

**PENGARUH FRAKSI VOLUME DAN ORIENTASI SERAT TERHADAP KEKUATAN  
TARIK KOMPOSIT BERBAHAN SERAT RAMI EPOXY SEBAGAI BAHAN  
ALTERNATIF KOMPONEN OTOMOTIF**

**Andi Saidah, Sri Endah Susilowati, Yos Nofendri**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta Kampus Sunter Agung,  
Sunter Podomoro, Jakarta 14130.

No. Hp.081310753398, E-mail : [andisaidah@yahoo.co.id](mailto:andisaidah@yahoo.co.id)

**ABSTRAK**

Memprediksi kekuatan komposit berbahan serat rami epoxy, dengan orientasi sudut yang berbeda, untuk menghitung tegangan tarik yang terjadi pada material tersebut untuk aplikasi pada komponen industri otomotif. Metodologi penelitian yang digunakan dalam pembuatan material komposit adalah dengan metode filament winding, dan untuk perhitungan secara teoritis untuk mengetahui kekuatan tarik komposit dengan menggunakan software MadCad, dan melakukan pengujian. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh fraksi volume serat rami terhadap sifat tarik berpenguat serat rami epoxy dengan fraksi volume serat rami sebesar 30%, 40%, dan 50%. Pada orientasi sudut 0°, 90° dengan mengacu pada ASTM D 3039/D 3039M. [1-3].

Hasil penelitian kekuatan tarik dengan fraksi volume 30%, 40%, dan 50% berturut-turut adalah 25,631 Mpa, 16,465 Mpa, dan 12,277 Mpa dengan Modulus Elastisitasnya 2,178 GPa, 3,254 Gpa, dan 3,391 Gpa, dengan orientasi serat type unidirectional Lamina dengan sudut 90°, dan untuk orientasi serat type unidirectional Lamina dengan sudut 0°, dengan fraksi volume 30%, 40%, dan 50% berturut-turut adalah 139,219 Mpa, 223,392 MPa, dan 248,677 MPa, Modulus Elastisnya berturut-turut 6,326 Gpa, 6,781 Gpa, dan 8,301 Gpa. dan untuk kekuatan tarik standar bumper adalah sebesar 8,09 MPa sehingga komposit yang diperkuat serat rami epoxy layak menjadi material alternative dalam pembuatan komponen otomotif jika ditinjau dari kekuatan tarik.

**ABSTRACT**

Predicting the strength of ramie fiber reinforced epoxy composites with different orientation angles is for calculating the tensile strength that occurs in its material for applications on automotive industry components. The research methodology used in the manufacture of composite material is filament winding method and theoretical calculation which to find out the tensile strength of composites is by using MadCad software then perform the testing. In this research it was studied the effect of ramie fiber volume fraction towards the tensile properties of ramie fiber reinforced epoxy with 30%, 40%, and 50% volume fraction of ramie fiber. At orientation angle of 0° and 90° following the ASTM D 3039/D 3039M standard.

The result test of tensile strength with 30%, 40%, and 50% volume fraction are 25.631 MPa, 16.465 MPa, and 12.277 MPa with elastic modulus 2.178 GPa, 3.254 GPa, and 3.391 GPa, with the fiber orientation angle of unidirectional lamina type is 90°. For fiber orientation angle of unidirectional lamina type in 0° direction with 30%, 40%, and 50% volume fraction are 139.219 Mpa, 223.392 MPa, and 248.677 MPa, and the elastic modulus are 6.326 GPa, 6.781 GPa, and 8.301 GPa. The standard tensile strength of bumper is 8.09 MPa so that ramie fiber epoxy composites is suitable to be the alternative material in the manufacture of automotive components if reviewed from the tensile strength.

