

RANCANGAN SMART RELAY ZELIO PADA PENGOPERASIAN POMPA AIR BERSIH GEDUNG BERTINGKAT

Muhammad Suhendar¹, M. Hariansyah²

¹Mahasiswa Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Universitas
Ibn Khadun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2 Bogor., 16162

²Dosen Tetap Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khadun
Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2 Bogor., 16162

E-mail : suhendarmuhammad59@gmail.com
m.haryansyah68@ft.uika-bogor.ac.id

ABSTRAK

RANCANGAN SMART RELAY ZELIO PADA PENGOPERASIAN POMPA AIR BERSIH GEDUNG BERTINGKAT. Telah dilakukan penelitian tentang Rancangan Smart Relay Zelio pada Pengoperasian Pompa Air Bersih Gedung Bertingkat, dengan latar belakang sistem pengoperasian pompa air bersih pada hotel padjadjaran resort yang masih menggunakan sistem kontrol konvensional. Dimana sistem kontrol konvensional tersebut memiliki banyak kelemahan dan kekurangannya, diantaranya sering terjadi gangguan dari instalasi atau control mekaniknya, proses troubleshooting yang sulit dilakukan ketika terjadi troubleshoot pada rangkain kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menggantikan sistem panel kontrol konvensional pompa air bersih yang telah ada menjadi sebuah sistem panel kontrol pompa air bersih berbasis Smart Relay Zelio SRB3261FU, dan menghasilkan sistem kendali otomatis dan manual pengoperasian pompa transfer dan booster Gedung bertingkat yang respon time antara pengisian air dari GWT menuju Rooftang, dan Pendistribusian air dari rooftang menuju ke pemukiman. Dalam penelitian ini menghasilkan panel kendali pengoperasian pompa air bersih gedung bertingkat berbasis Smart relay zelio yang dapat mengoperasikan 2 sistem pompa yaitu, Sistem pengoperasian pompa transfer yang dapat berkerja secara otomatis dengan menggunakan sistem Water Level Control sebagai alat pendeteksi level air pada tangki atas (Rooftank), dan dapat berkerja secara manual dengan menggunakan tombol pushbooton, dan Sistem pengoperasian pompa booster yang dapat berkerja secara otomatis dengan menggunakan Pressure Switch sebagai alat pendeteksi tekanan air dalam pipa distribusi, dan dapat berkerja secara manual dengan menggunakan tombol tekan pushbooton.

Kata Kunci : Smart Relay Zelio, Rangkain Sistem Kendali Pengoperasian Pompa Air bersih.

1. PENDAHULUAN

Pemenuhan kebutuhan suplai air bersih yang maksimal pada sebuah gedung bertingkat sangatlah dibutuhkan, oleh karena itu pengisian air dari GWT (*Ground Water Tank*) ke *Rooftank* dan dari *Rooftank* ke pemukiman haruslah dijaga keberadaannya setiap waktu dan setiap saat. Maka diperlukan teknologi yang berkerja secara otomatis yang dapat mengendalikan dan mengontrol seluruh operasional pompa air bersih baik secara kinerja maupun segi keamanannya. Pada saat ini sistem pengoperasian pompa air bersih pada gedung bertingkat umumnya masih menggunakan sistem otomatis dengan sistem kontrol konvensional yang terdiri atas beberapa komponen yaitu Relai, magnetik kontaktor, dan komponen pembantu lainnya. namun sistem tersebut memiliki banyak kelemahan dan kekurangannya, diantaranya sering terjadi gangguan dari instalasinya atau control mekaniknya, banyaknya pengkabelan didalam panel karena ada beberapa relay dan komponen

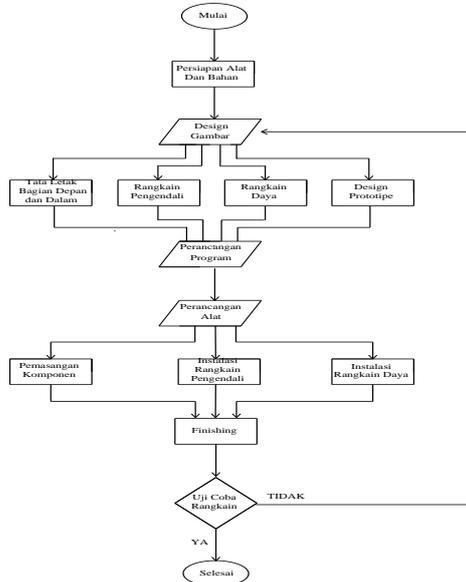
kontak bantu lainya yang terpasang sehingga proses troubleshooting akan sulit dilakukan.

Dalam upaya mengatasi permasalahan pada sistem konvensional pengoperasian pompa air bersih gedung bertingkat, diperlukan sistem pengoperasian pompa air bersih yang terbaru. Penggunaan Smart Relay bisa menjadi pilihan untuk sistem pengoperasian pompa air bersih yang terbaru, karena Smart Relay memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan konvensional, diantaranya smart relay Bersifat fleksibel dan sangat handal dalam proses kerjanya, proses troubleshooting akan sangat mudah dilakukan karena bahasa program yang digunakan untuk menjalankan Smart Relay dapat disimpan dikomputer yang setiap saat dapat dilihat kembali untuk membantu perbaikan panel. Dalam pemilihan tugas akhir ini akan diterapkan sistem kontrol pengoperasian pompa air bersih berbasis *Smart Relay Zelio*, untuk menggantikan rangkaian sederetan relay dan kontak bantu lainya yang dijumpai pada

sistem kontrol konvensional pengoperasian pompa air bersih gedung bertingkat.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan untuk perolehan tujuan penelitian. Adapun tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada flowchart pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian

