Teknik Mesin memiliki tiga program studi (PS) yaitu PS Teknik Mesin dengan tiga konsentrasi (perancangan, produksi dan perawatan), PS Teknik konversi Energi dan PS Alat Berat. Jumlah dosen tetap jurusan Teknik Mesin berjumlah 65 orang dan 8 orang dosen part time. Bila dikelompokkan berdasarkan bidang keahliannya terdapat 10 kelompok bidang keahlian yaitu manufatur, perancangan perawatan, konversi energi, Listrik, Instrumentasi & kendali. Jumlah total mahasiswa 816 orang. Kuisioner disebarkan ke seluruh mahasiswa, setiap mahasiswa mengisi

kuisioner untuk tiap mata kuliah yang diajarkan dosen. Pada penelitian ini sampel diambil pada semua kelas untuk semua mata kuliah pada semester genap 2011/2012, setiap dosen akan dinilai oleh rata-rata 30 mahasiswa.

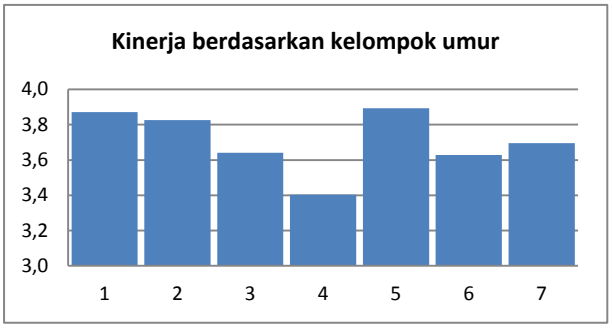
1. Hubungan Kinerja Dosen dengan Kelompok usia Dosen

Hasil penilaian mahasiswa terhadap dosen dikelompokkan berdasarkan usia, tampak pada tabel sebagai berikut:

Tabel 3.1. Hubungan antara Usia dengan semua pertanyaan dari kinerja dosen

Kelompok Usia	1	2	3	4	5	6	7	8	Scor rata-rata
26 - 30	3.8	4.3	3.5	3.8	3.9	3.8	4.2	3.6	3.9
31 - 35	3.9	4.0	4.2	3.7	3.6	3.2	4.0	4.0	3.8
36 - 40	3.4	3.4	3.8	3.9	3.5	3.6	4.1	3.3	3.6
41 - 45	3.7	4.1	3.3	3.2	3.1	3.1	3.5	3.3	3.4
46 - 50	4.1	4.1	3.9	3.6	3.7	3.6	4.4	3.7	3.9
51 - 55	3.8	3.8	3.6	3.5	3.5	3.4	4.1	3.4	3.6
56 - 60	3.9	4.0	3.6	3.5	3.4	3.5	4.2	3.4	3.7

Kelompok Usia	Scor rerata
26 - 30	3.9
31 - 35	3.8
36 - 40	3.6
41 - 45	3.4
46 - 50	3.9
51 - 55	3.6
56 - 60	3.7



Gambar 3.1 Hubungan antara kinerja dan kelompok umur.

Pada gambar 3.1 menunjukaan hubungan antara kinerja dosen dengan kelompok umur, angka satu (1) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 26-30 tahun memiliki kinerja 3.9 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik. Selanjutnya angka dua (2) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 26-30 tahun memiliki kinerja 3.9 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 31-35 tahun memiliki kinerja 3.8 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik.

Angka tiga (3) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 36-40 tahun memiliki kinerja 3.6 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik. Selanjutnya angka empat (4) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 41-45 tahun memiliki kinerja 3.4 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa cukup.

Angka satu (5) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 46-50 tahun memiliki kinerja 3.9 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik. Selanujtnya angka enam (6) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 51-55 tahun memiliki kinerja 3.6 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik. angka tujuh (7) pada sumbu horizontal menyatakan kelompok umur 56-60 tahun memiliki kinerja 3.7 (terdapat pada sumbu vertical) artinya pada kelompok umur itu penilaian kinerja dosen oleh mahasiswa baik. Diantara ke tujuh kelompok umur tersebut yanga paling tinggi penilaian dosen oleh mahasiswa adalah kelompok 1 (26-30 tahun) dan 5 (46-50 tahun).

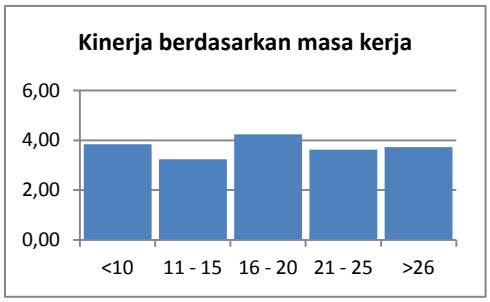
2. Hubungan Kinerja Dosen dengan kelompok massa kerja dosen

Secara keseluruhan hubungan antara kinerja dosen dengan kelompok masa kerja diperlihatkan pada tabel 3.2 dan gambar 3.10, sumbu horizontal menyatakan masa kerja dan sumbu vertical menyatakan penilaian mahasiswa terhadap pertayaan yang diajukan melalui kuisioner, hasilnya masa kerja 16-20 tahun memiliki kinerja yang tinggi dibanding masa kerja lainnya, sebaliknya masa kerja 11-15 tahun kinerja paling rendah diantara kelompok lainnya.

Tabel 3.2 Hubungan antara kinerja dosen dengan massa kerja dosen

Masa kerja	1	2	3	4	5	6	7	8	Scor rata-rata
≤ 10	3.9	4.0	3.9	3.8	3.7	3.7	4.2	3.6	3.8
11 - 15	3.1	3.4	3.1	3.3	3.2	3.2	3.5	3.0	3.2
16 - 20	4.8	4.7	4.2	4.0	4.1	3.8	4.6	3.9	4.2
21 - 25	3.8	3.7	3.5	3.5	3.5	3.4	4.1	3.4	3.6
≥ 26	3.9	4.1	3.7	3.6	3.5	3.5	4.2	3.5	3.7

Masa kerja	Scor rata-rata
≤ 10	3.8
11 - 15	3.2
16 - 20	4.2
21 - 25	3.6
≥ 26	3.7



Gambar 3.2 Hubungan kinerja dosen dan kelompok masa kerja

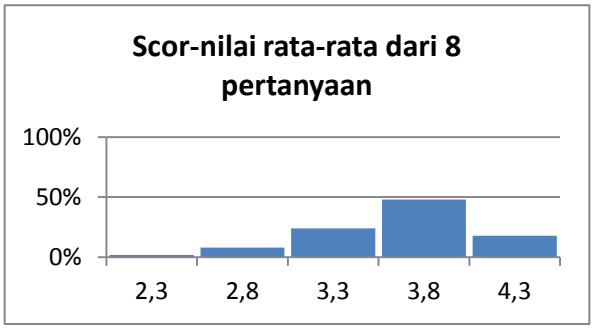
3.3 Kinerja jurusan Teknik Mesin

Untuk mengetahui kinerja dosen Jurusan Teknik Mesin secara keseluruhan dapat ditinjau dari skor rata-rata dari 8 pertanyaan yang disampaikan pada kuisioner. Data pada tabel 3.3 merupakan nilai skor rata-rata dari 8 pertanyaan untuk semua dosen yang dinilai oleh mahasiswa. Selanjutnya data ini diolah dengan menggunakan statistic dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 3.3.

Tabel 3.3 Skor nilai rata-rata dari 8 pertanyaan

Data Scor-nilai rata-rata dari 8 pertanyaan.				
2.5	3.4	3.6	3.9	4.0
2.8	3.4	3.7	3.9	4.1
3.0	3.4	3.7	3.9	4.1
3.0	3.5	3.7	3.9	4.1
3.0	3.5	3.7	3.9	4.2
3.1	3.5	3.8	4.0	4.2
3.2	3.5	3.8	4.0	4.2
3.4	3.6	3.8	4.0	4.3
3.4	3.6	3.8	4.0	4.3
3.4	3.6	3.8	4.0	4.4

Scor-nilai	f	f%
2,1 - 2,5	1	2%
2,6 - 3,0	4	8%
3,1 - 3,5	12	24%
3,6 - 4,0	24	48%
4,1 - 4,5	9	18%
jumlah	50	100%



Rata- rata = 3.70

Gambar 3.3 Grafik penilaian dosen oleh mahasiswa terhadap 8 pertanyaan

Data pada tabel 3.3 merupakan nilai skor untuk semua dosen yang dinilai oleh mahasiswa untuk kedelapan pertanyaan yang diajukan. Selanjutnya data ini diolah dengan menggunakan statistik. Hasilnya tampak pada gambar 3.3, menunjukaan grafik penilaian mahasiswa terhadap dosen untuk semua pertanyaan yang disampaikan. Prosentase tertinggi dicapai pada skor 3.6-4.0 sebesar 48% sedang skor terkecil (2.1-2.5) prosentasenya berkisar 2% artinya dosen Jurusan Teknik Mesin sebagian besar kinerjanya baik.

