

OTOMATISASI SISTEM PENGISIAN TANGKI AIR DI AREA GAS CONDITIONING TOWER

Achmad Febryan Akbar¹; Sonki Prasetya¹; Rum Karimak²

¹Jurusan Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta,

²Electrical RMK 2, maintenance department, PT Holcim Indonesia Tbk. Tuban Plant,

Achmadfebryan.Holcim@gmail.com

Abstrak

Menara pendingin gas (gas conditioning tower) adalah alat yang digunakan untuk mendinginkan udara panas dalam industri semen. Alat ini mempunyai sebuah tangki air. Air dalam tangki ini akan diisap oleh pompa motor lalu disemprotkan melalui beberapa nosel (nozzle) yang berada dalam menara pendingin gas. Masalah yang terjadi adalah luapan air yang melebihi kapasitas tangki. Hal ini mengakibatkan terjadinya banjir di area sekitar tangki. Terdapat beberapa penyebab terjadinya luapan air tersebut. Penyebab yang pertama yaitu jenis katup yang digunakan sebelumnya tidak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Spesifikasi yang dibutuhkan yaitu katup harus dapat menutup dengan rapat. katup yang digunakan sebelumnya yaitu katup angkat (lift check valve). Katup ini tidak cocok sebagai katup penutup. Katup ini seharusnya digunakan sebagai pencegah aliran balik. Penyebab yang kedua adalah pelampung yang tidak dapat mengatur buka tutup katup dengan sempurna. Pelampung yang digunakan yaitu kontrol level model pelampung bola (ball floater). Pelampung ini cenderung tidak stabil dan kurangnya gaya untuk menggerakkan katup angkat. penyebab yang ketiga yaitu penggunaan sistem otomatisasi dengan prinsip kerja mekanik, dimana pemantauan kinerja katup dan tinggi air hanya dapat dilakukan langsung dari tangki.

Untuk mengatur semua sistem diatas berfungsi sesuai dengan target secara otomatis, maka kontrol logika terprogram (Programmable Logic Controller) digunakan sebagai pengendali dari sistem ini. Studi ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan sistem pengisian tangki air di area gas conditioning tower secara otomatis menggunakan PLC serta menganalisis masalah yang terjadi sebelum penerapan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi biaya penggunaan air dan mempermudah pengawasan dari ruang kontrol pusat (Central Control Room).

Pengamatan studi dilakukan dengan memperhitungkan berbagai aspek seperti jenis katup yang tepat dan pengujian efektifitas katup. Hasil yang didapat dari penggunaan katup angkat, dari bulan oktober sampai bulan desember yaitu terjadi kebocoran sebanyak 104 kali dengan total waktu 441,8 jam. Sedangkan setelah menggunakan katup bola, dari bulan januari sampai maret belum terjadi kebocoran sama sekali. Hasil yang didapat dari penerapan sistem otomasi ini dapat mengurangi biaya penggunaan air dan biaya bahan kimia yang dipakai untuk campuran air

Kata kunci: lift check valve, ball valve, gas conditioning tower, tangki air, kebocoran.

Abstract

Gas conditioning tower is a equipment used to cool hot air in the cement industry. This tool has a water tank. The water in this tank will be sucked by the motor pump and then sprayed through some nozzle in the gas conditioning tower. The problem is the overflow of water that exceeds the tank capacity. This results in flooding in the area around the tank. There are several causes of the occurrence of the water flood. The first cause is the type of valve used previously not in accordance with the required specifications. The required specification of the valve should be able to close tightly. The previous valve is the lift check valve. This valve is not suitable as a closing valve. This valve should be used as a backflow prevention. The second cause is a float that can not manage to open the valve cover perfectly. The float used is the level control of the ball floater model. These floats tend to be unstable and lack the force to drive the lift check valve. the third cause is the use of automation system with mechanical working principle, where the monitoring of valve performance and water level can only be done directly from the tank.

To set all the above systems to function in accordance with the target automatically, then Programmable Logic Controller (PLC) is used as the controller of this system. This study aims to design and implement a water tank filling system in the conditioning conditioning tower area automatically using PLC and analyzing problems that occur before implementation. It aims to reduce the cost of water use and facilitate the supervision of the Central Control Room.

Study observations were conducted by taking into account various aspects such as the right type of valve and valve effectiveness testing. The results obtained from the use of lift check valve, from October to December declared 104 times with a total time of 441.8 hours. Meanwhile, after using the ball valve, from January to March no leak has occurred at all. The results obtained from the implementation of this automation system can reduce the cost of water use and the cost of chemicals used for water additives.

Keywords: lift check valve, ball valve, gas conditioning tower, water tank, leakage.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di dalam suatu pabrik semen terdapat *gas conditioning tower*. Alat ini digunakan untuk mendinginkan gas panas sebelum masuk ke *bag filter*. *Gas Conditioning Tower Running* apabila *Raw Mill stop* dan pada saat itu juga *kiln* masih dalam posisi *Running*. Fungsi *Gas Conditioning Tower* sebagai pendingin gas panas yang keluar dari *Kiln*, *Cooler* dan *Preheater*[1]. Di dalam *Gas Conditioning Tower* terdapat beberapa *nozzle* yang menyemburkan udara dan air. Udara digunakan untuk mengkabutkan air sehingga proses *cooling* merata. Jika air dalam tangki habis maka *Kiln* harus *distop* untuk mencegah gas panas merusak *Bag Filter* bahkan dapat keluar ke udara bebas dan berbahaya bagi lingkungan. air tersebut berasal dari tangki yang berada di bawah *GCT* sedangkan udara berasal dari *compressor*.