Kata Kunci : Berpenguat Serat Rami, Resin Epoxy, Kekuatan Tarik, komponen otomotif

**1. Pendahuluan**

Produksi otomotif dunia yang terus berkembang dalam memenuhi kebutuhan konsumen, Indonesia termasuk salah satu pasar otomotif paling potensial di dunia, penjualan mobil di Indonesia pada 2013 mencapai 1,22 juta unit meningkat 10% dari tahun sebelumnya sebanyak 1,12 juta. Produksi mobil di Indonesia, selain untuk dijual di pasar domestik, para produsen otomotif juga mengeksplor mobil dan motor dengan jumlah

yang besar. Industri otomotif Indonesia secara keseluruhan telah mengekspor produk otomotif mulai dari motor, mobil dan berbagai komponen ke berbagai negara. Tahun 2013, ekspor produk otomotif secara keseluruhan (kelompok HS 87) nilainya tercatat mencapai US\$ 4,6 miliar. Angka produksi dan penjualan kendaraan bermotor tentunya menjadi cerminan potensi pasar suku cadang, aksesoris dan perlengkapan mobil dan motor. Dari total nilai tersebut, komponen otomotif yang tergolong dalam kelompok (HS 8708) -- berupa komponen dan aksesoris kendaraan bermotor-- tahun 2013 tercatat US\$ 1,42 milyar, berkontribusi sebesar 31,04% dari total ekspor produk otomotif. Pemerintah Indonesia terus berupaya mengembangkan investasi bagi industri komponen otomotif, mengingat Indonesia merupakan salah satu negara berpotensi bagi pengembangan industri ini. Penjualan kendaraan yang menembus 1,1 juta unit per tahun dan mengalirnya investasi yang begitu gencar ke Indonesia, akan berimbas pada terdorongnya industri komponen otomotif. [4-8].

Industri komponen otomotif Jawa Barat saat ini dalam kondisi mengkhawatirkan. Pemicunya adalah harga bahan baku naik akibat nilai tukar rupiah melemah terhadap dolar Amerika Serikat. Bahan baku atau material yang masih impor di antaranya aluminium, biji plastik, dan komponen karet. Ketua Bidang Komunikasi Asosiasi Industri Automotif Nusantara (Asia Nusa) Dewa Yuniardi mengatakan kenaikan harga bahan baku tersebut tidak diiringi dengan peningkatan harga produk. Menurut Dewa, kondisi ini menyebabkan pemesanan produk komponen, terutama *aftermarket*, mengalami penurunan. Selain itu, persaingan komponen lokal semakin kalah akibat banjirnya produk impor ke dalam negeri. "Komponen *aftermarket* yang diproduksi belum bisa bersaing dengan produk impor karena harganya jauh lebih murah," ujar Dewa kepada *Bisnis.com*, Kamis, 16 April 2015. [8-14].

Kebutuhan material untuk sebuah produk cenderung bertambah. Penggunaan material logam pada berbagai komponen produk terutama otomotif semakin berkurang, Hal ini diakibatkan oleh komponen otomotif yang terbuat dari logam relatif berat dan mahal, proses pembentukannya relatif susah, mudah terkorosi dan biaya produksinya mahal. Oleh karena itu banyak dikembangkan material lain yang mempunyai sifat dan karakteristik sesuai dengan yang diinginkan. Salah satu material yang banyak dikembangkan saat ini adalah komposit. Secara umum komposit tersusun dari material pengikat (*matrix*) dan material penguat (*reinforce*). Logam, keramik dan *polymer*, dapat digunakan sebagai material pengikat pada pembuatan komposit tergantung sifat yang ingin dihasilkan. Namun *polymer* merupakan material yang paling luas digunakan sebagai *matrix* dalam komposit modern yang lebih dikenal dengan *reinforced plastic*. [10-14].

## 2. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian experimental yang terdiri dari :

### A. Variasi Spesimen

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan spesimen berbentuk plat dan menggunakan 3 variasi material uji. yaitu resin yang diperkuat serat rami dengan metode fabrikasi filament winding, masing-masing dengan fraksi volume 30%, 40% ,dan 50%.

### B. Disain dan Metode Penelitian

Kegiatan penelitian yang akan dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis serat rami epoxy, kemudian bahan komposit serat rami – epoxy dengan menggunakan metode eksperimental analisis, yaitu dengan melakukan beberapa pengujian serat, matriks, dan komposit serta memperhatikan pengujian sebagai bahan bumper otomotif sesuai dengan standard yang berlaku (ASTM dan SAE).

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui mechanical properties material adalah uji tarik komposit dengan mangacu pada standar pengujian standar ASTM (American Society for Testing Materials) yaitu ASTM D 3039/D 3039M untuk uji tarik dan ASTM D 4255/D 4255M, untuk uji Pengujian material sebagai bahan bumper otomotif dengan mangacu standard SAE (Society of Automotive Engineering) yaitu SAE J 1717 untuk uji komponen otomotif.