IV. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian mahasiswa atas 8 pertanyaan yang diajukan, dan didukung oleh hasil analisa dapat disimpulkan bahawa kondisi dosen Jurusan Teknik Mesin saat ini adalah:

1) Tinjauan berdarkan kelompok usia.
2) Kelompok usia 26-30 dan 46-50 memperoleh penilaian yang dilakukan mahasiswa terhadap kinerja dosen yang tinggi sebaliknya kelompok usia 41-45 penilaiannya rendah.
3) Tinjauan berdasarkan massa kerja
4) Masa kerja 16-20 tahun memiliki kinerja yang tinggi sebaliknya masa kerja 11-15 tahun kinerja paling rendah.
5) Tijauan atas seluruh pertanyaan
6) Berdasarkan atas 8 pertanyaan yanga diajukan Kinerja dosen Jurusan Teknik Mesin skornya 3.6-4.0 (baik).

2. Saran

Untuk memperoleh hasil yang akurat maka data harus diambil secara populasi, kegiatan penyebaran kuisioner harus berlangsung secara kontinus, dan sebaiknya faktor- faktor lain selain usia dan masa kerja perlu juga dianalisa.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Rohani A., Ahmadi, A. 1999, *Pengelolaan Pengajaran*, Rineka Cipta, Jakarta.
[2] Mangkunegara,AP.. 2006, *Evaluasi Kinerja SDM*, Refika Aditama, Bandung.
[3] Budijanto, D. 2006, *Pengolahan Data : Analisis Dengan SPSS* , Pusat Penelitian Dan Pengembangan Sistem Dan Kebijakan Kesehatan, Jakarta.

Rancangan Sistem Informasi Kinerja Prodi Alat Berat Jurusan Teknik Mesin PNJ

Azwardi, Sugeng Mulyono
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
azwardiir@gmail.com

Abstrak

Rancang Bangun Sistem Informasi Kinerja Prodi Alat Berat Jurusan teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Alasan mengapa rancangan ini dibuat adalah karena permasalahan-permasalahan yang penulis identifikasi dan telah didata sebelum melakukan penelitian, seperti data-data program studi tidak tersusun dan terkelola dengan baik, mengalami kesulitan dalam pengarsipan, Kepala Program Studi juga bertindak sebagai pengarsip dibantu oleh seorang administrator, memerlukan waktu cukup lama dalam mengumpulkan data, dan memerlukan waktu cukup lama dalam mengukur kinerja program. Ruang lingkup permasalahandalam penelitian adalah analisis kinerja dosen dan mahasiswa pada Prodi, kemudian merancang sistem informasi dengan UML dan GUI serta hasil perancangan dilanjutkan dengan membangun sistem informasi, yaitu pengkodean ke bahasa pemograman menggunakan Microsft SQL server S3 untuk data base, Visual Basic 6 untuk pemograman, Crystal Report 8.5 untuk tampilan table, dan Microsoft Visual Studio digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, baik itu aplikasi bisnis, aplikasi personal, ataupun komponen aplikasinya, dalam bentuk aplikasi console, aplikasi Windows, ataupun aplikasi Web. Tujuan akhir penelitian ini adalah untuk memperoleh Prototype dan membangun Sistem Informasi untuk pengukuran kinerja Prodi. memperoleh Prototype pengambilan keputusan untuk menjaga dan meningkatkan kualitas program Studi.Hasil perancangan dan pembangunan dari penelitian ini akan memberi manfaat, bahwa tingkat keberhasilan pendidikan ma-hasiswa Prodi dalam mengikuti proses belajar mengajar menjadi terukur. Tingkat keberhasilan mengajar dosen Prodi melaksanakan proses belajar mengajar dapat dilaporkan dengan akurat.

Kata kunci : Sistem informasi, kinerja, dan efektifitas

Abstract

Design of Information Systems Prodi Performance Equipment Engineering Department of Polytechnic of Jakarta techniques. The reason why this design was made is because the problems that the authors have identified and recorded prior to the study, such data are not structured study program and managed properly, have difficulty in archiving, Chief Program also acts as an archivist assisted by an administrator, takes a long time to collect the data, and takes a long time to measure programper-formance. The scope ofthe problemin the research is the analysis of student performan ceon thelec-turerand Prodi, then the design of information systems with UML and design the GUI and the results continue to build information systems, the programming language encoding to use S3 for Microsft SQL server data base, for Visual Basic 6 programming, Crystal Report 8.5 for the display table, and Microsoft Visual Studio is used to perform application development, be it business applications, personalapp-lication, or application component, in the form of console applications, Windows applications, or web applications. The final goal of this research is to acquire and construct Information System Prototype for measuring the performance of Prodi. Prototype acquire decision-making to maintain and improve the quality of design and construction Studi. Hasil program of study will provide the benefits, that the level of educational success of students Prodiin following the teaching and learning process to be measured. Success rate of teaching faculty Prodi implementing the learning processcanbe reported accurately.

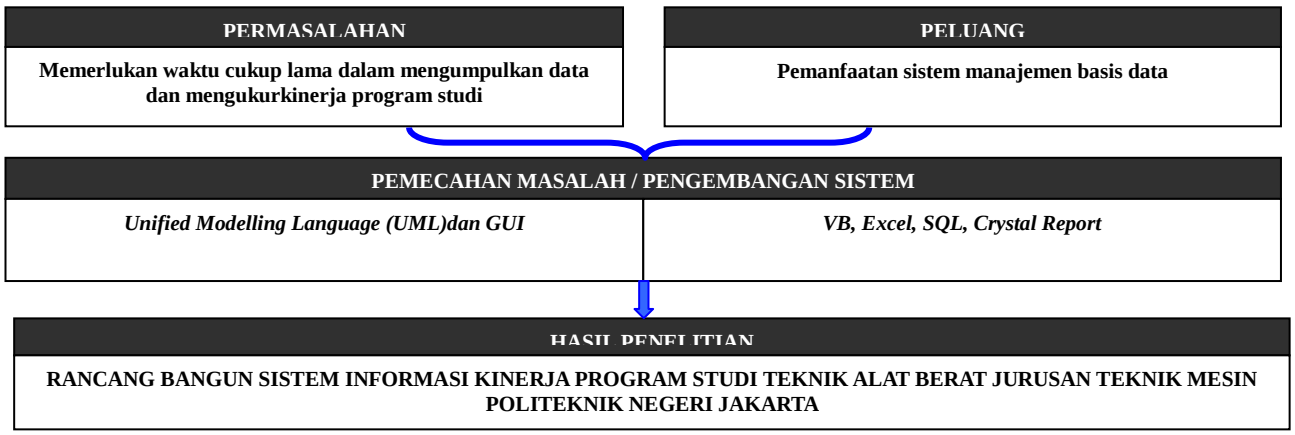
Keywords: Information systems, faculty, and effectiveness

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Program Studi Teknik Alat Berat adalah program kerjasama Politeknik Negeri Jakarta dengan Lembaga Bantuan Pendidikan (LBP) MitratamaTrakindo dan PT.Trakindo Utama. Program kerjasama ini memfokuskan setiap upaya yang dilakukan pada pembenahan program yang sudah disusun bersama dan mengembangkannya serta meningkatkan kualitas pendidikan sesuai kebutuhan industri alat berat. Program ini memandang maha-siswa sebagai masukan yang sangat penting, karena tujuan utama lembaga pendidikan adalah menghasilkan lulusan yang siap mengembangkan pengetahuan dan keterampilan secara ber-kelanjutan dengan proaktif dalam memberikan kontribusi bagi kepentingan masyarakat.Salah satu bagian dari pengembangan dan peningkatan kualitas pendidikan maka diperlukan suatu sistem pengukuran kinerja terhadap proses belajar mengajar se-hingga proses yang dilakukan dapat benar-benar terukur. Disamping itu penyajian data laporandan

analisanya pada pimpinan dapat diintegrasikan, sehingga dapat dilakukan proses kontrol dengan mudah dan akurat.