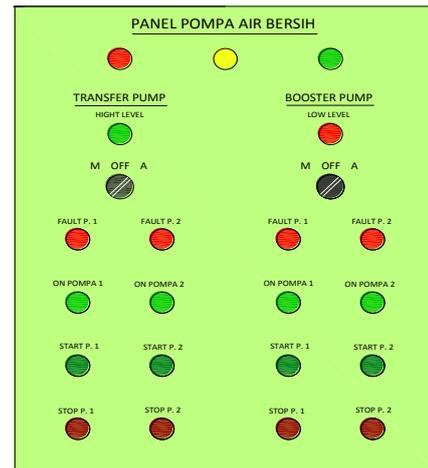
2.1 Perancangan Desain Gambar

Untuk mempermudah dalam proses rancang bangun sistem kendali ini maka di buat desain gambar terlebih dahulu. Adapun desain gambar yang dibuat antara lain: (a) Desain gambar tata letak bagian depan box panel, (b) Desain gambar tata letak bagian dalam box panel, (c) Desain gambar rangkaian pengendali pengoperasian pompa air bersih dan (d) Desain gambar rangkaian daya pengoperasian pompa air bersih.

a. Perancangan Desain Gambar Tata Letak Bagian Depan Box Panel

Perancangan desain gambar tata letak bagian depan ini merupakan proses penempatan bahan yang akan di letakan pada bagian pintu panel. Adapun bahan yang akan di pasang pada bagian ini antara lain: Selector switch, Push button, Pilot lamp.

Pada proses ini diperlukan kerapihan dan tampilan yang baik karena pada bagian ini adalah bagian yang pertama kali akan dilihat. Untuk desain gambar tata letak bagian depan box panel dapat dilihat pada Gambar 2.

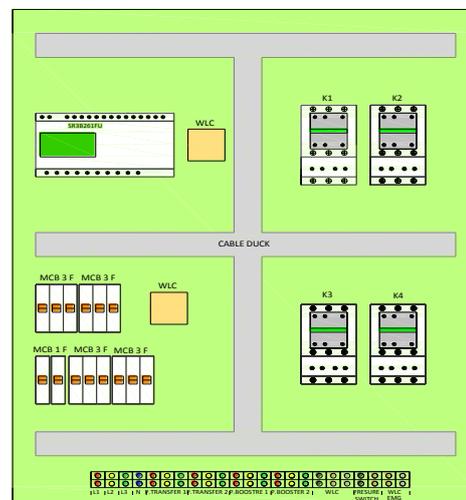


Gambar 2. Desain Gambar Tata letak Bagian Depan Box Panel

b. Perancangan Desain Gambar Tata Letak Bagian Dalam Box Panel

Perancangan desain gambar tata letak bagian dalam ini merupakan proses penempatan bahan yang akan diletakan pada bagian dalam box panel. Adapun bahan yang akan dipasang pada bagian ini antara lain: Smart Relay Zelio SR3B261FU, *Magnetic Contactor (MC)*, MCB 1 fasa, *Thermal Overload Relay (TOR)*, Floatless Level Switch, Terminal kabel, Kabel duck.

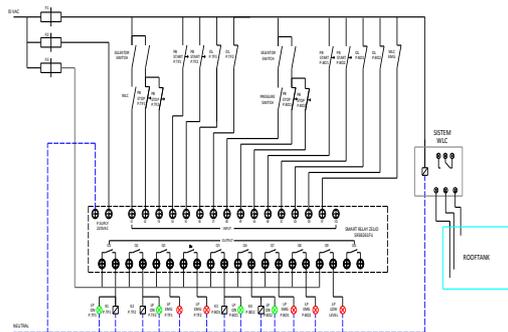
Pada proses ini diperlukan pengaturan penempatan yang tepat agar pada saat penarikan wearing instalasi kabel dapat di lakukan dengan baik. Untuk desain gambar tata letak bagian dalam dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Gambar Tata Letak Bagian Dalam Box Panel

c. Perancangan Desain Gambar Rangkaian kendali Pengoperasian pompa air bersih

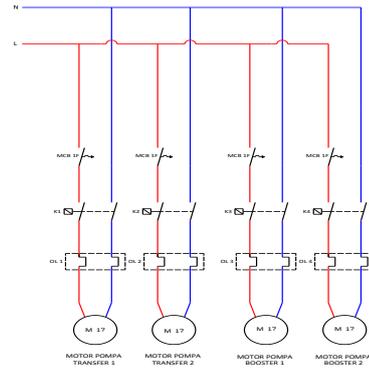
Perancangan desain gambar rangkaian kendali pengoperasian pompa air bersih ini dilengkapi dengan menggunakan water level control untuk sistem otomatis pengopeasian pompa transfer, pressure switch untuk sistem otomatis pengoperasian pompa Booster dan untuk sistem manual pengoperasian pompa transfer dan pompa booster menggunakan tombol pushbotton. Data output dari water level switch,pressure switch dan pushbotton akan masuk ke input Smart Relay Zelio SR3B261FU dan diolah untuk menjadi proses output. Rangkaian pada sistem ini dapat dilihat dari diagram blok pada Gambar 4.



