

Pengendalian Motor Listrik Dari Jarak Jauh Dengan Menggunakan *Software Zelio Soft 2* Dan *Wifi*

Janeer E. T. Pioh.⁽¹⁾, Lily S. Patras, ST., MT.,⁽²⁾, Ir. Fielman Lisi, MT.⁽³⁾
(1)Mahasiswa, (2)Pembimbing 1, (3)Pembimbing 2,

Jurusan Teknik Elektro-FT. UNSRAT, Manado-95115, Email: triskypioh@gmail.com

Abstract -- *The development of increasingly rapid automation system cannot be separated from the development of technology in the field of electricity and control. Development of electrical equipment that can be controlled remotely so that the processing time can be shortened.*

Smart relay is a control device that have additional control functions that are not owned by the conventional control devices in general. Electric Motor Control Remotely Using Zelio Soft 2 Software and Wifi, programmed using ladder diagram programming language. Application in the process of controlling the distance, such as: 3-phase induction motor control and control of the pump motor in the process of filling the tank of water from the source to the tank.

Keywords -- *Electric Motors, Remote Controls, Smart relay, Zelio Soft 2.*

Abstrak -- Perkembangan sistem otomasi yang semakin pesat tidak lepas dari berkembangnya teknologi dalam bidang kelistrikan dan pengendalian. Pengembangan peralatan listrik yang dapat dikontrol dari jarak jauh sehingga waktu pengerjaan dapat dipersingkat.

Smart relay adalah sebuah alat kontrol yang memiliki fungsi kontrol tambahan yang tidak dimiliki alat pengendali konvensional pada umumnya. Pengendalian Motor Listrik dari Jarak Jauh dengan Menggunakan *Software Zelio Soft 2* dan *Wifi*, diprogram menggunakan bahasa pemrograman *ladder diagram*. Aplikasinya pada proses pengendalian jarak jauh, yaitu: pengendalian motor induksi 3 fasa dan pengendalian motor pompa pada proses pengisian air dari tangki sumber ke bak penampungan.

Kata kunci -- *Kontrol Jarak Jauh, Motor Listrik, Smart relay, Zelio Soft 2.*

I. PENDAHULUAN

Sistem otomasi yang canggih, semakin mengembangkan kemampuannya, terutama dibidang tenaga listrik, kontrol dan elektronika yang menarik semakin banyak peminat. Sistem otomasi tersebut memungkinkan pengguna untuk melakukan pekerjaan sehari-hari dengan mudah, yang sebelumnya tidak mampu dilakukan sendiri tanpa bantuan orang lain. Kemampuan peralatan teknologi informasi dan komunikasi seperti, komputer dan telepon genggam yang dapat melakukan banyak hal dengan cara yang mudah dipelajari oleh tiap generasi, membuat peralatan tersebut menjadi salah satu hal yang paling dibutuhkan. Hal tersebut didukung dengan aplikasi dan sistem peralatan yang terus menerus diperbarui.

Dalam bidang pengontrolan, biasanya digunakan sistem pengendali konvensional yang dilakukan secara manual oleh operator. Namun dalam prakteknya, sering terjadi masalah yang menghambat proses pengontrolan tersebut. Apabila terjadi kerusakan pada salah satu komponen, maka sistem akan berhenti beroperasi dan akan memakan waktu yang cukup lama untuk memperbaikinya, karena harus membongkar seluruh sistem yang ada. Oleh karena alasan tersebut, banyak industri dan perusahaan besar yang beralih dari sistem pengendali konvensional ke sistem kendali yang lebih mudah penggunaannya, dan memiliki keistimewaan lain yang tidak dimiliki sistem pengendali konvensional pada umumnya.

Smart relay merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan komponen-komponen sistem pengendali konvensional yang dapat diprogram oleh bahasa pemrograman tertentu yang biasa digunakan pada proses otomasi. Kelebihan alat ini selain menghemat penggunaan relay, juga dapat dengan mudah diperbaiki apabila terjadi kerusakan, sehingga tidak perlu mengganti komponen.

Dalam bidang ketenagalistrikan, sistem otomasi juga sangat dibutuhkan. Seperti pada pusat-pusat listrik yang banyak menggunakan motor listrik dalam proses pembangkitan, digunakan sistem DCIS untuk mengontrol peralatan dan motor listrik tersebut. Tujuannya untuk memudahkan pekerjaan, serta dapat mengefisienkan waktu kerja. Namun, pada sistem yang besar seperti pusat listrik pengontrolan akan lebih efisien jika dilakukan dari jarak jauh untuk mempermudah operator dalam mengontrol suatu bagian tertentu. *IP camera* yang berfungsi sebagai mata pengawas, dipasang agar peralatan yang dikontrol tetap dapat dilihat oleh operator walaupun dalam jarak yang jauh.