Gambar 1. Diagram Analisa Pemikiran

Pada gambar 1. menggambarkan bahwa pada Program Studi terdapat kelemahan-kelemahan, terutama dalam hal pelaporan dan menentukan tingkat keberhasilan program studi, hal tersebut merupkan permasalahan yang perlu diatasi. Dengan pemamfaatan sistem manajemen basis data dalam sistem informasi merupakan peluang untuk mengatasi permasalahan. Sistem informasi dikonsep atau dirancang dengan UML dan disi-mulasikan dengan GUI menjadi suatu sistem informasi yang beroperasi sebagai manajemen basis data dalam sistem informasi. Data informasi ini merupakan data yang telah diklasifikasi atau diolah atau diinterpretasi untuk digunakan dalam proses pengambilan keputusan.Penelitian yang dilakukan ini merancang dan mem-bangun suatu Sistem Informasi untuk menelaah data hasil proses belajar mengajar seperti data dosen dan mahasiswa. Sedangkan tahap-tahap atau langkah-langkah operational program atau software yang dibuat berdasarkan metode *Integrated Performance Measurement System* (IPMS) dan *Strategic Management Analysis and Reporting Techniques* (SMART) *System* (Pratiwi, 2009)

2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh *Prototype* Sistem Informasi untuk pengukuran kinerja Pro, Memperoleh Prototype pengambilan keputusan untuk menjaga dan meningkatkan kualitas program Studi.

Manfaat dari penelitian ini adalah tingkat keberhasilan pendidikan mahasiswa Prodi dalam mengikuti proses belajar mengajar menjadi terukur, tingkat keberhasilan mengajar dosen Prodidalam melaksanakan proses belajar mengajar dapat dilaporkan dengan akurat, Dapat mengukur dan menganalisis kinerja dosen Prodi dalam melaksanakan proses belajar mengajar, dan penyerapan tenaga kerja oleh dunia industri terhadapap lulusan Prodidapat diprediksi secara baik dan tepat.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini pertma-tama merujuk pada pedoman dan acuan yang digunakan Politeknik di Indonesia, khususnya yang digunakan oleh PNJ. Untuk dosen digunakan acuan dari DIKTI. Selanjutnya menentukan apa saja yang dibutuhkan dalam rancang bangun program seperti berikut:

1. Analisa Kebutuhan

Sistem Informasi Kinerja Prodi Berat berguna untuk manajemen Prodi, sebagai salah satu dari tiga program studi di bawah Jurusan Teknik Mesin. Prodi masih mengalami kesulitan menata program. Kare-na manajemen dijalankan secara manual oleh Kepala Program Studi sesuai tenaga dan kemampuannya. Sering hal-hal penting terlewati sehingga program terkesan berjalan apa adanya. Banyak sekali yang harus diatur, seperti perbaikan kurikulum yang mulai dari mana dikarenakan

data perbaikan kurikulum sebelumnya terhapus, hilang, ketinggalan dsb. *Lesson Plan* yang telah dibuat dosen tersimpan dimana, persoalan mahasiswa, dosen, peralatan, pengaturan ruang kelas, *workshop*, laboratorium dsb.Mengevaluasi kinerja program memerlukan waktu cukup lama mengumpulkan data, sementara baik pimpinan Politeknik dan *patner* pimpinan lembaga kerjasama Mitratama LBP Mitratama Trakindo meminta laporan dan menetapkan pertemuan untuk melaporkan jalannya program sudah mendesak.Dengan rancangan yang sudah dibuat menghasilkan suatu applikasi (prototype) yang dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan user diperlukan beberapa tahap perencanaan dan analisa atas kebutuhan pengguna (*user*). Tahap perencanaan dan analisa tersebut diantaranya :

2. Analisa Kebutuhan Data

Proses menciptakan database mencakup tiga tahap, yaitu menentukan kebutuhan data, menjelaskan data, dan memasukkan data ke dalam database.Seperti dijelaskan pada dasar teori bahwa menentukan kebutuhan data adalah mendefenisikan kebutuhan. Ada dua pendekatan dalam tahap ini, keduanya digunakan rancangan ini yaitu pendekatan berorientasi proses dengan cara mengikuti langkah-langkah yang telah ditetapkan yaitu mendefinisikan masalah, menetapkan data untuk diproses sebagai informasi kemudian*mendefinisikan informasi* yang diperlukan selanjutnya memproses dan *mengolah informasi*, dan proses terakhir adalah *mengambil keputusan* dalam pemecahan masalah. Yang kedua adalah pendekatan model. Pendekatan ini untuk mengatasi kelemahan pendekatan yang pertama (sukar mengaitkan data suatu sistem ke data sistem lain). Oleh karenanya diatasi dengan menentukan seluruh kebutuhan data perusahaan dan kemudian menyimpan data tersebut dalam database.

a. Menjelaskan data.Setelah elemen-elemen data yang diperlukan ditentukan, maka elemen data tersebut dijelaskan dalam bentuk kamus data (*data dictionary*).Kamus data adalah suatu ensiklopedi dari informasi yang berkenaan dengan data organisasi/perusahaan, dan penjelasan ini dikomu-nikasikan kepada komputer melalui *data description language* - DDL, yang menghasilkan skema.Subskema mencerminkan kebutuhan para pemakai individual.
b. Memasukkan data.Setelah skema dan subskema diciptakan data dapat dimasukkan kedalam da-tabase.Hal ini dapat dilakukan dengan memasukkan data langsung ke dalam DBMS.

Dari analisa kebutuhan data maka kebutuhan data dapat dilihat pada tabel 1 dibaawah ini. Ada 12elemen data dan 4 diantaranya sebagai Master Data, yaitu; data mahasiswa, data dosen, data mata kuliah, dan data ruang kelas.Analisa kebutuhan terdiri dari elemen data seperti mahasiswa, dosen, absen dosen, ruangan, jadwal kuliah, absensi mahasiswa, nilai mata kuliah, mata kuliah, semester, kelas, unjian dan absensi mingguan. Atribut untuk mamahsiswa seperti NIM, NAMA, Alamat, Alamat_asal, Telepon, Status, Agama, Tgl_lahir, Kota_lahir, Jns_kelamin, Wrg_negara, Jurusan, Nama_ayah, Nama_ibu, Pekerjaan_ayah, Pekerjaan_ibu, Alamat_ortu, Telepon_ortu, Idtahun. Atribut unruk dosen adalahNIP, Nama, Alamat, Agama, Status, Jabatan, Telepon, dan Email. Atribut absensi dosen adalah NIP, Kode_mtkul, Idkelas, Jammasuk, dan Jamkeluar. Atribut Ruangan adalah Idkelas, Lokasi, Daya tamping, dan kete-rangan. Atribut Ruangan adalah Kode, Idkelas, Hari, Waktu, Kode_mtkul, dan NIP. Atribut Ruangan adalah NRP, Keterlambatan, Kode_mtkul, NIP dosen, Tanggal, Semester, Keterangan. Atri-but Ruangan adalah NIP, NRP, Kode_mtkul, Smstrid, Nilai, dan Status. Atribut Mata Kuliah adalah Kode_mtkul, Nama, Sks, dan Syarat. Atribut Semester adalah Smstrid, dan Smstrname. Atribut Kelas adalah Kode, Tahunid, Idkelas, Kode_mtkul, NIP, Waktu, dan Hari. Atribut Ujian adalah Kode, Kode_mtkul, NIP, Idkelas, Tanggal, Waktu, dan Keterangan. Atribut Absensi Mingguan adalah NRP, Semester, Minggu,dan Waktu. Deskripsi atribut mahasiswa sesuai urutan atribut adalah Nomor induk mahasiswa yang men-jadi identitas setiap mahasiswa, Nama mahasiswa, Alamat domisil mahasiswa selama menempuh pendidikan, Alamat asal mahasiswa apabila sebagai perantau, Nomor kontak mahasiswa, Status mahasiswa selama menempuh masa studi (belum kawin, kawin, duda/janda), Keyakinan yang dianut mahasiswa, Tanggal lahir mahasiswa, tempat kelahiran mahasiswa, Jenis kelamin mahasiswa, Status kewarganegaraan, Jurusan yang diambil mahasiswa, Nama ayah