Gambar 4. Wairing diagram Rancangan Smart Relay Zelio SR3B261FU Pada Sistem Pengoperasian Pompa Air Bersih Geding Bertingkat

d. Perancangan Desain Gambar Rangkaian Daya pengoperasian pompa air bersih

Perancangan desain gambar rangkaian daya pengoperasian pompa air bersih harus disesuaikan dengan kapasitas beban maksimal yang dapat dioperasikan sistem kendali ini. Rangkaian daya merupakan jalur utama yang langsung menghubungkan dari sumber tegangan ke beban motor pompa. Setelah mendapat rangkaian yang tepat untuk sistem kendali yang diinginkan, maka dibuat desain rangkaian daya pengoperasian pompa air bersih. Untuk desain gambar rangkaian daya pengoperasian pompa air bersih dapat dilihat pada Gambar 5.

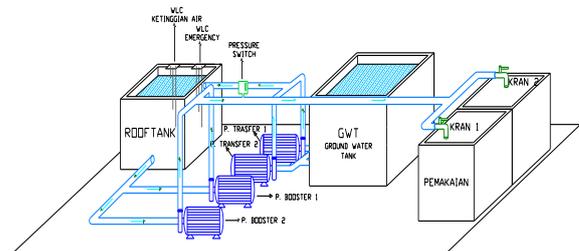


Gambar 5. desain gambar rangkaian daya pengoperasian pompa air bersih

e. Perancangan Design Prototipe sistem pengoperasian pompa Air Bersih Gedung Bertingkat

Perancangan Design Prototipe sistem pengoperasian pompa Air Bersih Gedung Bertingkat terdiri dari bak penampungan air GWT (ground Water tank), Pompa Transfer 1, Pompa Transfer 2, 3 buah batang Eletroda untuk sistem WLC (water level Control), 3 buah batang Eletroda untuk sistem Emergency Low Level, Pompa Booster 1, Pompa Booster 2, Pressure Switch, Keran 1, Keran 2, bak penampungan air keran 1 dan keran 2.

Pada proses ini penempatan di sesuaikan Dengan alur sistem Pendistribusian air pada sebuah gedung Bertingkat. Agar pada saat Pengujian alat sistem dapat berkerja dengan baik. Berikut adalah desingt Prototipe sistem pengoperasian pompa air bersih gedung bertingkat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. design Prototipe sistem pengoperasian pompa air bersih gedung

2.2 Perancangan Pemrograman Rancangan Smart Relay Zelio

Dalam tahapan perancangan ini yang pertama adalah menentukan inputan dan outputannya. untuk inputan terdiri dari WLC, tombol push botton Stop pompa Transfer 1 dan 2, tombol push botton Sart pompa Transfer 1 dan 2, Overload Pompa Transfer 1dan 2, Pressure Switch, tombol push botton Stop pompa Booster 1 dan 2, tombol push botton Sart pompa Booster 1 dan 2, Overload Pompa Booster 1dan 2, dan WLC Emergency. berikut data inputan pengoperasian pompa air bersih dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Data Inputan

Input	Jenis Input	Input Smart Relay
Input 1	Wlc	I1
Input 2	Push Botton Stop Pompa Transfer 1	I2
Input 3	Push Botton Stop Pompa Transfer 2	I3
Input 4	Push Botton Start Pompa Transfer 1	I4
Input 5	Push Botton Start Pompa Transfer 2	I5
Input 6	Overload Pompa Transfer 1	I6
Input 7	Overload Pompa Transfer 2	I7
Input 8	Pressure Switch	I8
Input 9	Push Botton Stop Pompa Booster 1	I9
Input 10	Push Botton Stop Pompa Booster 2	IA
Input 11	Push Botton Start Pompa Booster 1	IB
Input 12	Push Botton Start Pompa Booster 2	IC
Input 13	Overload Pompa Booster 1	ID
Input 14	Overload Pompa Booster 2	IE
Input 15	WLC Emergency	IF

Dan untuk outputan terdiri dari koil kontaktor pompa transfer 1 dan 2, lampu indikator emergency pompa transfer 1 dan 2, koil kontaktor pompa booster 1 dan 2, lampu indikator emergency pompa booster 1 dan 2 dan lampu indikator low level. berikut data outputan pengoperasian pompa air bersih dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Data Outputan

Output	Jenis Output	Output Smart Relay
Output 1	Pompa Transfer 1	Q1
Output 2	Pompa Transfer 2	Q2
Output 3	Lampu Emergency Pompa Transfer 1	Q3
Output 4	Lampu Emergency Pompa Transfer 2	Q4
Output 5	Pompa Booster 1	Q5
Output 6	Pompa Booster 2	Q6
Output 7	Lampu Emergency Pompa Booster 1	Q7
Output 8	Lampu Emergency Pompa Booster 2	Q8
Output 9	Low Level	Q9

2.3 Uji Coba Rancangan Smart Relay Zelio Pada Sistem Pengoperasian Pompa air Bersih Gedung Bertingkat

Pengujian Rangkaian Rancangan Smart Relay Zelio Pada Sistem Pengoperasian Pompa air ini dilakukan ketika seluruh wiring instalasi baik rangkaian pengendali ataupun rangkaian daya sudah dipastikan tidak ada yang kendur ataupun terlepas dari konekan dan terminal kabel. Pengujian rangkaian rancangan smart relay zelio pada sistem pompa air bersih ini dilakukan secara bertahap, mulai dari cara kerja manual dan cara kerja otomatis.