Tangki air 422-CT1 diisi dari satu *line* pipa dengan satu *unit valve*. Air dari tangki didistribusikan menggunakan salah satu dari dua unit *motor pump*. Jika satu unit *motor pump* tidak bekerja dapat digantikan dengan *motor pump* yang lain.

Masalah yang paling sering terjadi pada tangki air 422-CT1 adalah meluapnya *level* air hingga melebihi batas maksimal tangki, Sehingga mengakibatkan adanya genangan air di area sekitar tangki. Jika hal tersebut terus terjadi maka dapat menambah biaya pemakaian air. Bukan hanya itu, cairan kimia untuk campuran air juga akan terbuang percuma.

Saat masalah itu terjadi, maka karyawan produksi harus menangani dengan segera. Hal yang dilakukan selama ini adalah dengan mengikat tuas pelampung pada sesuatu. Hal itu dinilai cukup efektif untuk menutup aliran air. Tapi jika *Raw Mill* tiba-tiba *stop* maka karyawan produksi harus segera membuka *valve* jangan sampai air dalam tangki habis.

Valve yang digunakan sebelumnya adalah *Lift Check Valve* dengan tuas yang dihubungkan secara mekanik dengan pelampung. Masalah yang terjadi adalah *valve* tidak dapat menutup sempurna sehingga air dapat melewatinya. *Improvement* yang akan dilakukan yaitu mengganti *lift check valve* dengan *Ball Valve*. Hal tersebut diharapkan dapat mencegah air meluap seperti yang terjadi sebelumnya.

Dalam proses instalasinya Terdapat dua indikasi *level* yaitu *medium* dan *high*. Indikasi ini terhubung dengan PLC. Sistem ini beroperasi menggunakan *rotary rack and pinion actuator* sebagai aktuator dengan *input pressure* 5,6 bar untuk memutar ball valve, sedangkan system kontrolnya memakai *solenoid* yang terhubung ke PLC. Di atas *valve* terdapat dua *limit switch* sebagai indikasi *valve open* dan *closed*.

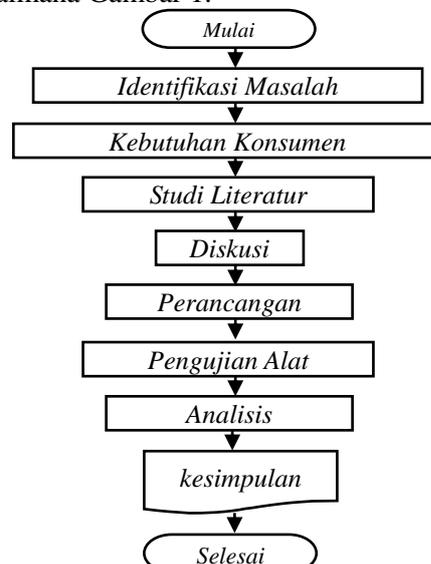
1.2. Tujuan

1. Melakukan pemilihan ulang *valve* untuk mencegah terjadinya kebocoran.
2. Membuat sistem kontrol untuk mengatur dan mengawasi operasi *valve* dari CCR.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir Perancangan

Metode yang digunakan digambarkan dengan diagram alir otomatisasi sistem pengisian air untuk mencegah luapan air tangki di 422-CT1 sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir

2.2. Penjelasan Diagram Alir Perancangan

1) Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengamatan pada sistem pengisian tangki air di 422-CT1 yang meluap melebihi kapasitas tangki. Mengamati mengapa hal itu bisa terjadi dan mencari sumber utama masalah tersebut. Pada tahap ini pula dilakukan observasi mengenai sistem pengisian air yang dapat mencegah masalah tersebut terjadi kembali. Fungsi observasi adalah untuk mencari masalah, hambatan dan data awal dalam proses proses pengisian air. Beberapa aktifitas observasi sebagai berikut:

a) Kajian penyebab dari masalah.

Kajian yang pertama dilakukan yaitu mencari penyebab utama dari masalah yang terjadi. Berikut ini root cause analysis dari kebocoran *valve*.

Tabel 1. Pemecahan masalah

Akar Masalah	Pemecahan Masalah	Catatan
1. Tipe valve tidak direkomendasikan sebagai katup penutup aliran.	1. Penggantian tipe valve dari lift check valve menjadi ball valve.	1. Ball valve actuator unit VZBA-4"-GG-63-T-22-F10-V4V4T-PS240-R-90-4-C.
2. Terdapat kerak kapur dan karat pada plug.	2. Penggunaan ball valve yang tahan karat dan kerak kapur.	2. Terdapat lapisan chrome pala bola.
3. Kurangnya gaya dari tuas pelampung.	3. Penggunaan rotary rack and pinion actuator sebagai penggerak valve.	3. Aktuator pneumatik dengan input 5,6 sampai 8,4 bar

b) Kelebihan dan kekurangan desain awal

Berikut ini kekurangan dan kelebihan sistem otomatisasi dengan prinsip kerja mekanik.