Dari permasalahan tersebut diatas, maka diangkatlah judul Pengendalian Motor Listrik dari Jarak Jauh dengan menggunakan *Software Zelio Soft 2* dan *Wifi*.

II. LANDASAN TEORI

A. Pengertian Smart Relay

Beberapa PLC sengaja dirancang semat-mata hanya untuk menggantikan kontrol relay, seperti PLC merek ZEN yang diproduksi oleh perusahaan OMRON dan ZELIO yang diproduksi oleh perusahaan Schneider Telemecanique. Keduanya dirancang khusus untuk fungsi-fungsi relay saja atau biasa disebut *smart relay*.

B. Zelio Soft 2

Smart relay dapat diprogram menggunakan *Zelio Soft 2* melalui antarmuka komputer atau menggunakan masukan langsung pada panel depan *smart relay Zelio Logic (ladder language)*. *Zelio Soft 2* merupakan *software* berisi alat-alat yang dapat digunakan untuk mempermudah pemrograman *smart relay*. *Zelio Soft 2* memungkinkan pengguna untuk melakukan pemrograman menggunakan *Ladder Diagram* atau *FBD*.

Untuk menjalankan *Zelio Soft 2*, *smart relay* harus terhubung dengan komputer menggunakan kabel SR2USB01 untuk menghubungkan modul ke komputer melalui USB port dan dengan SR2CBL01 untuk menghubungkan *smart relay* dengan modem GSM untuk pengendalian jarak jauh.

Ladder Diagram

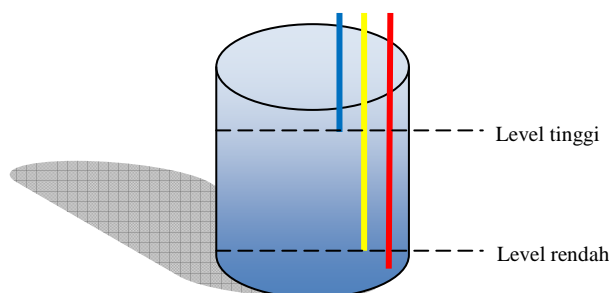
Diagram tangga atau biasa disebut *ladder diagram* merupakan diagram satu garis yang menggambarkan suatu proses kontrol sekuensial yang umum. Diagram ini menunjukkan hubungan interkoneksi antara perangkat dan perangkat output sistem kontrol. Dinamakan diagram tangga karena diagram ini mirip dengan tangga. Sama halnya dengan sebuah tangga, diagram ini memiliki sejumlah anak tangga tempat setiap peralatan dikoneksikan.

C. Peralatan Input dan Output Rangkaian

Sensor Level Switch

Level Switch merupakan suatu peralatan listrik yang digunakan untuk mendeteksi atau mengatur tinggi dan rendahnya permukaan air dalam suatu wadah, seperti tangki, galon ataupun bak. Sensor yang digunakan dapat berupa kawat *stainless steel* dengan level ketinggian yang dapat diatur sesuai kebutuhan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

Batas level tinggi dan level rendah dapat diatur sesuai dengan keinginan, dengan mengatur ketinggian sensor (kawat *stainless steel*). Bila jarak sensor sangat berdekatan maka akibatnya interval pengisian air akan lebih singkat sehingga motor pompa air akan sering *start-stop*. Apalagi jika tangki yang digunakan memiliki kapasitas yang kecil. Untuk itu pengaturan ketinggian air disesuaikan pada kebutuhan dengan pertimbangan pada aspek volume cadangan air pada tangki dan penghematan daya listrik.



Gambar 1. Tangki Air dengan *Level Switch*

Kontaktor

Kontaktor pada dasarnya adalah suatu saklar. Sebagai saklar, kontaktor memiliki 2 fungsi utama, yaitu memutuskan dan mengalirkan arus listrik. Kontaktor dirancang untuk menghubungkan sumber tegangan pada suatu beban listrik, melalui kontak-kontak yang mampu dialiri arus yang relatif besar namun memiliki resistansi yang kecil. Untuk menjalankan fungsinya kontaktor di lengkapi dengan koil/solenoid. Solenoid/koil apabila diberi arus akan menimbulkan medan magnet, sehingga bahan feromagnetik akan menjadi magnet yang kemudian dapat menarik armatur. Gerak armatur akan mendorong kontak gerak, sehingga:

- 1) Kontak-kontak diam menjadi terhubung. Kontak-kontak diam tersebut menjadi terhubung dikarenakan arus listrik yang mengalir solenoid/koil. Kontak-kontak ini disebut kontak NO (*Normally Open*)
- 2) Kontak-kontak diam yang lain akan terhubung. Kontak-kontak ini disebut dengan kontak NC (*Normally Close*).