mahasiswa, Nama ibu mahasiswa, Pekerjaan ayah ma-hasiswa, Pekerjaan ibu mahasiswa, Alamat domisil orang tua mahasiswa, Nomor kontak orang tua mahasiswa, dan Tahun. Deskripsi atribut dosen sesuai urutan atribut adalah, Nama dosen, Alamat tinggal dosen, Keyakinan yang dianut dosen, Status perkawinan dosen, Pangkat dosen, Nomor telepon dosen, dan Alamat email dosen. Deskripsi atribut absensi dosen sesuai urutan atribut adalah Identitas dosen, Kode setiap mata kuliah, Kode ruang perkualiahan, Jam dosen memulai proses belajar mengajar, Jam dosen mengakhiri proses belajar mengajar, Deskripsi atribut Ruangan sesuai urutan atribut adalah Identitas setiap ruang perkuliahan, Keterangan posisi ruang perkuliahan, Jumlah daya tampung ruangan, dan Keterangan tambahan mengenai ruang perkuliahan. Deskripsi atribut Jadwal kuliah sesuai urutan atribut adalah Kode setiap jadwal perkuliahan, Identitas ruang/kelas untuk pelaksanaan proses perkuliahan, Hari pelaksaan proses perkuliahan, Jam pelaksanaan proses perkualiahan, dan Kode mata kuliah, sebagai relasi antara table jadwalkul dengan table matakul, danIdentitas dosen dan juga sebagai relasi antara table jadwalkul dengan table dosen. Deskripsi atribut absensi mahasiswa sesuai urutan atribut adalah Nomor identitas mahasiswa sekaligus sebagai penghubung antara table datamhs dengan table absenmhs, Jumlah waktu / menit mahasiswa terlambat masuk ke kelas sejak jam perkuliahan dimulai, Sebagai keterangan ketika mahasiswa terlambat pada saat matakuliah apa yang sedang berlangsung, sekaligus sebagai relasi antara table absenmhs dengan table datamhs, Sebagai keterangan pada saat dosen apa mahasiswa terlambat masuk. Sekaligus sebagai relasi antara table absenmhs dengan table dosen, Sebagai data pelengkap absensi untuk semester berapa, Sebagai pelengkap data pada tanggal berapa mahasiswa terlambat, dan Sebagai keterangan tambahan mengenai keterlambatan mahasiswa. Deskripsi atribut Nilai Mata Kuliah sesuai urutan atribut adalah Sebagai keterangan, nilai untuk matakuliah yang diasuh oleh dosen siapa, Sebagai keterangan, mahasiswa yang memiliki nilai. Dan juga sebagai relasi anatara table FACT_DATA dengan table DATAMHS, Sebagai keterangan, nilai untuk mata kuliah apa. Dan juga sebagai relasi antara table FACT_DATA dengan table DATAMHS, Sebagai keterangan pada masa semester, Nilai yang didapat oleh mahasiswa, dan Status yang didapat menurut nilai yang diterima oleh mahasiswa (lulus/tidak lulus). Deskripsi atribut Mata Kuliah sesuai urutan atribut adalah Identitas / kode setiap mata kuliah, Nama mata kuliah, Jumlah sks matakuliah, dan Keterangan / syarat mengenai matakuliah. Deskripsi atribut Semester sesuai urutan atribut adalah Keterangan, Identitas semester,dan Nama semester (ganjil/genap). Deskripsi atribut mahasiswa sesuai urutan atribut adalah Keterangan, Identitas untuk setiap jadwal pemakaian ruangan, Keterangan untuk tahun ajaran, Identitas ruangan yang akan dipakai, Keterangan pemakaian ru-ang untuk matakuliah apa, Identitas dosen yang akan mengajar pada ruangan tersebut, Jam berapa ruangan akan dipakai, dan Keterangan hari pemakaian ruangan. Deskripsi atribut Ujian sesuai urutan atribut adalah Kode jadwal ujian, Kode matakuliah yang akan diujiankan, Identitas dosen yang bertanggung jawab atas mata kuliah yang akan diujiankan, Ruangan yang akan dipakai pada saat pelaksaan ujian, Tanggal pelaksaan ujian, Waktu pelaksaan ujian, dan Sebagai keterangan mengenai ujian yang akan dilaksanakan (UTS/UAS). Deskripsi atribut Absensi Mingguan sesuai urutan atribut adalah Identitas mahasisw, Keterangan semester, Keterangan minggu, dan Keterangan yang menunjukkan jumlah waktu.

3. Analisa Kebutuhan Proses

Untuk melakukan analisis kebutuhan proses terlebih dahulu dilakukan analisis pengguna.Daftar pengguna adalah aktor-aktor yang menggunakan sistem ini serta daftar fungsi-fungsi dari sistem yang akan menjadi database dari Prodi dibawah Jurusan Teknik Mesin. Analisis pengguna terdiri dari aktor operator, Dosen, dan Pimpinan. Fungsinya secara berurutan adalah Pengelolaan pendaftaran/login,Pengelolaan database,Registrasi,*Autentification,* Lihat nilai mahasiswa, *Entry* nilai mahasiswa, Lihat kurikulum dan silabus, *Entry lesson plan,* Lihat jadwal kuliah dan ruangan, dan Lihat absensi kehadiran mahasiswa, dan Registrasi,Autentification,Melihat hasil pengukuran kinerja, Melihat laporan KHS dan Absensi Dosen.Sedangkan untuk proses-proses yang akan dimiliki sistem adalah **Fungsi**Mengelola pendaftaran/login adalah aktor yang bekerja sebagai

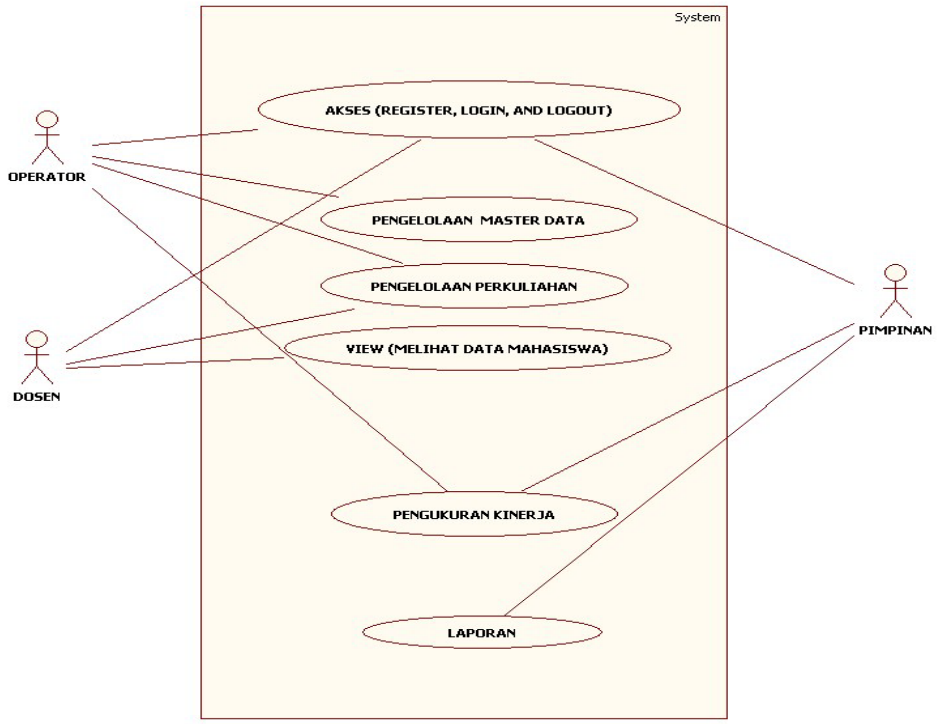
Operator dan atau Kepala Program Studi (KPS), berfungsi sebagai pengelola database adalah aktor yang bekerja sebagai Operator dan atau Kepala Program Studi (KPS). Dosen dapat melihat kurikulum dan silabus untuk mata kuliah yang diampu, Entry *Lesson Plan,* Entry Nilai mhs. mata kuliah yang diampu. Dosen Penasehat Akademis bisa melihat semua nilai mahasiswa bimbingannya termasuk data mhs. ybs. Pimpinan dapat melihat hasil pengukuran kinerja mahasiswa, Melihat laporan KHS mahasiswa, dan melihat laporan absensi dosen dan mahasiswa .

4. Perancangan Penelitian

Untuk merancang atau mengonsep Sistem Informasi Akademik Program Studi Teknik Alat Berat Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta ini digunakan UML.
UML mempunyai sebelas diagram. Dari 11 diagram tersebut biasanya hanya 4 yang digunakan, yaitu: *Use-Case diagram, Class Diagram, Sequence Diagram,* dan Activity Diagram.