-Kekurangan:

- Valve tidak dapat menutup rapat.
- Pengoperasian alat hanya dapat dipantau secara langsung dari area tersebut.

-Kelebihan:

- Design simpel.
- Fabrikasi dan pemasangan mudah.

c) Memeriksa kondisi bagian-bagian pada valve dan pelampung.

d) Melakukan pengukuran bagian pipa dan flange untuk data pengukuran seperti pada gambar 3.3.

2) Kebutuhan Konsumen

Menggali data tentang kebutuhan konsumen. Konsumen dalam hal ini adalah Departemen Produksi dan Maintenance. Dari pihak terkait, didapatkan kebutuhan dari masing-masing konsumen yang mungkin berbeda prioritas kepentingannya. Pembahasan tentang kebutuhan konsumen akan dibahas pada BAB IV.

3) Studi Literatur

Mengumpulkan data dan informasi terkait tugas akhir ini, baik dalam buku, jurnal, maupun sumber informasi lainnya. Penerapan metode ini digunakan untuk mempelajari dan mendapatkan spesifikasi alat, teori-teori serta data penunjang yang berkaitan dengan permasalahan.

4) Diskusi

Diskusi dilakukan untuk mengembangkan informasi yang didapat dari pelaksanaan observasi, kebutuhan konsumen dan hasil studi literatur. Diskusi dilakukan dengan pembimbing lapangan, dosen pembimbing, teman di EVE maupun mahasiswa, pihak yang kompeten dibidangnya dan pihak lain yang terkait, seperti pihak *Electric*, Produksi dan Mekanik. Dengan diskusi diharapkan ide-ide baru muncul untuk menemukan solusi untuk mengatasi masalah yang terjadi. Diskusi membahas tentang masalah-masalah yang terjadi mengenai meluapnya air tangki. Selain pembahasan masalah, diskusi ini dilakukan untuk menemukan solusi penyelesaian masalah.

5) Perancangan

Setelah kebutuhan konsumen didapat, selanjutnya dilakukan perencanaan. Perancangan berdasarkan perhitungan matematis untuk mengetahui kebutuhan, kelayakan dan kesesuaian rancangan. Perancangan tersebut meliputi:

- a) Prinsip kerja alat.
- b) Perancangan hardware
- c) Perancangan pneumatik
- d) Perancangan Distributed Control System (DCS)

6) Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah modifikasi yang dilakukan tidak menimbulkan masalah yang sama dan masalah baru. Pengujian yang dilakukan meliputi:

- a) Pengujian waktu pengisian dan pengosongan air.
- b) Pengujian waktu berpindah dari *open to close* dan *close to open*.
- c) Pengujian tinggi level air terhadap kerja pelampung

7) Analisis

Analisis dilakukan dengan cara menganalisis kerugian saat terjadi kerusakan sebelum pelaksanaan tugas akhir. Analisis kerugian dilihat dari segi biaya.

2.3. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Tugas Akhir

Tempat pelaksanaan tugas akhir ini dilakukan di PT Holcim Indonesia Tbk Pabrik Tuban tepatnya di *Conditioning Tower Area*. Waktu pelaksanaan Tugas Akhir dilakukan mulai bulan November 2017 sampai Juni 2018.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kebutuhan Konsumen

Pembuatan sistem otomatisasi pengisian air dilatarbelakangi oleh kondisi *valve* yang tidak dapat menutup sempurna, serta bertujuan untuk mempermudah pengawasan dan pengaturan kerja alat dari CCR, oleh karena itu proses pembuatan sistem pengisian tangki air ini disesuaikan dengan kriteria konsep rancangan yang telah disusun berdasarkan kebutuhan konsumen.

Kriteria konsep rancangan *valve* yang telah disusun diantaranya:

1. *Valve* yang dapat menutup dengan rapat.
2. Tahan terhadap karat dan kerak kapur.
3. Mampu menahan air bertekanan tinggi.
4. Waktu bertukar yang singkat.
5. Harga setiap komponen alat dapat dijangkau.

Kriteria konsep rancangan sensor *level* yang telah disusun diantaranya:

1. Harga alat dapat dijangkau.
2. Bekerja menggunakan *digital input*.
3. Ketelitian pembacaan *level*.

3.2. Desain

Instalasi suatu sistem pengisian air ini terdapat dua komponen utama yaitu *valve* dan pelampung. Berikut ini konsep desain dari *valve* dan pelampung.

3.2.1. Konsep Desain Valve

Setelah mengetahui kriteria konsep rancangan yang telah ditentukan, maka dapat menyusun konsep desain *valve* yang akan pakai, yaitu diantaranya :

1. Konsep Pertama

Konsep yang pertama yaitu menggunakan *gate valve*. *Gate valve* ini digerakkan oleh satu *unit* silinder kerja ganda bertenaga pneumatik.