### C. Proses Manufaktur Material Komposit Serat rami - Epoksi

Terdapat berbagai jenis proses dalam pembuatan komposit. Masing – masing proses memiliki karakteristik baik bentuk cetaknya ataupun proses castingnya. dalam proses pembuatan material komposit serat rami,

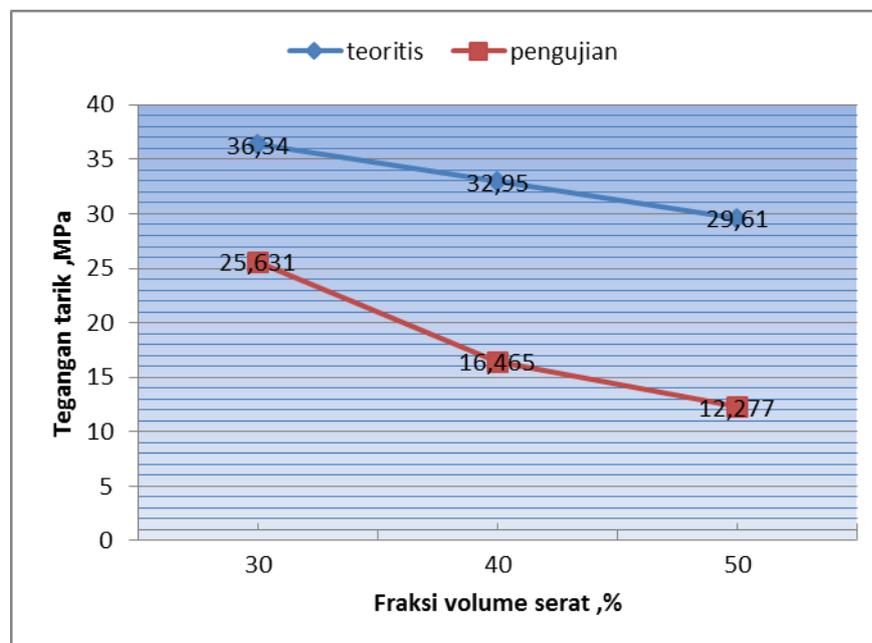
metode yang dilakukan adalah dengan menggunakan cetakan. Adapun Langkah – langkah fabrikasi komposit yang akan dilakukan terdiri dari:

- Preparation
- Wet lay-up
- Bagging
- Curing
- Debagging
- Finishing

Proses ini merupakan proses yang paling sederhana dari proses – proses lainnya. Dalam proses ini dibutuhkan peralatan seperti: cetakan dan kuas/roller. Proses diawali dengan melapisi permukaan cetakan dengan bahan pelepas (release agent) berupa wax atau silicon untuk memudahkan pelepasan komposit dari cetakannya. Setelah itu serat rami diletakkan pada permukaan cetakan dan cairan resin dilapiskan pada serat tersebut. Untuk mencegah gelembung – gelembung udara yang terperangkap digunakan roller atau kuas sekaligus untuk meratakan resin. Untuk memperkuat komposit, proses dapat dilanjutkan dengan menambah satu atau lebih serat lagi pada cetakan dan diulangi dengan proses pelapisan resin. Proses selanjutnya adalah menunggu resin mengeras atau kering. Resin dapat mengeras setelah sebelumnya dicampur dengan katalis atau cairan pengeras. Pengeringan ini dapat dilakukan pada suhu ruangan atau dapat dipercepat dengan menaikkan temperature ruangan atau menjemur cetakan pada ruangan terbuka.