Use Case Diagram

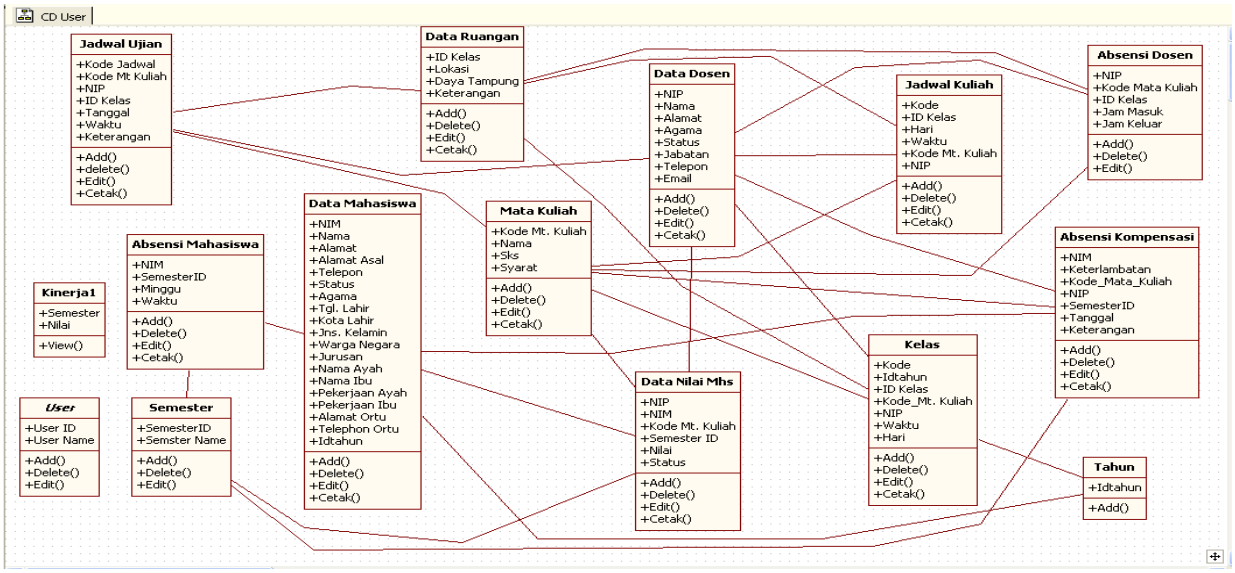
Sebagai pengendali program adalah Ketua Program Studi (KPS), dengan demikian sebagai ketua program studi bisa bertindak sebagai operator. Tapi walaupun demikian KPS harus didampingi dengan seorang operator program yang terus menerus mengoperasikan program. Untuk menghemat tenaga operator ini juga sebagai adminya program.



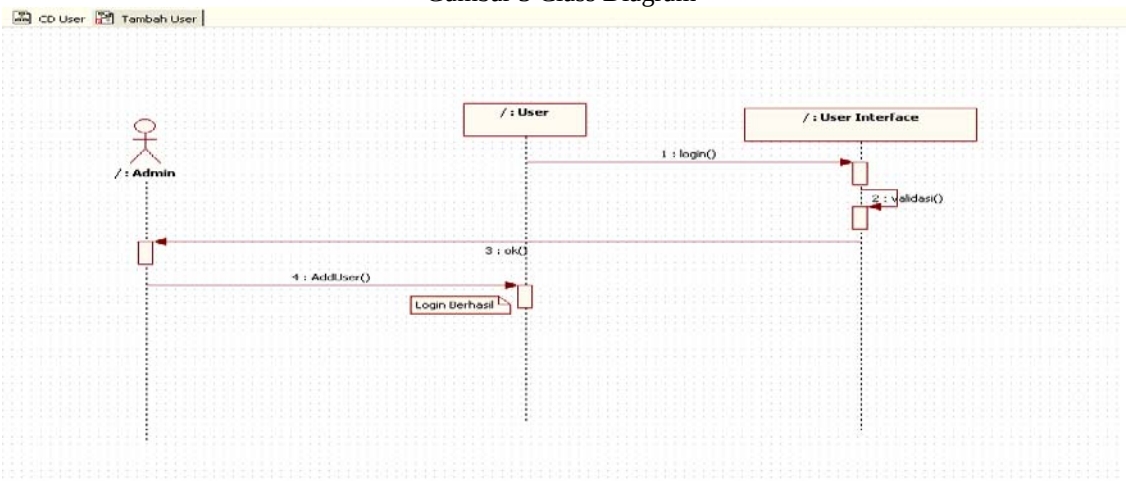
Gambar 2 Use Case Diagram

Class Diagram

Rancangan Class Diagram disesuaikan dengan sistem pendidikan Program Studi Teknik Alat Berat Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.Pendidikan Politeknik adalah Paket Semester dengan pembobotan SKS.Keberhasilan mahasiswa diukur dengan pencapaian maksimal 45% teori dan mnimal 55% Praktek.Jadi manajemen system informasi yang dirancang sesuai dengan memperhatikan faktor –factor pendukung pencapaian keberhasilan pendidikan Politeknik.

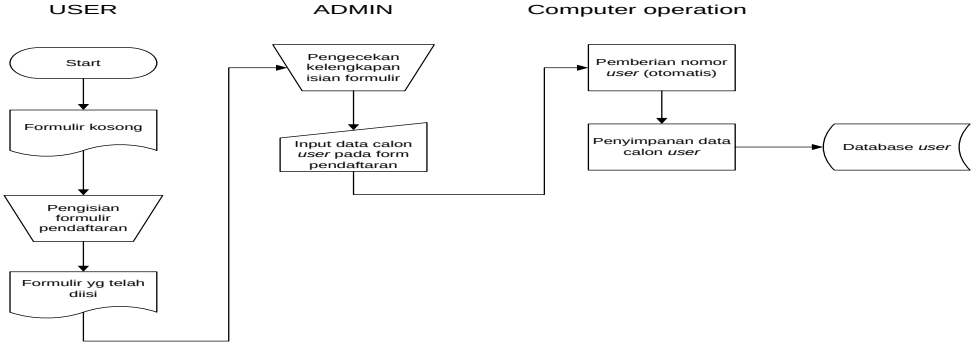


Gambar 3 Class Diagram



Gambar 4 Sequence diagram Proses Login

Sequence Diagram dipisah-pisah sesuai kelompok proses, untuk proses yang sama aatau mirip tidak digambarkan lagi.*Admin* atau operator mengelola master data dan autetifikasi seperti register proses, Login, dan Logout User.Pada gambar 4dapat dihat bahwa bahwa *user* melakukan *login* melalui *interface* komputer, kemudian oleh admin user ditambahkan sebagai pengguna. Tapi maksud dari gambar ini data sebelumnya data *user*sudah dimasukan atau telah di-*input* oleh admin atau operator. Prosesnya dapat dilihat pada gambar 5.Diagram aktivitas *(Activity Diagram)* adalah proses atau aliran data mulai dari pendaftaran *user* secara manual kemudian di-*register* oleh operator sampai pada pelaporan hasil kepada pimpinan. Untuk proses pada perancangan sistem infomasi kinerja ini dapat penulis uraian satu persatu sebagai beikut:



Gambar 5 Pendaftaran User danInput Data Ke Komputer

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

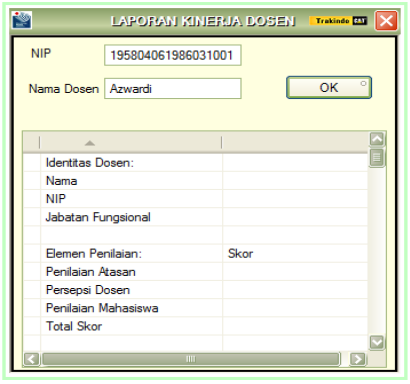
Dalam penelitian ini, perspektif-perspektif yang terdapat pada Model SMART *System* digunakansebagai dasar untuk menentukan strategi objektif yang diharap oleh Program Studi.Untuk menentukanstrategi objektif yang sesuai dengan kebutuhan Program Studi berdasarkan perspektif yang ada, makadigunakan metode IPMS.Setelah menetapkan berbagai strategi objektif, maka ditentukan ukuran-ukuran keberhasilan yang menjadi sasaran pengembangan di setiap bidang yang ada di Program Studi. Ukuran-ukuran keberhasilan tersebut tidak lain merupakan indikator-indikator kunci di dalam mengukur tingkat kemampuan dan pencapaian yang telah diraih Program Studi. Adapun strategi objektif serta Key Performance Indikator yang menjadi ukuran kinerja Program Studi.

1. Hasil PengkodeanAntar Muka System

Gambar 9 di bawah adalah tampilan muka dari Rancangan Sistem Informasi Kinerja Program Studi Teknik Alat Berat. Pada gambar 9 ditunjukan oleh a, dari kiri ke kanan terdapat 6 kotak atau 6 pintu akses utama untuk mengoperasikan sistem.