2. Konsep kedua

Konsep yang kedua yaitu menggunakan *butterfly valve*. *Butterfly valve* ini digerakkan oleh satu *unit Rotary Actuator* bertenaga pneumatik.

3. Konsep ketiga

Konsep yang ketiga yaitu menggunakan *ball valve*. *Ball valve* ini digerakkan oleh satu *unit Rotary Actuator*.

3.2.2. Pemilihan Desain Valve

Setelah dilakukan proses pembuatan desain, maka perlu dilakukan pemilihan desain yang sesuai dengan kriteria konsep rancangan yang telah dibuat sebelumnya, hal ini dilakukan dengan menggunakan media tabel pembobotan, seperti pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Tabel pembobotan *valve*

No.	Aspek Penilaian	Bobot (%)	Konsep					
			1		2		3	
			Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)
1	<i>Valve</i> yang dapat menutup dengan rapat.	25	4	20	4	20	5	25
2	Tahan terhadap karat dan kerak kapur	25	4	20	4	20	5	25

3	Mampu menahan air bertekanan tinggi.	20	3	12	2	8	3	12
4	Waktu bertukar yang singkat	20	3	12	4	16	4	16
5	Harga setiap komponen alat dapat dijangkau	10	5	10	5	10	4	8
Total Nilai		100		74		74		86

Tabel 2 menjelaskan bahwa: desain yang paling aplikatif dan sesuai dengan kriteria konsep rancangan adalah konsep ketiga.

3.2.3. Konsep Desain Sensor Level

Setelah mengetahui kriteria konsep rancangan yang telah ditentukan, maka kita dapat menyusun konsep desain indikator level yang akan pakai, yaitu diantaranya:

1. Konsep Pertama

Konsep yang pertama yaitu menggunakan *float switch*. *Float switch* ini hanya menggunakan prinsip kerja open dan close.

2. Konsep Kedua

Konsep yang kedua yaitu menggunakan *electrode level sensor*. Prinsip kerja dari detektor ini adalah perubahan resistansi antara elektrode dengan air sebagai media penghantarnya.

3. Konsep ketiga

Konsep yang ketiga yaitu menggunakan sensor ultrasonik. Prinsip kerja sensor ultrasonik ini yaitu dengan memancarkan gelombang ultrasonik dari suatu transmitter lalu gelombang tersebut dibaca oleh sebuah *receiver*.

3.2.4. Pemilihan desain

Setelah dilakukan proses pembuatan desain, maka perlu dilakukan pemilihan desain yang sesuai dengan kriteria konsep rancangan yang telah dibuat sebelumnya, hal ini dilakukan dengan menggunakan media tabel pembobotan, seperti pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Tabel pembobotan sensor level

No.	Aspek Penilaian	Bobot (%)	Konsep					
			1		1		1	
			Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai Bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai x Bobot (%)
1	Harga alat dapat dijangkau.	50	5	50	3	30	2	20
2	Bekerja menggunakan digital input.	30	4	24	4	24	2	12
3	Ketelitian pembacaan level.	20	3	12	4	16	5	20
Total Nilai		100		86		70		52

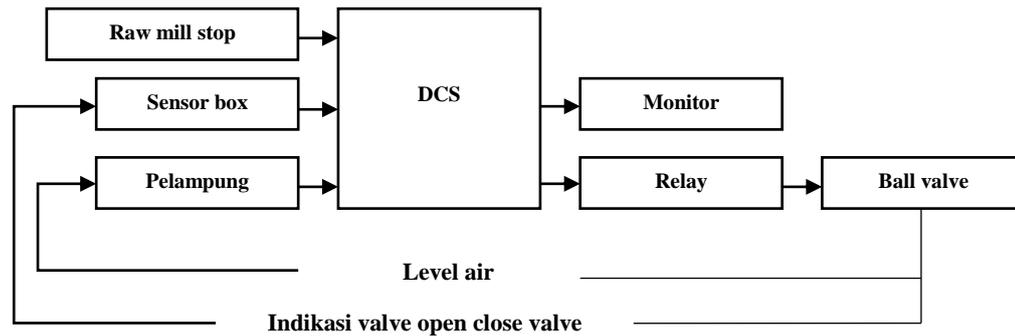
Tabel 3 menjelaskan bahwa: desain yang paling aplikatif dan sesuai dengan kriteria konsep rancangan adalah konsep pertama.

3.3. Perancangan Alat Tugas Akhir

Pada tahap perancangan alat, dilakukan pembuatan rangkaian sesuai dengan konsep desain yang telah ditentukan, hal ini ditujukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai. Beberapa tahapan perancangan sistem pengisian air diantaranya:

3.3.1. Prinsip Kerja Alat

Tahap pertama dalam perancangan suatu sistem adalah pembuatan prinsip kerja. Prinsip kerja dari sistem pengisian tangki air ini ditunjukkan pada diagram blok pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok

Sistem alat ini menggunakan *distributed control system* (DCS) sebagai pengendali utamanya. Sistem ini *interlock* dengan *raw mill*, jadi ketika *raw mill stop* maka secara langsung *valve* akan terbuka. Terdapat empat sinyal input yang masing-masing digunakan sebagai pembacaan *level air* dan sebagai indikator *open close* pada *ball valve*, kemudian sinyal tersebut masuk melalui terminal I/O module dan diolah didalam *distributed control system* (DCS). Sebagai *output* digunakan sebuah *solenoid* sebagai pemicu berpindahnya posisi *ball valve*. Sebagai sinyal *output* juga digunakan monitor untuk menampilkan program yang sedang berjalan.