### 3. Hasil dan pembahasan

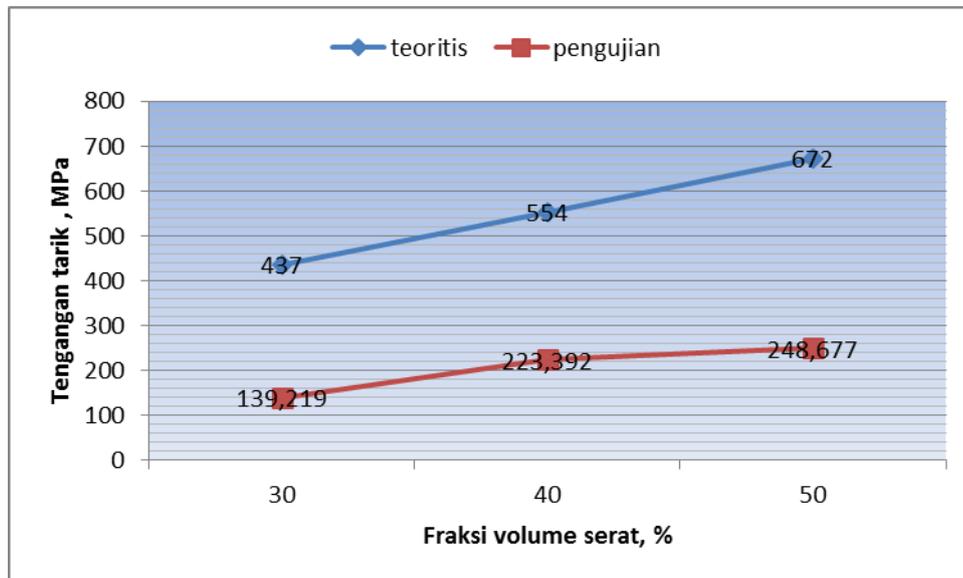
Hasil penelitian yang dilakukan terdiri dari dua macam komposisi yaitu penelitian dengan orientasi serat  $0^\circ$  mengikuti arah horizontal, dan orientasi sudut  $90^\circ$  mengikuti arah vertikal untuk hasil uji tarik unidirectional lamina.



Gambar 1. Tegangan tarik komposit unidirectional lamina dengan orientasi sudut  $90^\circ$

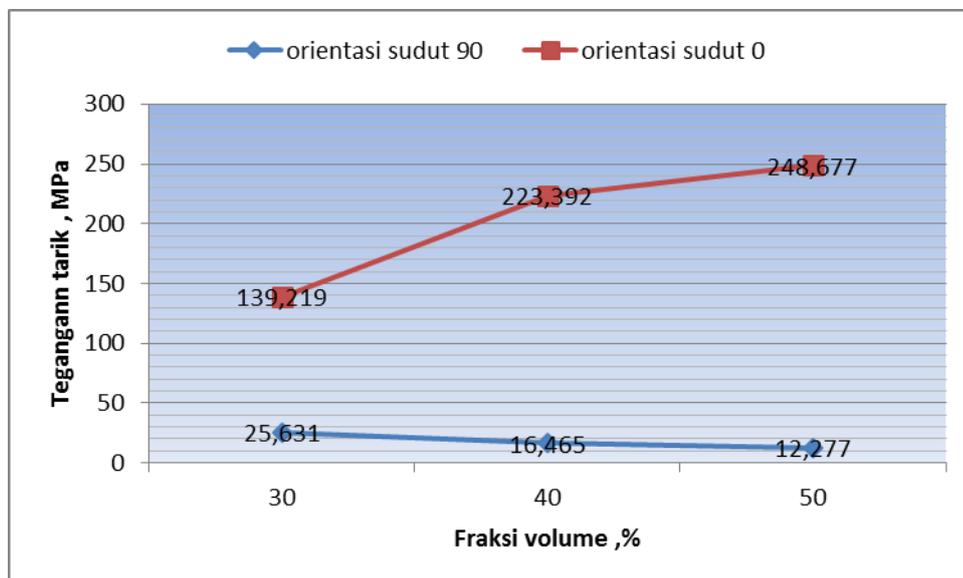
Gambar 1. Terlihat antara Tegangan hasil perhitungan teoritis dengan hasil pengujian terdapat perbedaan yang cukup jauh terutama pada fraksi volume 50% ini disebabkan adanya void yang menyebabkan

kekuatannya rendah, juga karena daya penyerapan serat yang cukup tinggi sehingga untuk fraksi volume serat 50 % resinnya kurang sehingga ada bagian yang tidak terserap resin.