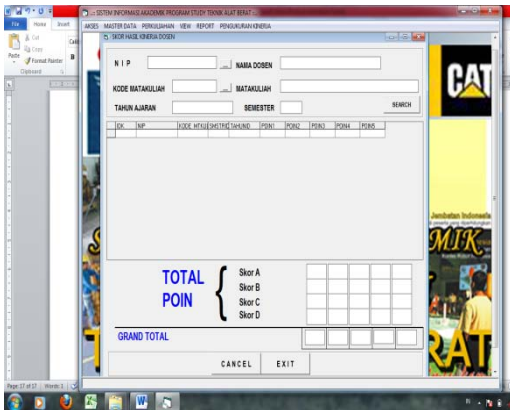


Gambar 6



Gambar 7

Tampilan Layar UtamaLihat penilaian Atasan, Persepsi Dosen ybs., dan penilaian Mahasiswa thp. Dosen



Gambar 8

Lihat semua hasil nilai per Dosen



Gambar 9

Menu Laporan Kinerja

Pada halaman tampilan gambar 12 menu Utama, yaitu; Akses, Master Data, Perkuliahan, View, Report, dan Pengukuran Kinerja.

IV. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Penelitian untuk rancang bangun sistem informasi kinerja program studi alat berat pada Politeknik Negeri Jakarta dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Langkah-langkah untuk melakukan perancangan sistem informasi kenerja disesuaikan dengan teori pengembangan sistem informasi dengan urutan analisis kebutuhan data dan proses dilanjutkan dengan melakukan perancangan (desain) dengan UML (Use Case Diagram, Class Diagram, Activity Diagram dan Sequence Diagram) dan perncangan *Graphic ScalesForm* pengukuran kinerja, selanjutnya dilakukan perancangan antar muka dengan mengunakan GUI Studio dan terakhir koding.
b. Model urutan penysunan laporan kinerja dilakukan dengan mengisi formulir kemudian memasukann ke dalam sistem dan dilakukan rekapitulasi data. Selanjutnya laporan kinerja dapat ditampilkan masing-masing untuk kinerja mahasiswa dan kinerja dosen.

2. Saran

a. Agar sistem informasi kinerja dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh program studi alat berat perlu dilakukan pembuatan *coding*lanjutan pemogram berbasis Web Server.
b. Perlu dilakukan evaluasi terhadap hasil bangun oleh pihak user atau operator agar didapatkan masukan secara langsung dari pengguna akhir. Sehingga tampilan bisa lebih *user friendly*.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Dessler, G. (1997). *Human Resource Management* (7th Ed.). Upper Saddle River, NJ: A Simon & Schuster Company.
[2] Dipboye, R.L., Smith, C.S., & Howell, W.C. (1994). *Understanding Industrial and Organizational Psychology: An Integrated Approach*. Fort Worth: Harcourt Brace.
[3] Munandar, A.S. (2001). *Psikologi Industri dan Organisasi*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI Press).
[4] Noe, R.A., Hollenbeck, J.R., Gerhart, B., & Wright, P.M. (2000).*Human Resource Management: Gaining a Competitive Advantage* (3rd Ed.). Boston: Irwin McGraw Hill.
[5] Ramsden, P. (1992). *Learning to Teach in Higher Education.* London & New York: Routledge.
[6] Robbins, S.P. (1998). *Organizational Behavior: Concepts, Controversies, Applications* (8th Ed.). Upper Saddle River, NJ: A Simon and Schuster Company.
[7] Werther, W.B., Jr., & Davis, K. (1996). *Human Resource and Personnel Management* (5th Ed.). Boston: Irwin McGraw Hill.

Perencanaan dan Analisis Sistem Informasi Perkuliahan Jarak Jauh untuk Pendidikan Politeknik

Indra Silanegara, Idrus Assagaf, Ardi Suharto
Politeknik Negeri Jakarta
silanegara@gmail.com

Abstrak

Teknologi perkuliahan jarak jauh sudah eksis digunakan saat ini namun penerapannya ke dalam kegiatan perkuliahan di politeknik tidak dapat begitu saja dilakukan. Proses perkuliahan dan penilaian hasil ajar di institusi tersebut berbeda dengan perguruan tinggi pada umumnya sehingga memiliki *requirements* tersendiri untuk mengembangkannya.Penelitian mengikuti dua dari empat tahapan dalam *system development life cycle* (SDLC) yang diawali oleh tahap perencanaan. Selanjutnya adalah tahap analisisyang pada akhirnya menemukan kesesuaian antara kebutuhan pengguna dan apa yang dapat dilakukan oleh sistem (*requirements*). Keluaran dari penelitian ini berupa *designprototype* sistem yang dapat digunakan untuk mengikuti dua tahapan berikutnya dalam SDLC, yakni: tahap desain dan implementasi.

Kata kunci: teknologi perkuliahan jarak jauh; proses perkulihan pendidikan politeknik; *system development life cycle (SDLC)*;*requirements*; *design prototype*.

Abstract

The technology of distance learning system is already exist in the world today. Nevertheless, it can not be implemented to the polytechnic lecturing system directly. The process of teaching-learning between polytechnic and the commonly higher-education is different, including how to assess the student during that activity. This research was focus on requirements of distance learning system that needed by polytechnic if the institution is ready to built it. The research has began by the planning phase and ended by the analysis phase. Both are two of the four phase in system development life cycle (SDLC). The result is a design prototype of the system that can be continued for the next two phase, namely: design and implementation.

Keywords: distance-learning technology; polytechnic lecturing process; system development life cycle (SDLC); requirements; design prototype.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Dua fungsi teknologi *e-learning*dalam proses belajar-mengajar di perguruan tinggi [1]:

1. Membantu menfasilitasi *self-assessment* dan *supportive social* serta *peer processes* oleh ketersediaan *tools* yang *familiar* bagi mahasiswa dan keluwesan berinteraksi dengan dosen, rekan-rekannya, dan bahan ajar.
2. Mendukung dosen dengan fasilitas kemampuan *monitoring* kelompok yang berinteraksi di jalur *online* dan mengintervensinya untuk meluruskan jika terjadi kesalahpahaman tanpa menimbulkan *feedback* yang tidak perlu atau dominasi diskusi yang *over-teaching*.

Teknologi *distancelearning*memiliki kemampuan untuk menampilkan komunikasi secara *face-to-face* dan interaktif dalam jarak jauh sehingga dapat memfasilitasi kegiatan kampus afiliasi/filial seperti '*twinning programs*,' '*visiting scholars*,' dan '*post studying*' secara internasional [2].

Salah satu contoh teknologi tranformasi proses belajar mengajar adalah DyKnow yang dikembangkan oleh Berque [3], sebagai berikut:

1. *Whiteboard* elektronik di depan kelas dan *pen-based tablet monitor* di depan setiap mahasiswa;
2. Sementara dosen menjelaskan materi ajarnya melalui tulisan tangan pada *screen*, konten *web* dan obyek *multimedia* lainnya secara otomatis ditransfer ke *notebook* mahasiswa melalui jaringan *wire* maupun *wireless*;
3. Mahasiswa dapat menambahkan catatan hasil tulisan tangan dosen dan dosen dapat mengembalikan hasil kerja mahasiswa serta menyebarkannya ke seluruh peserta untuk memicu koloborasi dan aktifitas belajar.

Meskipun keunggulan teknologi *distance learning* telah diakui, namun untuk politeknik ketersediaannya sangat terbatas karena kesulitan penerapannya. Kesulitan itu disebabkan oleh karena politeknik memiliki budaya belajar yang berbeda dengan perguruan tinggi pada umumnya. Titik berat politeknik adalah pada pendidikan vokasional [4].

Pendidikan politeknik membekali lulusan dengan *skill* yang dibutuhkan atau diminati oleh industri dimana dalam pendidikan vokasional yang identik dengan teknikal diberikan pelatihan menggunakan kemampuan tangan untuk bekerja. '*Skill*' dalam hal ini diasosiasikan dengan '*hands-on skills,*' sehingga untuk implementasi ke sistem, '*skill*' ini harus diinterpretasi secara berbeda [5].

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tahap Perencanaan

Tahap ini menjadi bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan untuk melanjutkan, menunda, atau menolak pengembangan sistem.