Prinsip kerja alat ini dimulai ketika *raw mill stop*. Lalu modul *digital output* (DO) mengaktifkan *relay*, dari relay tersebut sinyal listrik 24VDC menuju ke solenoid dan membuka *ball valve*. Ketika *ball valve* terbuka penuh maka *sensor box* akan memberi indikasi bahwa *ball valve* telah terbuka. Dari indikasi tersebut dapat diketahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk pengisian air.

Pada saat pengisian sudah mencapai *high level* maka *level switch* akan mengindikasikan bahwa air sudah penuh. Lalu *valve* akan menutup dan *sensor box* memberikan indikasi bahwa *valve* telah tertutup serta menampilkan waktunya. Lalu *valve* akan terbuka lagi ketika *medium level* dan seterusnya.

3.3.2. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik ini bertujuan untuk menentukan spesifikasi alat yang akan digunakan serta menentukan posisi dimana alat-alat tersebut akan ditempatkan.

1. Pemilihan Tipe Ball Valve

Pipa yang digunakan sebagai sumber pengisian tangki mempunyai diameter 100mm. Jadi yang selanjutnya dilakukan yaitu memilih spesifikasi *ball valve* dengan tipe sesuai pipa tersebut. Tipe *ball valve* produk dari festo ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi *ball valve*[2]

Type	B1	D ∅	H1	H2	H3	L1	L2	≈G 2
VZBA-4"-GG-63-T-22-F10-V4V4T-PS240-R-90-4-C	134.9	100	272.9	210.9	30	520.5	240	19

Jadi *ball valve* yang digunakan yaitu *ball valve actuator unit* VZBA-4"-GG-63-T-22-F10-V4V4T-PS240-R-90-4-C.

Setelah mengetahui menentukan tipe *ball valve* maka dapat diketahui dimensi *flange* yang digunakan sebagai penghubung *ball valve* dengan pipa.

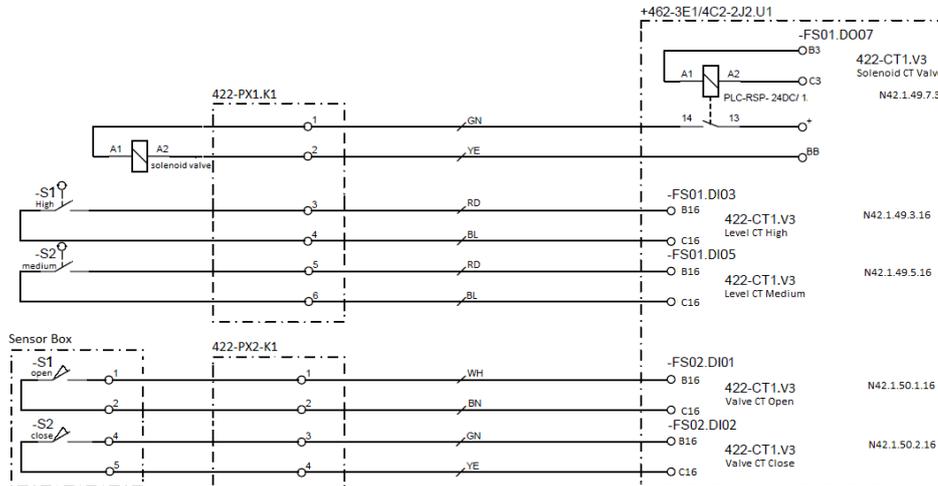
2. Penentuan Posisi *Float Switch*

Penentuan posisi *float switch* ini harus pada posisi yang aman, pastikan jika *float switch* mengapung tidak melebihi tinggi tangki. Jika posisinya terlalu tinggi maka luapan air akan terjadi kembali.

Setelah posisi *float switch* diatur maka dapat diukur pada *level* berapa alat itu bekerja. Jadi *float switch medium* bekerja ketika berada 540mm dari puncak tangki dan *float switch high* bekerja ketika berada 130mm dari puncak tangki. Sedangkan tinggi adalah 1020mm.