a). Pengujian cara kerja manual

Pengujian cara kerja manual diawali pada selektor switch pada posisi manual baik selektor switch untuk pengoperasian pompa

transfer maupun selektor switch untuk pengoperasian pompa booster. Dengan menekan tombol pushbutton pompa ON 1 atau 2 maka pompa air akan berkerja dan untuk mematikan pompa dengan menekan tombol stop 1 atau 2.

b). Pengujian cara kerja Otomatis

- Pengujian otomatis sistem pompa transfer

Pengujian cara kerja otomatis diawali pada selektor switch pada posisi otomatis, sistem ini berkerja berdasarkan ketinggian air pada tangki Rooftank dengan menggunakan rangkain wlc E1 E2 dan E3. Ketika posisi air berada pada posisi E3 dibawah E2 maka WLC akan memberikan sinyal perintah pada smart relay zelio untuk mengoperasikan pompa transfer 1, pompa transfer 2 standby dan ketika kondisi air berada pada posisi menyentuh E1 maka pompa transfer 1 off, dan ketika ada sinyal perintah kembali dari sistem WLC maka pompa transfer 2 yang berkerja, pompa transfer 1 standby dan begitu seterusnya. Apabila pada saat salah satu pompa transfer 1 atau 2 berkerja dan kondisi air dalam tangki *Rooftank* belum mencapai posisi E1 pada waktu 60 detik, maka pompa transfer 1 atau 2 akan ikut berkerja. Dan ketika air sudah mencapai E1 maka pompa 1 dan 2 akan berhenti.

- Pengujian otomatis sistem pompa Booster

Pengujian cara kerja otomatis diawali pada selektor switch pada posisi otomatis, sistem ini berkerja berdasarkan tekanan air dalam pipa distribusi dengan menggunakan rangkain sistem Pressure Switch. Ketika keran dibuka maka tekanan air dalam pipa menurun dan Pressure switch akan memberikan sinyal perintah pada pompa Booster1 untuk berkerja, pompa Booster 2 standby dan setelah keran ditutup, maka tekanan air dalam pipa distribusi naik dan Otomatis pompa 1 Off. dan ketika ada sinyal perintah kembali dari sistem pressure switch maka pompa Booster 2 yang berkerja, pompa Booster 1 standby dan begitu seterusnya. Apabila pada saat salah satu pompa booster 1 atau 2 berkerja dan kondisi tekanan air pada pipa belum naik/ keran belum di tutup dalam waktu 60 detik karena pemakain yang banyak, maka pompa Booster 1 atau 2 akan ikut berkerja. Dan ketika tekanan air sudah naik atau keran di tutup maka pompa Booster 1 dan 2 akan Off.

3. HASIL DAN BAHASAN

3.1 Panel Kendali sistem Pengoperasian Pompa Air Bersih Gedung Bertingkat

Panel kendali pompa air bersih gedung bertingkat terbagi menjadi dua sistem pengoperasian, sistem pengoperasian yang pertama untuk pompa transfer dan sistem pengoperasian yang kedua untuk pompa booster. Panel kendali Pompa Air Bersih Gedung Bertingkat dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Panel kendali Pompa Air Bersih Gedung Bertingkat

pada panel ini Komponen yang perannya sangat utama yaitu Smart Relay Zelio SR3B261FU yang memiliki fungsi sebagai pengendali pada rangkaian instalasi sistem kendali, *Floatles Level Switch* yang memiliki fungsi sebagai pengontrolan level air pada tangki rooftank, *Magnetic Contactor* memiliki fungsi sebagai penghubung utama sumber tegangan listrik dari MCB ke beban motor induksi. *Thermal Overload Relay* berfungsi sebagai pengaman beban lebih jika terjadi kegagalan sistem yang mengakibatkan ampere motor induksi meningkat.

3.2 Program Smart Relay Zelio Sistem Pengoperasian Pompa Air Bersih Gedung Bertingkat

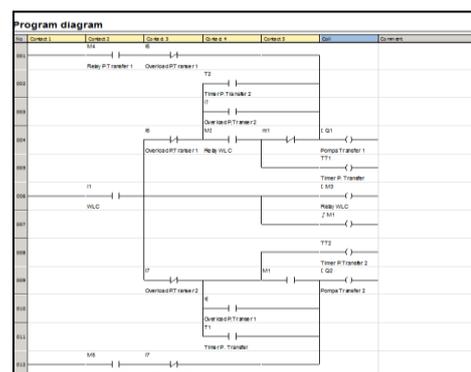
Program Smart Relay Zelio ini tergantung pada inputan dan outputan yang akan digunakan. Setelah didapatkan jumlah input dan outputan maka barulah program dapat dibuat. Pembuatan program Smart Relay Zelio menggunakan Software Zelio Soft 2 V.4.6 dengan menggunakan bahasa pemrograman Ladder.

a. Rangkain Ladder Language Untuk Sistem Pengoperasian Pompa Transfer

Pada leader language sistem pengoperasian pompa Transfer ini, dibagi menjadi dua sistem kerja, yaitu sistem kerja otomatis dan sistem kerja manual.