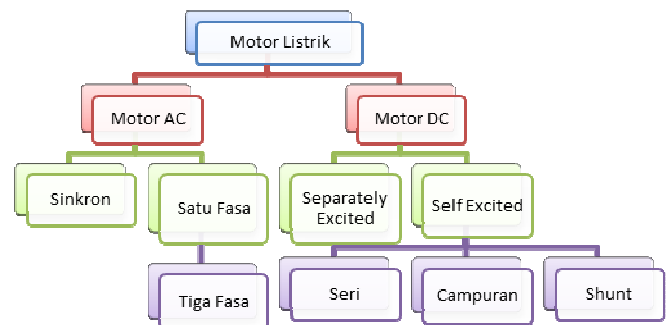
Motor Listrik

Motor listrik (gambar 2) termasuk dalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll di industri dan digunakan juga pada peralatan listrik rumah tangga (seperti: *mixer*, bor listrik, kipas angin).

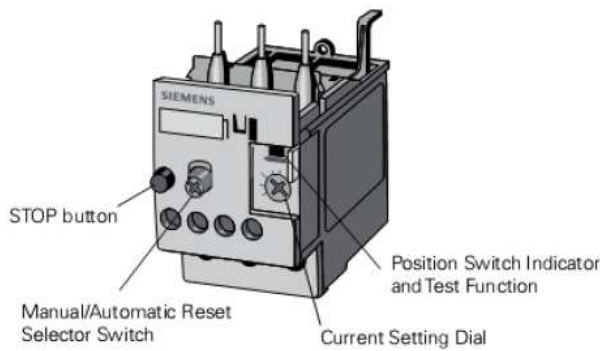
Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC. Motor induksi memiliki dua komponen listrik utama:

- 1) Rotor. Motor induksi menggunakan dua jenis rotor, yaitu rotor sangkar tupai dan lingkaran rotor.
- 2) Stator. Stator dibuat dari sejumlah *stampings* dengan slot untuk membawa gulungan tiga fasa. Gulungan ini dilingkarkan untuk sejumlah kutub yang tertentu. Gulungan diberi spasi geometri sebesar 120 derajat .



Gambar 2. Jenis-Jenis Motor Listrik



Gambar 3. Konstruksi Thermal Overload Relay

Lampu Indikator

Lampu indikator (*indicator lamp*) adalah lampu yang berfungsi sebagai penanda operasi kerja suatu sistem seperti *on* atau *off*, otomatis atau manual dan lain sebagainya. Selain itu, lampu indikator ini juga biasa digunakan untuk mengetahui jenis tegangan yang sedang aktif (R, S, T). Lampu indikator juga memiliki banyak pilihan warna. Dan biasanya ini menjadi standar tersendiri seperti merah menyatakan kondisi *off*, hijau menyatakan kondisi *on*, sedangkan kuning menyatakan kondisi gangguan.

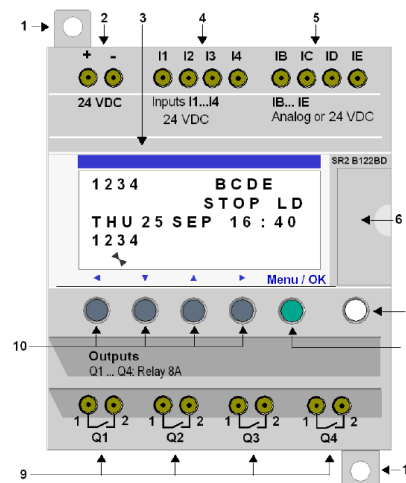
D. Peralatan Kontrol dan Pengaman

Smart Relay SR3B101BD

Peralatan kontrol yang digunakan pada perancangan tugas akhir ini adalah *Smart Relay Zelio Logic* tipe SR3B101BD. *Smart relay* (gambar 4) menggantikan logika dan pengerjaan sirkuit kontrol relay yang merupakan instalasi langsung pada aplikasi sistem otomatis sederhana. Dengan *zelio smart relay* rangkaian kontrol cukup dibuat melalui program yang pengerjaannya menggunakan *software* yang mendukung *smart relay* tersebut.