3.3.3. Perancangan Hardware

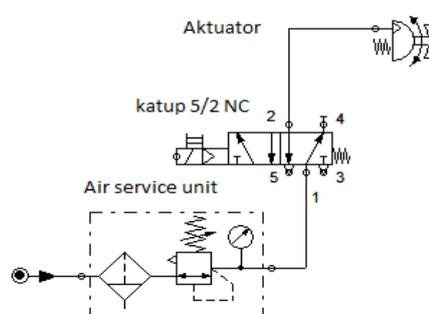
Perancangan dan pembuatan *hardware* ini meliputi beberapa blok komponen, antara lain solenoid, dua *float switch*, *sensor box* dengan dua *limit switch* dan rangkaian *I/O module*. Instalasi rangkaian pengisian tangki air ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Wiring diagram tangki air

3.3.4. Perancangan Pneumatik

Perancangan dan pembuatan rangkaian pneumatik ini meliputi beberapa blok komponen, antara lain air service unit (ACU), katup 5/2 NC dengan penggerak solenoid dan pegas lalu sebagai aktuatornya adalah *rotary rack and pinion actuator single acting*. Rangkaian pneumatik pengisian tangki air ditampilkan pada gambar 4.

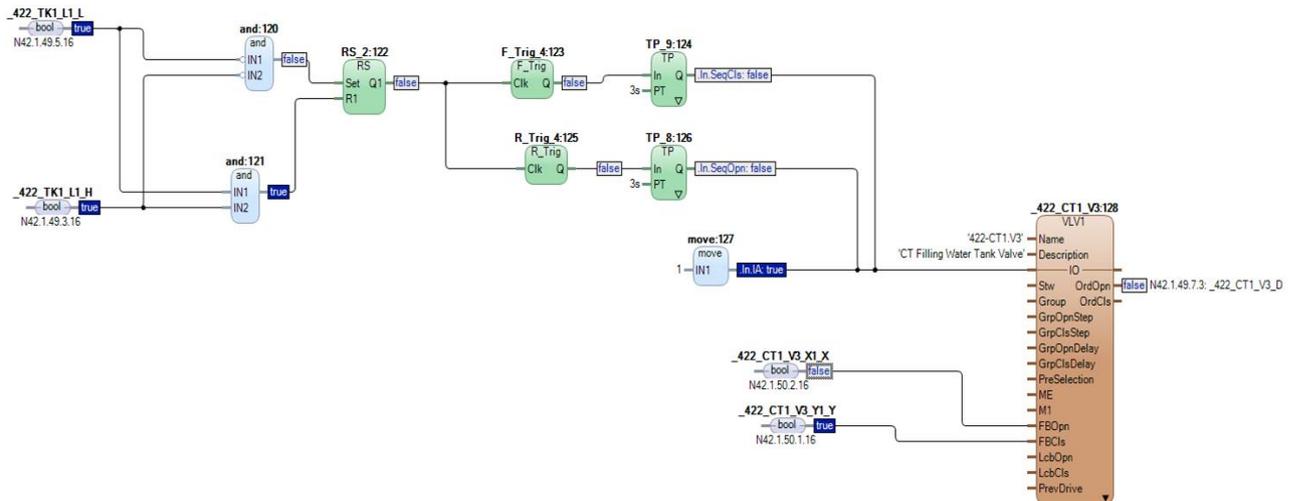


Gambar 4. Rangkaian pneumatik

3.3.5. Perancangan Distributed Control System (DCS)

Secara dasar kontrol pada DCS menyerupai sistem kontrol pada PLC, hanya saja perbedaan terletak pada modul-modul yang digunakan. Hal ini di sebabkan adanya penggunaan display keseluruhan sistem *plant* dan juga komunikasi pada DCS. Selain terkoneksi pada HMI (*Human Machine Interface*), DCS juga membawahi kinerja sistem PLC, selain dalam hal pemrograman dan segi komunikasi pun kompleks. Digunakannya modul-modul I/O pun dibedakan menjadi dua jenis, yaitu digital dan analog.

Perancangan rangkaian PLC ini menggunakan aplikasi *Control Builder M Professional* versi 5.1.1 dengan bahasa pemrograman menggunakan *Function Block Diagram* (FBD) sedangkan untuk *display*-nya menggunakan ABB 800XA DCS Operator Interfaces. Desain program PLC terdapat pada gambar 5.



Gambar 5. Desain program PLC

Gambar 5 menjelaskan tentang prinsip kerja rangkaian PLC sebagai berikut:

1. Saat kondisi level tangki air rendah, **pelampung high** mengindikasikan (**FALSE**) dan **pelampung medium** mengindikasikan (**FALSE**) maka **Ball Valve** terbuka (**TRUE**).
2. Ketika **Ball Valve** sudah pada posisi terbuka maka **limit switch open indicator** mengindikasikan (**TRUE**) sehingga CCR mengetahui bahwa **Ball Valve** sedang dalam posisi terbuka.
3. Setelah **Ball Valve** terbuka maka level tangki air akan naik.
4. Saat kondisi level tangki air tinggi, **pelampung high** mengindikasikan (**TRUE**) dan **pelampung medium** mengindikasikan (**TRUE**) maka **Ball Valve** tertutup (**FALSE**).
5. Ketika **Ball Valve** sudah pada posisi tertutup maka **limit switch closed indicator** mengindikasikan (**TRUE**) sehingga CCR mengetahui bahwa **Ball Valve** sedang dalam posisi tertutup.
6. Setelah **Ball Valve** tertutup maka level tangki air akan turun.
7. Prinsip kerja akan berulang ketika level tangki air rendah.