• Rangkain Ladder Sistem Kerja Otomatis

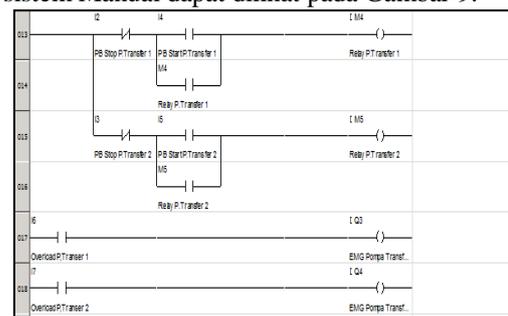
Sistem kerja otomatis pompa Transfer dioperasikan secara otomatis oleh WLC, dan dipasang kontak bantu (Auxiliary Relay) pada rangkain untuk sistem kerja bergantian. Pada rangkain program ini dibuat juga sistem backup dengan memasang kontak timer pada rangkain dimana fungsinya ketika salah satu pompa berkerja dan WLC masih memberikan Sinyal perintah dalam Waktu 60 detik maka salah satu pompa yang tadinya standby akan ikut berkerja. Pada program di rangkai juga sitem pengaman dari overload, bila mana terjadi beban lebih pada pemakain motor pompa maka kontak overload yang tadinya NC akan menjadi NO maka pada kondisi tersebut pompa akan otomatis berhenti berkerja. Berikut adalah rangkain leader pengoperasian pompa Transfer dengan sistem Automatis dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rangkain Leader Diagram sistem Automatis pompa Transfer

• Rangkain Ladder Sistem Kerja Manual

Sistem kerja secara Manual, pompa Transfer 1 atau pompa Transfer 2 akan berkerja ketika tombol pushbotton start di tekan dan akan berhenti berkerja ketika tombol pushbotton stop di tekan. Pada program manual juga terangkai sistem pengaman dari overload, yang bila mana terjadi beban lebih pada motor pompa maka motor pompa yang tadinya berkerja akan otomatis berhenti. Berikut adalah rangkain leader pengoperasian pompa Transfer dengan sistem Manual dapat dilihat pada Gambar 9.



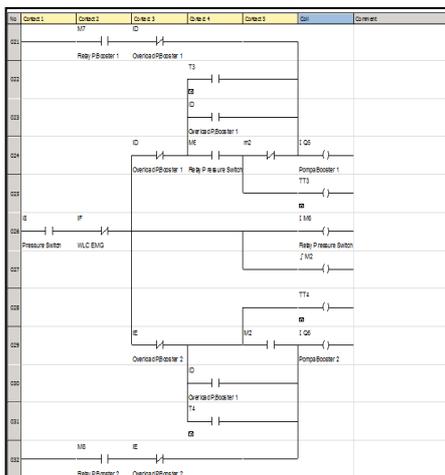
Gambar 9. Rangkain Leader Diagram sistem manual pompa Transfer

b. Rangkain Ladder Language Untuk Sistem Pengoperasian Pompa Booster

Pada pembuatan ladder language sistem pengoperasian Pompa Booster ini, dibagi menjadi dua sistem kerja, yaitu sistem kerja otomatis dan sistem kerja manual.

• Rangkain Ladder Sistem Kerja Otomatis

Sistem kerja otomatis pompa Booster dioperasikan secara otomatis oleh Pressure Switch, dan dipasang kontak bantu (Auxiliary Relay) pada rangkain untuk sistem kerja bergantian. Pada rangkain program ini dibuat juga sistem backup dengan memasang kontak timer on delay pada rangkain dimana fungsinya ketika salah satu pompa berkerja dan Pressure Switch masih memberikan Sinyal perintah dalam Waktu 60 detik maka salah satu pompa yang tadinya standby akan ikut berkerja. Pada program di rangkai juga sitem pengaman dari overload, bila mana terjadi beban lebih pada pemakain motor pompa. maka kontak overload yang tadinya NC akan menjadi NO maka pada kondisi tersebut pompa akan otomatis berhenti berkerja. Dan dirangkai juga sistem pengaman dari WLC, dimana ketika posisi air pada tangki *Rooftang* dalam kondisi kosong atau air pada posisi E3, maka kontak WLC yang tadinya NC akan Menjadi NO maka pada kondisi tersebut pompa akan otomatis berhenti berkerja di Berikut adalah rangkain leader pengoperasian pompa Booster dengan sistem Automatis dapat dilihat pada Gambar 10.

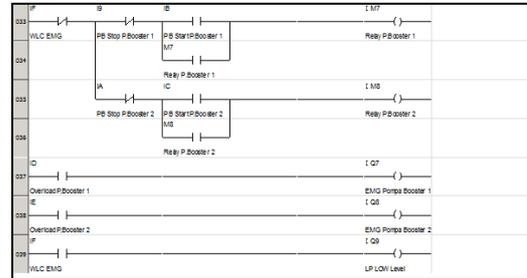


Gambar 10. Rangkain Leader Diagram sistem Automatis pompa booster

• Rangkain Ladder Sistem Kerja Manual

Sistem kerja secara Manual, pompa Booster 1 atau pompa Booster 2 akan berkerja ketika tombol pushbotton start di tekan dan akan berhenti berkerja ketika tombol pushbotton stop

di tekan. Pada program manual juga terangkai sistem pengaman dari overload dan dari WLC, yang bila mana terjadi beban lebih pada motor pompa atau kondisi air dalam tangki *Roof tank* kosong maka motor pompa yang tadinya berkerja akan akan otomatis berhenti. Berikut adalah rangkain leader pengoperasian pompa Booster dengan sistem Manual dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Rangkain Leader Diagram sistem manual pompa booster

3.3 Hasil Uji Coba Perancangan smart Relay Zelio Pada Prototipe Sistem Pengoperasian Pompa Air Bersih Gedung

Berikut adalah hasil pengujian dari sistem pengoperasian pompa transfer dan pompa booster yang berkerja secara bergantian dan bersamaan.