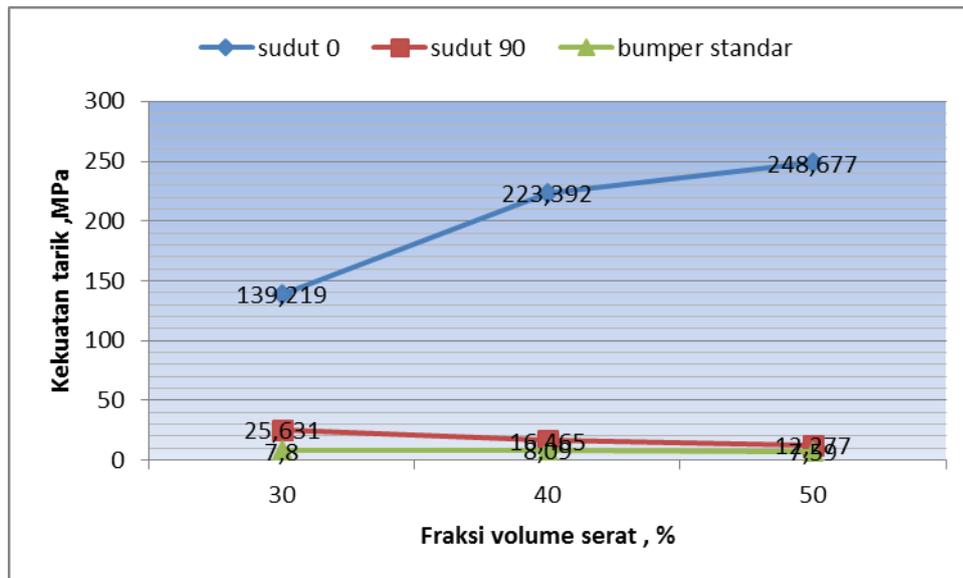
Gambar 2. Tegangan tarik komposit unidirectional lamina dengan orientasi sudut 0°

Gambar 2. Terlihat antara Tegangan hasil perhitungan teoritis dengan hasil pengujian terdapat perbedaan yang cukup jauh terutama pada fraksi volume 50% ini disebabkan adanya void yang menyebabkan kekuatannya rendah, juga karena daya penyerapan serat yang cukup tinggi sehingga untuk fraksi volume serat 50 % resinnya kurang sehingga ada bagian yang tidak terserap resin.



Gambar 3. Tegangan tarik komposit unidirectional lamina dengan orientasi sudut 0°, dan 90°

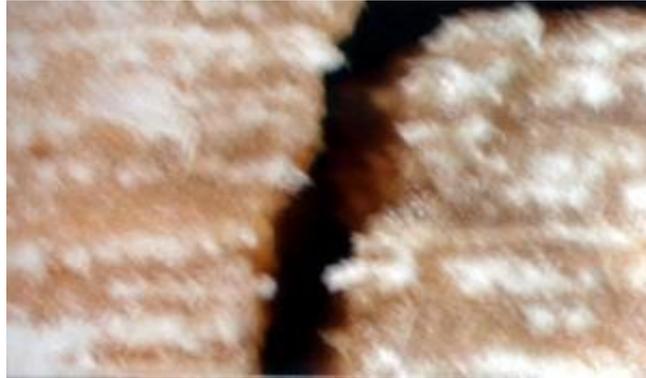
Gambar 3. Terlihat antara tegangan tarik lamina sudut 0° dengan tegangan tarik lamina sudut 90° terjadi perbedaan yang cukup besar ini disebabkan bahwa Tegangan yang terjadi pada lamina sudut 0° konsentrasi pembebanan terjadi searah serat sehingga menghasilkan kekuatan lebih besar, untuk lamina dengan orientasi sudut 90° konsentrasi pembebanan terjadi pada matriks sehingga tegangan yang terjadi lebih rendah dibandingkan sudut 0°. sehingga kekuatan tarik lamina arah transversal sangat rendah dibandingkan dengan kekuatan tarik arah longitudinal



Gambar 4. Tegangan tarik komposit unidirectional lamina dengan orientasi sudut  $0^\circ$ , dan  $90^\circ$ , dan bumper standar

Gambar 4. Terlihat antara tegangan tarik komposit serat rami epoxy dengan sudut  $0^\circ$  dengan tegangan tarik bumper standar terjadi perbedaan yang cukup jauh, sementara untuk sudut  $90^\circ$  dengan bumper standar perbedaannya tidak terlalu jauh, hal ini disebabkan dari material nya.