Inisiasi

Seberapa berpengaruh sistembagi institusitertuang dalam *system request*, sbb:

a. Penilaian Sponsor:
   - Kepala UPT Komputer dan Teknologi Informasi
     - Pejabat ini tentunya sangat memahami berbagai proses/aktifitas yang berjalan di PNJ, memiliki akses atas anggaran, dan berwenang dalam pengambilan keputusan strategis di bidang teknologi informasi.
     - Dari analisa terhadap pejabat terakhir (*lastupdated*: Maret 2013) sudah cukup teruji kedalaman pengetahuannya terhadap setiap tahapan dalam SDLC sebuah sistem aplikasi.

b. Penilaian Kebutuhan Mengatasi Permasalahan Pendidikan:
   - Meningkatkan pelayanan mahasiswa yang tidak dapat hadir di kampus untuk tetap kuliah pada waktunya.
   - Meningkatkan tingkat kehadiran dosen yang mendapat tugas resmi institusi.
   - Mengakomodasi lebih banyak calon mahasiswa (lulusan SMA/SMK) untuk dapat melanjutkan pendidikannya ke jenjang yang lebih tinggi.
   - Mengembangkan studi lanjut bagi alumni DI/DII/DIII-Politeknik untuk meneruskan kuliahnya di politeknik sambil bekerja.
   - Memberi kesempatan kepada pekerja berpengalaman untuk menyetarakan kemampuan dan pengalamannya dengan ijazah penyetaraan politeknik.
   - Menurunkan jumlah proses belajar-mengajaryang dipadatkan akibat OJT.

c. Penialaian Terhadap *Requirements*:
   - Melalui Web, mahasiswa harus dapat melakukan interaksi dengan materi kuliah, dosen, dan sesama rekannya.
   - Sistem ini harus dapat mengakomodasi aturan perkuliahan yang berlaku di PNJ (kompensasi, penilaian hasil didik, dll).
   - Sistem harus dapat mengadopsi budaya belajar-mengajar di PNJ yang lebih menekankan kemampuan skill peserta didik.
   - Mahasiswa dapat melaksanakan perkuliahan jarak jauh sesuai dengan jadwal kelas dan dosen.
   - Mahasiswa dan dosen dapat menyatakan kehadirannya pada daftar absensi kelas.
   - Mahasiswa dapat melihat ceramah dosennya.
   - Mahasiswa dapat melihat presentasi dosennya.
   - Dosen dapat menulis penjelasannya yang langsung diperlihatkan ke Mhs.
   - Dosen dapat memperlihatkan proses kerja mesin/alat langsung pada obyek.
   - Kaprodi dapat mengatur jadwal kelas sesuai dengan jadwal dosen matakuliah.

- Kaprodi dapat menentukan nama mahasiswa-mahasiswa dalam satu kelas.

d. Pengaruh terhadap nilai-nilai edukasi (*intangible*):
   - Sistem ini harus tetap mendukung sistem pendidikan di PNJ untuk dapat meningkatkan kemampuan *knowledge* dan *skill*(diharapkan juga *attitude*) peserta didik secara seimbang.
   - Penggunaan sistem ini harus dapat mencegah turunnya indeks prestasi Mhs.
   - Sistem harus dapat meningkatkan jumlah dan kualitas program kerjasama PNJ dengan institusi/instansi lain di bidang pendidikan.
e. Isu atau Batasan:
   - Pembangunan sistem dikerjakan dalam satu tahun anggaran
   - Perlu diantisipasi luas *monitor* dari *notebook*yang akan semakin menyempit.
   - Terdapat kecenderungan teknologi *display* yang mengarah kebentuk melebar (HDD/*high definition display*)
   - Perlu diantisipasi keterbatasan mahasiswa untuk dapat memiliki *notebook*.
   - Senat PNJ perlu didorong untuk merevisi aturan tentang proses perkuliahan.

Analisis Feasibilitas

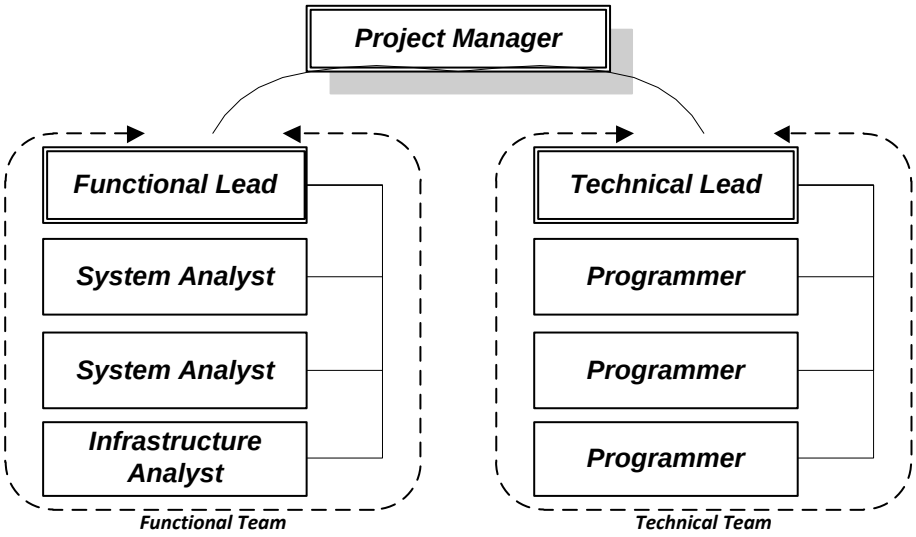
Prospek dan tantangan yang akan dihadapai oleh PNJ dalam menerapkan *distancelearning* dijelaskan dalam hasil *feasibilityanalysis*, sbb:

a. Secara Teknikal:
   Hasil analisis menyatakan sistem dapat diterapkan namun perlu mengantisipasi beberapa hal, sbb:
   - Resiko proses belajar mengajar *vis-à-vis* ke-*familiar*-an terhadap aplikasi sistem *distancelearning* adalah tinggi:
     - Dosen dan mahasiswa PNJ memiliki sangat sedikit pengalaman dalam *open/distance learning programme*.
     - Sistem belajar yang berjalan saat ini telah tertanam sangat kuat bahkan bagi mereka yang bekerja di bidang IT, namun hal tersebut tidak dilakukan dengan sistem berbasis *Web-enabled*.
     - Telah banyak perguruan tinggi yang telah *exist* memanfaatkan aplikasi sistem belajar melalui internet namun belum diaplikasikan ke dalam sistem pembelajaran di Politeknik.
   - Resiko terhadap *projectsize* adalah medium
     - Personil tim yang dibutuhkan diperkirakan kurang dari 10 orang
     - Pengembang sistem adalah para Dosen.
     - Dosen dan mahasiswa (*user*) termasuk yang dilibatkan.
     - Waktu yang dibutuhkan kurang dari satu tahun.
b. Secara Ekonomikal:
   Hasil analisis menyatakan sistem dapat diterapkan namun perlu mengantisipasi beberapa hal:
   - *Tangiblecostsandbenefits*
     - Biaya pengembangan dan keberlanjutannya dapat ditutup dari dana peserta, kerjasama industri, sponsor yang berhubungan dengan pendidikan (buku, belajar on-line, drama pendidikan, lembaga sertifikasi, keanggotaan asosiasi, asuransi pendidikan, dll).
     - Nama besar PNJ memiliki nilai jual yang kuat untuk mendatangkan peserta, kerjasama industri, hingga sponsor.
     - Mahasiswa yang akan menyelesaikan kuliah dapat dipersiapkan untuk melanjutkan pendidikannya di institusi yang sama.
c. Secara Organisational:
   Hasil analisis menyatakan sistem dapat diterapkan namun perlu mengantisipasi beberapa hal:
   - Dari perspektif organisasi sistem ini bertujuan untuk meningkatkan pelayanan kepada mahasiswa,daya tampung, dan mengakomodasi lulusannya untuk melanjutkan kuliah sehingga sejalan dengan visi-misi institusi untuk mejadi Politeknik di *level* internasional
   - Secara perundang-undangan program ini tidak melanggar.

d. Tambahan:

- Masih diperlukan beberapa *programmer* luar untuk aktualisasi sistem dan kegiatan *peerreview*.
- Seorang konsultan perlu dipersiapkan sebagai *secondopinion*.
- Beberapa pegawai diperlukan untuk mengoperasikan sistem baru dari sisi teknis maupun administrasi pendidikan.