Tabel 3 Data hasil uji coba

Pengujian	Waktu Pengujian (Detik)	Pompa Transfer 1	Pompa Transfer 2	Pengisian Air Roof tank (Detik)	Keran 1	Keran 2	Pompa Booster 1	Pompa Booster 2
Pengujian 1	60 Detik	On	Off	60 Detik	Tutup	Tutup	Off	Off
Pengujian 2	60 Detik	Off	Off	-	Buka	Tutup	On	Off
Pengujian 3	30 Detik	Off	Off	-	Buka	Buka	Off	On
Pengujian 4	60 Detik	Off	On	60 Detik	Tutup	Tutup	Off	Off
Pengujian 5	120 Detik	Off	Off	-	Buka	Buka	On	On (Setelah 60 detik)
Pengujian 6	60 Detik	On	Off	60 Detik	Tutup	Tutup	Off	Off
Pengujian 7	210 Detik	Off	Off	60 Detik	Buka	Buka	On	On (Setelah 60 detik)
		On (Setelah 120 detik)	Off	90 Detik	Buka	Buka	On	On
		On (Setelah 180 detik)	On	30 Detik	Tutup	Tutup	Off	Off
		Off	Off	-	Tutup	Tutup	Off	Off

Dari data hasil uji coba, maka dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Pengujian 1
 Pompa transfer 1 berkerja/ON pada saat kondisi air low level dan waktu yang dibutuhkan untuk pengisian sampai pada posisi high level adalah 60 detik untuk 1 pompa transfer.
- Pengujian 2
 Pengujian dilakukan selama 60 detik, Keran 1 di buka maka pompa booster 1 berkerja/On,

dan kondisi air tangki rooftop dalam keadaan high level

- **Pengujian 3**
 Pengujian dilakukan selama 30 detik, Keran kembali di buka, keran 1 dan keran 2 di buka, sistem kerja pompa booster bergantian yaitu pompa booster 2 berkerja/On.
- **Pengujian 4**
 Pengujian dilakukan selama 60 detik, Keran 1 dan keran 2 dalam kondisi ditutup, kondisi rooftop low level, maka pompa transfer berkerja sistem bergantian yaitu pompa transfer 2 yang berkerja/On dan waktu yang dibutuhkan untuk pengisian sampai pada posisi high level adalah 60 detik untuk 1 pompa transfer.
- **Pengujian 5**
 Pengujian dilakukan selama 120 detik, Keran 1 dan keran 2 dibuka dalam kondisi air tangki rooftop high level, pompa booster kembali sistem kerja bergantian, pompa booster 1 berkerja/On, setelah selang waktu 60 detik pompa Booster 2 ikut berkerja/On.
- **Pengujian 6**
 Pengujian dilakukan selama 60 detik, Keran 1 dan keran 2 dalam kondisi ditutup, kondisi rooftop low level, pompa transfer kembali berkerja sistem bergantian yaitu pompa transfer 1 yang berkerja/On dan waktu yang dibutuhkan untuk pengisian sampai pada posisi high level adalah 60 detik untuk 1 pompa transfer.
- **Pengujian 7**
 Kondisi 1 pengujian dilakukan selama 180 detik, Keran kembali di buka, keran 1 dan keran 2 di buka, sistem kerja pompa booster bergantian yaitu pompa booster 1 berkerja/On.. setelah waktu 60 detik pompa Booster 2 ikut berkerja/On. Dan setelah waktu 120 detik pada saat kondisi air tangki rooftop low level pompa transfer 1 berkerja mengisi air tangki rooftop.
 Kondisi Ke 2 Keran 1 dan keran 2 di tutup, Selang waktu 180 detik pompa transfer 2 ikut berkerja/On mengisi tangki rooftop.
 Kondisi ke 3 Setelah waktu 210 detik, kondisi air tangki rooftop high level, maka pompa transfer 1 dan pompa transfer 2 berhenti berkerja/Off.

3.4 Analisa Perhitungan Kebutuhan Daya Motor Pompa Air

- **Motor Pompa Transfer**
 Diketahui,

Panjang Pipa Total (L) = 100 cm = 1 m
 Diameter pipa (Di) = 0,5 inch = 12,7 mm = 0.0127 m
 Volume Rooftank = 10000 cm^3
 = 0.01 m^3
 Waktu Pengisian = 60 detik
 Tinggi pipa dari groundtank ke permukaan (h_1) = 10 cm = 0,1 m
 Tinggi pipa dari permukaan ke rooftop (h_2) = 50 cm = 0,5 m

Jawab :

- Menghitung Kerugian energy karena gesek (ΔE_f) menggunakan persamaan 2.2

$$\Delta E_f = f \cdot \frac{L}{Di} \cdot \frac{v^2}{2}$$

Maka terlebih dahulu menghitung V dengan menggunakan persamaan 2.3

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi Di^2$$

$$A = \frac{1}{4} \times 3.14 \times 0.0127^2 = 1.27 \times 10^{-4} m^2$$

$$Q = \frac{\text{Volume air Rooftank}}{\text{Waktu pengisian}}$$

$$Q = \frac{0.01 m^3}{60s}$$

$$Q = 1.67 \times 10^{-4} m^3/s$$

Maka,

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{1.67 \times 10^{-4} m^3/s}{1.27 \times 10^{-4} m^2}$$

$$V = 1.3 m/s$$

Selanjutnya menghitung f sebagai fungsi bilangan reynold menggunakan persamaan 2.6