B. HASIL PENGUJIAN MAKRO MEKANIKA



Gambar 5. Foto Makromekanika Pembesaran 10 X



Gambar 6. Foto Makromekanika pembesaran 10 x

Gambar 5,6, terlihat modul kegagalan yang terjadi untuk pengujian tarik arah longitudinal searah serat sehingga retak yang terjadi tegak lurus terhadap arah pembebanan, dan dalam arah transversal pembebanan terjadi pada matriks sehingga matrik yang mengalami patah terlebih dahulu, ini disebabkan oleh adanya void pada saat proses manufaktur sehingga ikatan antara matrik dan serat tidak sempurna.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengujian tarik , maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Perhitungan secara teoritis perlu dilakukan untuk memprediksi hasil pengujian tarik. Terdapat perbedaan yang cukup besar antara perhitungan teoritis dengan hasil pengujian kekuatan tarik serat rami dengan serat, terutama pada sudut  $0^\circ$
- Kekuatan suatu material komposit ditentukan oleh sifat-sifat dan fraksi volume bahan pembentuknya, serta dipengaruhi oleh factor-faktor kesalahan pengerjaan.
- Sifat-sifat mekanik material sangat ditentukan oleh sifat bahan pembentuknya, orientasi sudut seratnya, dan fraksi volume seratnya.
- Antara kekuatan serat dan matriks terdapat perbedaan yang cukup jauh, sehingga hal ini akan menyebabkan terjadinya patah yang tidak bersamaan antara serat dengan matriks.
- Komposit serat rami epoxy layak dijadikan komponen otomotif jika di tinjau dari kekuatan tariknya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Alcides L. Leao, "Application of Natural Fibers In Automotive Industry In Brazil Thermoforming Process", *Science and Technology of Polymers and Advanced*.
- [2] Alaya Fadllu Hadi Mukhammad, Bambang Setyoko," Studi Kekuatan Tarik Komposit Serat Rami Acak- Polyester Sebagai Bahan Helm Standar SNI", *SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI 2015*
- [3] Institut Teknologi Nasional Malang ISSN: 2407 – 7534.
- [4] ASTM,"Annual Book of ASTM Standards", Section 8: Plastic, Philadelphia USA, 2012.
- [5] Budi Saroso, "Rami, Penghasil Bahan Tekstil, Pulp dan Pakan Ternak", *Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang, AgrUMY Vol. VIII, 2000*
- [6] Gupta, A. Kumar, A. Patnaik, and S. Biswas, "Effect of different parameters on mechanical and erosion wear behavior of bamboo ber reinforced epoxy composites," *International Journal of Polymer Science*, vol. 2011, Article ID 592906, 10 pages, 2011.
- [7] Hindum Amalia, Sutikno,2014" Pengaruh Komposit Epoxy HGM pada Bumper Depan Kendaraan untuk Mereduksi Energi Impact." *Jurnal Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)*.
- [8] Huntsman Polyurethanes, Everclaan 45, B-3078 Everberg, Belgium Ryszard Kozlowski (31) Poland, "Green fibres and Their Potential in Diversified Applications" *Proceedings of a seminar held by the food and agriculture organization of the UN (FAO) and the common fund for commodities (CFC),Rome, 13 December 2000.*
- [9] Jyoti Prakash Dhali and S. C. Mishra2 , "Processing and Properties of Natural Fiber-Reinforced Polymer Composite," *Hindawi Publishing Corporation Journal of Materials Volume 2013, Article ID 297213, 6 pages, 2013.*
- [10] Lastri Anita Gultom, Dirhamsyah, Dina Setyawati,2013 ", *Sifat Fisik Mekanik Papan Partikel Jerami Padi Mechanical and physical properties of particle board rice straw. Jurnal Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura.*
- [11] Pramuko Ilmu Purboputro, Agus Hariyanto," *ANALISIS SIFAT TARIK DAN IMPAK KOMPOSIT SERAT RAMI DENGAN PERLAKUAN ALKALI DALAM WAKTU 2, 4, 6, DAN 8 JAM BERMATRIK POLIESTER*", *Media Mesin: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol. 18 No. 2 Juli 2017: 64-75.*
- [12] Rahman, Junaidi. 2002. *Pemanfaatan Limbah Gergajian Kayu Pinus Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Papan Partikel Gip (Wood-Based Gypsum Board)*. Malang : *Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang*
- [13] SAE, "SAE Handbook 1995", Volume II, *Society of Automotive Engineers Inc, Warrendal, PA, 1995.*
- [14] S. Kalia, L. Avérus, J. Njuguna, A. Dufresne, and B. M. Cherian, "Natural fibers, bio- and nanocomposites," *International Journal of Polymer Science*, vol. 2011, Article ID 735932, 2 pages, 2011