3.4. Pengujian Sistem Pengisian Tangki Air

Pengujian sistem ini dilakukan untuk mengetahui keandalan dari alat yang telah terpasang.

3.4.1. Pengujian Waktu Pengisian Dan Pengosongan Air

Pengujian sistem pengisian dan pengosongan air ini dilakukan menggunakan ABB 800XA DCS Operator Interfaces di CCR. Waktu pengisian dan pengosongan ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian waktu pengisian dan pengosongan air

No.	HAC	Indikasi	Durasi (menit)				
			1	2	3	4	5
1	422-CT1.V3	Pengisian	02:47	02:46	02:48	02:48	02:42
2	422-CT1.V3	Pengosongan	03:54	04:04	04:06	04:14	04:15

Tabel 5 menjelaskan bahwa waktu pengisian rata-rata 02 menit 46 detik dan waktu pengosongan adalah 04 menit 16 detik.

3.4.2. Pengujian Waktu Berpindah Dari Open To Close Dan Close To Open

Pengujian waktu berpindah dari *close to open* dan *open to close* pada sistem ini dilakukan menggunakan rekaman *video*. Waktu berpindah dari *close to Open* dan *open to close* ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Pengujian waktu berpindah

No.	HAC	Indikasi	Durasi (detik)				
			1	2	3	4	5
1	422-CT1.V3	<i>close to open</i>	0,32	0,33	0,32	0,33	0,33
2	422-CT1.V3	<i>open to close</i>	0,35	0,35	0,34	0,35	0,35

Tabel 6 menjelaskan bahwa waktu berpindah dari *close to open* rata-rata adalah 0,326 detik dan waktu berpindah *open to close* rata-rata adalah 0,348 detik.

3.4.3. Pengujian Tinggi Level Air Terhadap Kerja Pelampung

Pengujian tinggi level air terhadap kerja pelampung ini dilakukan menggunakan *measuring tape* yang didekatkan pada tiang pelampung. Jarak yang diukur adalah jarak antara tutup tangki dan level air. Tinggi level air terhadap kerja pelampung ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Tinggi level air terhadap kerja pelampung

No.	HAC	Jarak Yang Diukur	Panjang Jarak (mm)				
			1	2	3	4	5
1	422-CT1.V3	Antara tutup tangki dan level air medium	560	540	540	535	525
2	422-CT1.V3	Antara tutup tangki dan level air high	140	120	135	130	125

Tabel 7 menjelaskan bahwa jarak rata-rata antara tutup tangki dan level air medium adalah 540mm dan jarak rata-rata antara tutup tangki dan level air high adalah 130mm. jarak rata-rata antara level air medium dan level air high adalah 410mm atau 0,41m.

3.5. Hasil Perhitungan Debit Air

Dari pengujian melalui ABB 800XA DCS *Operator Interfaces* dapat diambil data debit air output yaitu 32,2 m³/h dan rata-rata waktu pengisian adalah 02:46 menit, sedangkan dimensi tangki dan tinggi pengisian air didapat dari pengukuran manual di lapangan. Maka debit air yang masuk dapat ditemukan dengan persamaan berikut.

Diketahui :

$$Q_2 = 32,2 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00894 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$t = 166 \text{ s}$$

$$A = 5,5825 \text{ m}^2$$

$$h = 0,41 \text{ m}$$

Ditanya: $Q_1 = \dots ?$

Jawab :

$$(Q_1 - Q_2)t = A \cdot h \quad \text{[persamaan 1] [3]}$$

$$(Q_1 - Q_2) = \frac{A \cdot h}{t} \quad \text{[persamaan 2]}$$

$$(Q_1 - 0,00894 \text{ m}^3/\text{s}) = \frac{5,5825 \text{ m}^2 \cdot 0,41 \text{ m}}{166 \text{ s}} \quad \text{[persamaan 3]}$$

$$Q_1 = 0,00894 \text{ m}^3/\text{s} + 0,013788102 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{[persamaan 4]}$$

$$Q_1 = 0,022732546854083 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{[persamaan 5]}$$

$$Q_1 = 81,83716867 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{[persamaan 6]}$$

3.6. Dampak Setelah Pemasangan Alat

Hasil yang didapat dari penggunaan *lift check valve*, dari bulan Oktober sampai bulan Desember yaitu terjadi kebocoran sebanyak 104 kali dengan total waktu 441,8 jam. Sedangkan setelah menggunakan *ball valve*, dari bulan Januari sampai Maret belum terjadi kebocoran sama sekali.

3.7. Perkiraan Biaya Kembali

Hasil yang didapat dari penerapan sistem pengisian tangki air ini yaitu dapat mengurangi biaya penggunaan air dan biaya bahan kimia yang dipakai untuk campuran air. Keuntungan menggunakan sistem ini dapat diketahui dengan membandingkan biaya pembelian alat yang terdapat pada Tabel 8 dan biaya pemborosan bahan kimia yang dipakai yang terdapat pada Tabel 9 lalu ditambah dengan biaya pajak air bawah tanah (ABT).