Keunggulan menggunakan *Zelio Logic Smart Relay*, yaitu: sangat mudah untuk diimplementasikan dan waktu implementasi proyek lebih cepat; fisiknya tidak terlalu besar dan sangat andal; mudah dalam modifikasi (dengan *Software*); lebih ekonomis daripada PLC merek lain untuk aplikasi sederhana; memerlukan waktu *training* lebih pendek; dapat dimonitor dari jarak jauh dengan menambahkan *extension modul* berupa modem. Juga tersedianya modul komunikasi MODBUS sehingga *smart relay* dapat menjadi *slave* PLC dalam suatu jaringan PLC; Terdapat fasilitas *Fast Counter* (hingga 1 KHz); Dapat diprogram menggunakan *Ladder Diagram*; Terdapat 16 buah *Timer* (11 macam), 16 buah *Counter*, 8 buah blok fungsi *Clock* (Setiap blok fungsi memiliki 4 kanal), *automatic summer/winter timing switching*;

Zelio logic smart relay yang dibuat oleh perusahaan Schneider Telemecanique tersedia dalam 2 model, yaitu model *compact* dan model *modular*. Jika diperlukan dapat ditambahkan modul I/O tambahan (*expansion I/O modules*), baik I/O diskrit ataupun I/O analog. Beberapa pilahan lain juga dapat ditambahkan (Modul komunikasi MODBUS dan *memory*).



Gambar 4. Tampak Depan Panel Smart Relay

MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB atau pemutus tenaga berfungsi untuk memutuskan suatu rangkaian apabila ada arus yang mengalir dalam rangkaian atau beban listrik yang melebihi kemampuan.

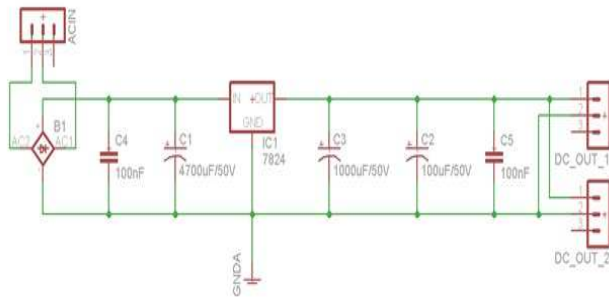
Prinsip kerja MCB terbagi atas dua, yaitu *thermis* dan *magnetic*. *Thermis* prinsip kerjanya berdasarkan pada pemuai bimetal. Bimetal tersebut dihubungkan dengan kawat arus. Jika arus yang melalui bimetal tersebut melebihi arus nominal yang diperkenankan maka bimetal tersebut akan melengkung dan memutuskan aliran listrik. Sedangkan *magnetik* prinsip kerjanya adalah memanfaatkan arus hubung singkat yang cukup besar untuk menarik sakelar mekanik dengan prinsip induksi elektromagnetis. Semakin besar arus hubung singkat, maka semakin besar gaya yang menggerakkan sakelar tersebut sehingga lebih cepat memutuskan rangkaian listrik dan gagang operasi akan kembali ke posisi *off*. Busur api yang terjadi masuk ke dalam ruangan yang berbentuk pelat-pelat, tempat busur api dipisahkan, didinginkan dan dipadamkan dengan cepat.

Thermal Overload Relay (*TOR*)

Thermal Overload Relay adalah suatu pengaman beban lebih dengan konstruksi yang dapat dilihat pada gambar 3. Menurut PUIL 2000 bagian 5.5.4.1; proteksi beban lebih (arus lebih) dimaksudkan untuk melindungi motor dan perlengkapan kendali motor, terhadap pemanasan berlebihan sebagai akibat beban lebih atau sebagai akibat motor tak dapat diasut.

Sesuai dengan namanya, proteksi motor ini menggunakan panas sebagai pembatas arus pada motor. Biasanya disebut *TOR*, *thermis* atau *overload relay*. Cara kerjanya dengan mengkonversi arus yang mengalir menjadi panas untuk mempengaruhi bimetal. Bimetal inilah yang menggerakkan tuas untuk menghentikan aliran listrik pada motor melalui suatu *control motor starter*.