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot Di}{\mu}$$

Diketahui,

$$\rho = \text{Densitas (kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho = \frac{\text{Massa Jenis}}{\text{Volume benda}}$$

$$\rho = \frac{0.25 kg}{0.01 m^3} = 25 kg/m^3$$

$$\mu = \text{Viskositas kinematis (Ns/m}^2\text{)}$$

$$\text{harga viskositas pada suhu air } 30^0 \text{ yaitu } 0.8 \times 10^{-6} m^2/s$$

Maka,

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot Di}{\mu}$$

$$Re = \frac{\left(25 \frac{kg}{m^3}\right) \times \left(1.3 \frac{m}{s}\right) \times (0.0127 m^2)}{0.8 \times 10^{-6} m^2/s}$$

$$Re = 5,159375 \times 10^{-6} = 5159375$$

$$f = 0.316 \times Re^{-0.25}$$

$$f = 0.316 \times 5159375^{-0.25} = 0,0067$$

dan hasil perhitungan ΔE_f adalah,

$$\Delta E_f = f \cdot \frac{L}{Di} \cdot \frac{\bar{v}^2}{2}$$

$$\Delta E_f = 0,0067 \cdot \left(\frac{1}{0,0127} \right) \cdot \left(\frac{1,3^2}{2} \right)$$

$$\Delta E_f = 0,445 \frac{m^2}{s^2} = 0,445 \frac{j}{kg}$$

b. Menghitung Kerugian energy karena Belokan/elbow (ΔEm) menggunakan persamaan 2.7

$$\Delta Em = [(k1 + k2 + k3) + (k_{elbow 90^\circ} + k_{elbow 45^\circ})] \frac{\bar{v}^2}{2}$$

dimana:

$k1$ = katub gate valve (jumlah gate valve x f)

$k2$ = katup ball valve (jumlah Ball valve x f)

$k3$ = Globe ball valve (jumlah Globe valve x f)

$k_{elbow 90^\circ}$ = (jumlah Elbow 90° x f)

$k_{elbow 45^\circ}$ = (jumlah Elbow 90° x f)

Diketahui,

$$\text{Elbow } (k_{elbow 90^\circ}) = (2 \times 0,0067) = 0.0134$$

Jawab,

$$\Delta Em = (0.0134) \left(\frac{1,3^2}{2} \right)$$

$$\Delta Em = 0,011 \frac{m^2}{s^2} = 0,011 \frac{j}{kg}$$

Dan

$$E_2 - E_1 = \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2} + g(h_2 - h_1)$$

$$E_2 - E_1 = 0 + 0 + 9.81 + (0.5 - (-0.1))$$

$$E_2 - E_1 = 5.88 \frac{m^2}{s^2} = 5.88 \frac{j}{kg}$$

Berdasarkan persamaan balans energy persamaan 2.1, maka dapat dihitung:

$$Wp = (E_2 - E_1) + \Delta E_f + \Delta Em$$

$$Wp = 5.88 \frac{j}{kg} + 0.455 \frac{j}{kg} + 0,011 \frac{j}{kg}$$

$$Wp = 6.342 \frac{j}{kg}$$

Dan untuk mendapatkan daya pompa maka,

$$Wp_{total} = Wp \times m$$

Dimana,

$$m = \rho \times A \times V$$

$$m = 25 \text{ kg/m}^3 \times 1.27 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 1.3 \text{ m}$$

$$m = 0.00413 \text{ kg/s}$$

Jadi

$$Wp_{total} = Wp \times m$$

$$Wp = 6.342 \frac{j}{kg} \times 0.00413 \text{ kg/s}$$

$$Wp = 0,0262 \text{ hp} = 20 \text{ watt}$$

• Motor Pompa Booster

Diketahui,

Panjang Pipa Total (L) = 200 cm = 2m

Diameter pipa (Di) = 0,5 inch = 12,mm = 0.0127 m

Volume Rooftank = 6000 cm^3 =

0.006 m^3

Waktu Pengisian = 60 detik

Tinggi pipa dari groundtank ke permukaan (h_1) = 10 cm = 0,1 m

Tinggi pipa dari permukaan ke rooftank (h_1) = 50 cm = 0,5 m

Jawab :

a. Menghitung Kerugian energy karena gesek (ΔEf) menggunakan persamaan 2.2

$$\Delta E_f = f \cdot \frac{L}{Di} \cdot \frac{v^2}{2}$$

Maka terlebih dahulu menghitung V dengan menggunakan persamaan 2.3

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi Di^2$$

$$A = \frac{1}{4} \times 3.14 \times 0.0127^2 = 1.27 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$Q = \frac{\text{Volume air Rooftank}}{\text{Waktu pengisian}}$$

$$Q = \frac{0.006 \text{ m}^3}{60s}$$

$$Q = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/s$$

Maka,

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/s}{1.27 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$V = 1.27 \text{ m/s}$$

Selanjutnya menghitung f sebagai fungsi bilangan reynold menggunakan persamaan 2.6