Manajemen Sistem



Gambar:Struktur organisasi tim pengembang

Beberapa *systemanalyst* diperlukan membuat disain sistemdimana diantaranya adalah seorang *infrastructureanalyst* untuk mengelola integrasi sistem dengan lingkungan belajar yang secara teknis sedang berjalan saat ini. Diperlukan pula beberapa *programmer* yang memiliki *skill* baik dan berpengalaman yang bertanggung jawab terhadap implementasi sistem.
Tim dibagi 2 di bawah koordinasi seorang *leader*. Untuk penyederhanaan seorang *analyst* dapat berperan ganda sebagai *programmer* atau *functional leader* atau *technicalleader*atau *project manager* dan seorang *programmer* berperan sekaligus sebagai *technical leader* atau *functional leader*atau *project manager*.

2. Tahap Analisis

Fase analisa merupakan kegiatan pengumpulan data lapangan untuk kemudian digunakan sebagai bahan acuan dalam memprediksi prilaku sistem.

Sistem Saat Ini

Tiga tokoh utama sistem yang berjalan saat ini: Dosen, Mhs, dan Prodi:

Tabel 1: Sistem saat ini

As-Is System		
1.1 Program Studi	2.2 Mahasiswa	3.3 Dosen
SESISEBELUM		
1.4 Melihat kurikulum 1.5 Membuat jadwal dosen-matakuliah-mhs 1.6 Membuat daftar hadir, dosen, mhs	2.7 Memasukilab	3.8 Memasuki lab
SESIPEMBUKA		
	2.9 Menyatakan hadir 2.12 Melaporkan terlambat (bagi yang terlambat hadir)	3.10 Mengabsensimhsyangtelahhadir 3.11 Memulai kuliah dengan penjelasan materi hari ini 3.13 Mencatat selang waktu keterlambatan mhs (kompensasi)
SESIUTAMA		
	2.16 Melakukan praktek lab sesuai S.O.P	3.14 Menerangkan teori di papan tulis geser 3.15 Menjelaskan proses kerja langsung di alat
SESI PENUTUP		
	2.17 Meminta bertanya 2.18 Mengucap pertanyaan	3.19 Menjawab pertanyaan 3.20 Menyimpulkan perkuliahan
SESI SESUDAH		
1.23 Menjumlah efektif kehadiran dosen dan ketidak-hadiran mhs (kompensasi)	2.21 Membuat laporan	3.22 Memeriksa laporan

***Requirements*Non-Fungsional**

Non-functional requirements menetapkan kemampuan akses sistem.

a. Requirements kemampuan operasi sistem
   - Sistem memiliki *database* berisi:
     - Beberapa program studi,
     - Kelas di setiap Program Studi
     - Mahasiswa di setiap kelas Program Studi,
     - Dosen disetiap matakuliah,
     - Matakuliah di setiap program studi.
   - Sistem harus mampu mengimpor format dari alat bantu yang akan digunakan (*camcorder*, *pen-display*, *microphone*, *slide*presentasi, dll).
   - Sistem memiliki versi teks untuk kegiatan pesan singkat.

- Sistem memiliki *folder* untuk menyimpan hasil absensi.
- Sistem harus dapat beroperasi di lingkungan operasi *Windows*.
- Sistem dapat menghitung jumlah keterlambatan dosen dan mahasiswa.
- Sistem memiliki *link* dengan *website* PNJ.

b. Requirements unjuk kerja sistem
- Sistem dapat diakses oleh 30 hingga 60 titik berbeda dalam waktu yang sama.
- Sistem membutuhkan akses internet yang cukup cepat dengan *responsetime* kurang dari 5 detik.
- *Inventorydatabase* harus dapat di-*update* setiap saat.

c. Requirements keamanan sistem
- Sistem hanya dapat diakses oleh pengguna yang telah diberikan hak akses secara legal

d. Requirements lingkungan budaya sistem
- Informasi ditampilkan dalam 2 bahasa: Bahasa Indonesia dan *English*.

***Requirements*Fungsional**

Functional requirements menentukan bagaimana *user* mengakses sistem.

a. SistemAbsensi
- Dosen dapat memilih sebuah kelas untuk menampilkan seluruh mahasiswa yang terdaftar di kelas tersebut.
- Mahasiswa dapat mengakses sistem sebelum jam kuliah dimulai untuk menyatakan kehadirannya *on-time*.
- Mahasiswa dapat mengakses sistem setelah jam kuliah dimulai untuk menyatakan kehadirannya terlambat.
- Kaprodi men-*support* data matakuliah dan mahasiswa.

b. Daftar hadir
- Keseluruhan data kehadiran dosen dan mahasiswa yang mengakses sistem dapat disatukan ke dalam berkas daftar hadir

c. Kolom teks
- Mahasiswa dapat mengetik pertanyaan dan mengirimkan ke forum.

d. Saving dan Printing
- Daftar Hadir dapat disimpan dan/atau dicetak.
- Dapat melakukan *preview* sebelum mencetak Daftar Hadir.

Sistem Baru

Berdasarkan hasil observasi sistem belajar-mengajar yang berjalan saat ini dan requirement yang dibutuhkan oleh sistem maka proses kegiatandistancelearning yang berjalan dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 2:Perubahan ke sistem baru

To-Be System		
1.1 ProdiID	2.2 MhsID	3.3 DosenID
SESI SEBELUM		
1.4 Mengakses database (dengan isi ID Prodi) 1.5 Menjadwal matakuliah 1.6 Memuat absensi (memulai hitung mundur awal kuliah dan mengizinkan mhsdan dosen mengisi absensi)	(memulai hitung mundur awal kuliah dan mengizinkan mhs mengisi absensi) 2.7 Mengisi absensi Mhs (dengan isi ID Mhs)	(memulai hitung mundur awal kuliah dan mengizinkan dosen mengisi absensi) 3.8 Mengisi absensi dosen (dengan isi ID Dosen)
SESI PEMBUKA		
	2.9	3.10 ....

.... (Hitung mundur berakhir & hitung kompensasi dimulai)	.... (Hitung mundur berakhir & hitung kompensasi dimulai) 2.12 Mengisi kompensasi (dengan ID Mhs bagi mahasiswa yang terlambat)	3.11 Mengaktifkan video live (Hitung mundur berakhir & hitung kompensasi dimulai) 3.13 ....
SESI UTAMA		
	2.16	3.14 Menggunakan pen-display (menulis) 3.15 Menggunakan video live (praktek proses kerja alat)
SESI PENUTUP		
	2.17 Mengetik pertanyaan 2.18 Mengirim pertanyaan	3.19 Menjawab melalui video live 3.20 Menggunakan video live(ceramah)
SESI SESUDAH		
1.23 Menyimpan daftar hadir dan kompensasi	2.21	3.22 ....

III. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Pembangunan dan pengembangan *distance learning system* di Politeknik disamping harus dapat meningkatkan *knowledge* mahasiswa, juga harus memperhatikan kemampuan sistem dalam meningkatkan *skill*peserta didik. Hal tersebut yang dapat dijadikan pembeda dengan sistem yang dimiliki oleh institusi lainnya.

2. Saran

Masih diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui disain model sesungguhnya dari sistem *distancelearning* PNJ dan proses implementasi yang sesuai dengan kondisi teknologi yang ada di PNJ dan sekitarnya.

IV. DAFTAR PUSTAKA

[1] Nicol, David, "Advice on Managing Transformational Change: Course Redesign using ICT", REAP Briefings: Management Briefing Paper 2, *REAP: Re-engineering Assessment Practices in Scottish Higher Education*, 2007.

[2] Altbach, Philip G. "Globalization and Forces for Change in Higher Education', The 50th Issue of International Higher Education, *international higher education*, The Boston College Center for International Higher Education, ISSN: 1084-0613, Paper Number 50, 2007

[3] Trinkle, Dennis A. "The 361° Model for Transforming Teaching and Learning with Technology", *EDUCAUSE QUARTERLY PAPER*, pp.18-25, Number 4, 2005.

[4] Murthy, K.V. Bhanu, "Re-engineering higher education", *TheKnowledgeManagementSystem*, University of Delhi, India.2006.

[5] Silanegara, Indra, "Penerapan Konsep Reengineering untuk Mengidentifikasi Kebutuhan Teknologi Informasi (Studi Kasus: Program Studi Teknik Energi di Politeknik Negeri)",

Prosiding: Aplikasi Teknologi dan Ilmu Pengetahuan Terapan Bagi Pengembangan Industri dan Jasa; Seminar Nasional Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, 2010.



Ren An
CNC Simulator & Training Solution
SOLDAMATIC
Welding Simulator
ADDeST™
IT-Based Science Equipment and Kits
sindo

FATS
"Your Automation Solution"

toc

TAMARA
OVERSEAS
CORPORINDO

EVO
Enterprise-based Vocational Education

PT. Vanadia Utama

LNG
BADAK