Tabel 8. Biaya pembelian alat

Item	Keterangan	Price/Unit (Rp)	Qty	Total (Rp)
1	Ball valve actuator unit	Rp 27.437.753	1	Rp 27.437.753
2	solenoid valve	Rp 910.284	1	Rp 910.284
3	solenoid coil	Rp 152.586	1	Rp 152.586
4	Socket connector	Rp 37.144	1	Rp 37.144
5	sensor box	Rp 795.191	1	Rp 795.191
Net Total				Rp 29.332.958
PPN 10%				Rp 2.933.296
Total				Rp 32.266.254

Tabel 9. Biaya cairan kimia

Cairan kimia	Takaran	Harga per 20 Ltr	Biaya cairan kimia per kubik air
Anti scalant	30 ppm	Rp 1.761.194	Rp 53

Corrosion inhibitor	100 ppm	Rp 1.921.302	Rp 192
Biocide	100 ppm	Rp 2.241.519	Rp 224
Biaya per m ³			Rp 469
Biaya per jam (81,8m ³)			Rp 38.374
Biaya per bulan (kebocoran rata-rata =147 jam)			Rp 5.640.955

Pajak penggunaan air bawah tanah

Pajak yang dilaporkan = harga dasar air x volume pengambilan x 20%
= Rp 780 per m³ [4] x 12024,6 m³ x 20%
= Rp 1.875.838

Jadi total biaya yang diakibatkan kebocoran valve sebagai berikut

Total biaya = Biaya pajak ABT + Biaya cairan kimia
= Rp 1.875.838 + Rp 5.640.955
= Rp 7.516.793

Berdasarkan data dari Tabel 4.6 dan Tabel 4.7, dapat dihitung waktu yang diperlukan untuk menutupi biaya pembelian alat dengan rumus berikut :

Waktu = Biaya Pembelian Alat / Biaya operasional yang dihilangkan
= Rp 32.266.254 / Rp 7.516.793 / Bulan
= 4 Bulan 8 Hari

Jadi waktu yang diperlukan untuk menutupi biaya pembelian alat adalah 4 bulan 8 hari sejak alat untuk otomatisasi sistem pengisian tangki air ini dipasang, untuk selanjutnya didapatkan manfaat dari pemasangan alat tersebut.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil tugas akhir otomatisasi sistem pengisian tangki air di area *gas conditioning tower* didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan *ball valve* pada sistem pengisian tangki air dinilai mampu mengatasi masalah kebocoran. *Ball valve* merupakan tipe *valve* yang tepat dalam penutupan aliran air. Keunggulan lain yang dimiliki *ball valve* adalah ketahanan terhadap karat dan kerak kapur. *Rotary rack and pinion aktuator* dipilih sebagai penggerak *ball valve*. Aktuator ini dapat bekerja dengan udara bertekanan 5,6 bar sampai 8,4 bar. Tekanan yang dipakai sekarang adalah 5,6 bar, tekanan yang rendah dipakai supaya dapat memperpanjang usia pemakaian, jika *valve* tidak mampu bekerja maka input udara dapat ditambah sesuai kebutuhan. Hasil yang didapat dari penggunaan *lift check valve*, dari bulan Oktober sampai bulan Desember yaitu terjadi kebocoran sebanyak 104 kali dengan total waktu 441,8 jam. Sedangkan setelah menggunakan *ball valve*, dari bulan Januari sampai Maret belum terjadi kebocoran sama sekali. Hasil yang didapat dari penerapan sistem otomasi ini dapat mengurangi biaya penggunaan air dan biaya bahan kimia yang dipakai untuk campuran air.
2. Setelah sistem otomatisasi pengisian tangki air ini diterapkan, pengawasan proses kerja alat dapat dilakukan dari *central control room (CCR)*. *Monitoring* dilakukan menggunakan *ABB 800XA DCS Operator Interfaces* dan diprogram menggunakan *Control Builder M Professional* versi 5.1.1 dengan *Function Block Diagram (FBD)* sebagai bahasa pemrograman, bila lampu indikator berwarna hijau maka *valve* pada posisi terbuka dan bila lampu indikator mati maka *valve* pada posisi tertutup. Data waktu buka dan tutup ter-*record* dalam sistem. Data tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk tabel atau bentuk grafik. Data yang diperoleh yaitu waktu pengisian rata-rata 02 menit 46 detik dan waktu pengosongan adalah 04 menit 16 detik. Waktu tersebut dapat berubah-ubah tergantung pada debit air *input*, debit air *output*, lama waktu *valve* berputar dan pembacaan *level* pelampung yang kurang stabil.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. H. Duda, *Cement Data Book 1*. Berlin: French & European Pubns, 1985.
- [2] Festo, "Ball valve actuator units VZBA," vol. 8, ed. Esslingen: festo, 2016.
- [3] L. H. Indra Saputra, Sri Ratna S, "Perancangan Water Level Control Menggunakan PLC Omron Sysmac C200H Yang Dilengkapi Software SCADA Wonderware InTouch 10.5," *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 7, 2013.
- [4] (2017). *Surat Pemberitahuan Pajak Daerah (SPTPD) Pajak Air Bawah Tanah*.