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot Di}{\mu}$$

Diketahui,

ρ = Densitas (kg/m^3)

$$\rho = \frac{\text{Massa Jenis}}{\text{Volume benda}}$$

$$\rho = \frac{0.10 \text{ kg}}{0.006 \text{ m}^3} = 16.7 \text{ kg/m}^3$$

μ = Viskositas kinematis (Ns/m^2)

harga viskositas pada suhu air 30° yaitu $0.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/s$

Maka,

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot Di}{\mu}$$

$$Re = \frac{\left(16.7 \frac{kg}{m^3}\right) x \left(1.27 \frac{m}{s}\right) x (0.0127 m^2)}{0.8 x 10^{-6} m^2/s}$$

$$Re = 3,366875 x 10^{-6} = 3366875$$

$$f = 0.316 x Re^{-0.25}$$

$$f = 0.316 x 3366875^{-0.25} = 0,0074$$

dan hasil perhitungan ΔE_f adalah,

$$\Delta E_f = f \cdot \frac{L}{Di} \cdot \frac{\vec{V}^2}{2}$$

$$\Delta E_f = 0,0074 \cdot \left(\frac{2}{0,0127}\right) \cdot \left(\frac{1.27^2}{2}\right)$$

$$\Delta E_f = 0.939 \frac{m^2}{s^2} = 0,939 \frac{j}{kg}$$

b. Menghitung Kerugian energy karena Belokan/elbow (ΔEm) menggunakan persamaan 2.7

$$\Delta Em = [(k1 + k2 + k3) + (k_{elbow 90^\circ} + k_{elbow 45^\circ})] \frac{\vec{V}^2}{2}$$

dimana:

$$k1 = \text{katub gate valve (jumlah gate valve x f)}$$

$$k2 = \text{katup ball valve (jumlah Ball valve x f)}$$

$$k3 = \text{Globe ball valve (jumlah Globe valve x f)}$$

$$k_{elbow 90^\circ} = (\text{jumlah Elbow } 90^\circ \text{ x f)}$$

$$k_{elbow 45^\circ} = (\text{jumlah Elbow } 45^\circ \text{ x f)}$$

Diketahui,

$$\text{Katup gate valve (k1)} = (2 x 0,0074) = 0.0148$$

$$\text{Elbow (} k_{elbow 90^\circ} \text{)} = (7 x 0,0074) = 0.0518$$

Jawab,

$$\Delta Em = (0.0148) + (0.0518) \left(\frac{1.27^2}{2}\right)$$

$$\Delta Em = 0.056 \frac{m^2}{s^2} = 0,056 \frac{j}{kg}$$

Dan

$$E_2 - E_1 = \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2} + g(h_2 - h_1)$$

$$E_2 - E_1 = 0 + 0 + 9.81 + (0.5 - (-0.1))$$

$$E_2 - E_1 = 5.88 \frac{m^2}{s^2} = 5.88 \frac{j}{kg}$$

Berdasarkan persamaan balans energy persamaan 2.1, maka dapat dihitung:

$$Wp = (E_2 - E_1) + \Delta E_f + \Delta Em$$

$$Wp = 5.88 \frac{j}{kg} + 0.939 \frac{j}{kg} + 0,056 \frac{j}{kg}$$

$$Wp = 6.875 \frac{j}{kg}$$

Dan untuk mendapatkan daya pompa maka,

$$Wp_{total} = Wp \times m$$

Dimana,

$$m = \rho \times A \times V$$

m

$$= 16.7 kg/m^3 x 1.27 x 10^{-4} m^2 x 1.27 m$$

$/s$

$$m = 0.00027 kg/s$$

Jadi

$$Wp_{total} = Wp \times m$$

$$Wp = 6.875 \frac{j}{kg} x 0.00027 kg/s$$

$$Wp = 0,01856 hp = 14 watt$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu, Pompa Transfer menggunakan dua buah Pompa air dengan daya masing – masing 20 watt, berkerja secara otomatis menggunakan *Water Level Control* sebagai alat pendeteksi level air pada tangki (*Roof tank*), dengan sistem kerja bergantian dan sistem kerja backup setelah salah satu pompa berkerja dalam waktu 60 detik. Untuk kerja satu (1) pompa pengisian air tangki *rooftank* membutuhkan waktu 30 detik dan kerja dua (2) pompa membutuhkan waktu 30 detik, dan Pompa Booster menggunakan dua buah Pompa air dengan daya masing – masing 16 watt, berkerja secara otomatis menggunakan *Pressure switch* sebagai alat pendeteksi tekanan air pada pipa distribusi, dengan sistem kerja bergantian dan sistem kerja backup setelah salah satu pompa berkerja dalam waktu 60 detik

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdillah Margiono, Pengendalian Motor Listrik Dengan PLC (Smart Relay Zelio), Yayasan Kemajuan Teknik, Pontianak, 2017.
- [2] Taufan Muhammad, Engineering Building, Jakarta, PT. Wijaya Nusantara, 2011.
- [3] Rohendi, Modul Belajar Programmable Logic Controller (PLC) Menggunakan Smart Relay, Teknik Elektro STT DR.KHEZ Mutaqien, Purwakarta, 2014.
- [4] Taufiqur Rokhman, “Menghitung Daya Pompa pada Instalasi”, Bekasi, 29 februari 2012 [Online], Tersedia: <https://taufiqurrokhman.wordpress.com/menghitung-g-kebutuhan-daya-pompa-pada-instalasi>