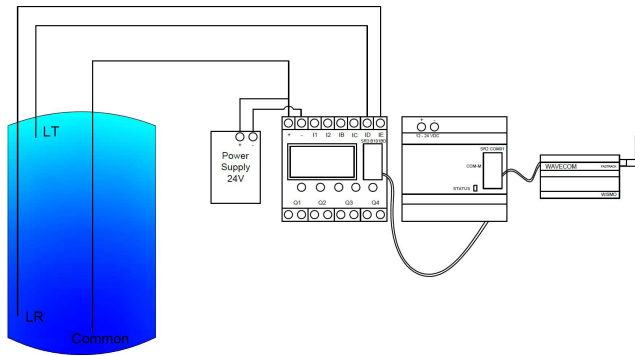
TOR mempunyai tingkat proteksi yang lebih efektif dan ekonomis, yaitu: pelindung beban lebih / *overload*, melindungi dari ketidakseimbangan fasa / *phase failure imbalance*, melindungi dari kerugian / kehilangan tegangan fasa / *phase loss*.



Gambar 5. Rangkaian Power Supply

TABEL I
SPESIFIKASI MOTOR INDUKSI 3 FASA

LEYBOLD-HEREUS GMBH		
Typ	732 11	
3 ~ MOTOR	Nr.	200 26 984
Δ 380	V	1.05 A
0.37 KW	S 1	Cos ϕ 0.73
1400	min ⁻¹	50 z
I.KL.	B	IP 54
VDE 0530		



Gambar 6. Rangkaian Sensor Level Switch

TABEL II
SPESIFIKASI MOTOR 1 FASA

ATAQUA	
Daya Hisap : 9 m	Tegangan : 220 V ; Frek : 50 Hz
Daya Dorong : 28 m	Daya Masukkan : 230 Watt
Tinggi Total Maks : 37 m	PPM : 2850
Kapasitas : 42 Ltr / mnt	Ukuran Pipa : 1" x 1"
Kapasitor : 6uF/450 V	Ins. Lilitan Kelas : B
Suhu Cairan Maks : 35° C	IPX 4

E. *Komunikai Data*

Komunikasi data dalam proses pengontrolan jarak jauh membutuhkan beberapa perangkat pendukung untuk kelancaran proses pengontrolan, agar dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Perangkat pendukung tersebut antara lain, *communication interface* dan modem GSM.

SR2COM01 Communication Interface

Zelio communication interface beroperasi pada tegangan 12 V – 24 V VDC. Pada dasarnya *communication interface* dirancang sebagai *remote control* atau memonitor mesin atau instalasi yang dioperasikan tanpa operator, sebagai contoh pengontrolan motor dari jarak jauh, pengontrolan penerangan, alarm saat terjadi gangguan peralatan pada industri, dan lain sebagainya. Banyak cara untuk mengaplikasikan *communication interface*. *Communication interface* terhubung diantara *smart relay* dan modem GSM, dan tentunya *software Zelio Soft 2*. Peralatan ini terhubung antara *smart relay* menggunakan kabel SR2CBL01 dan modem GSM menggunakan kabel RS232. Selanjutnya, *communication interface* ini dapat menerima pesan dan menyimpan panggilan.

Wavecom Fastrack M1306B GSM Modem

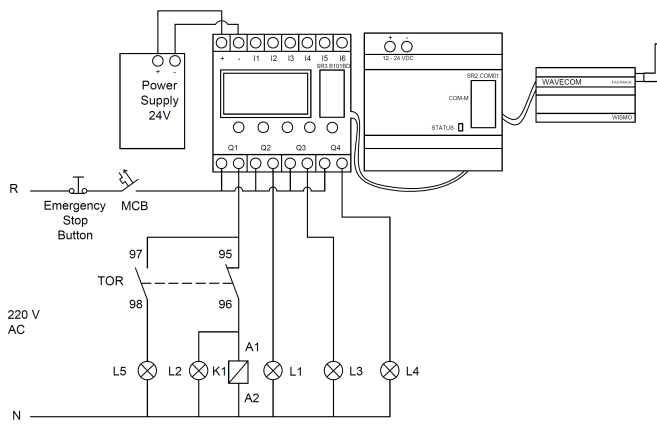
Dalam proses pengontrolan motor listrik dari jarak jauh, membutuhkan perangkat untuk mengirimkan dan menerima data pada *remote control* dan/atau *smart relay*. Perangkat tersebut adalah modem GSM. Penggunaan modem ini biasanya dikhususkan untuk penggunaan pada perusahaan, industri ataupun instansi.

III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

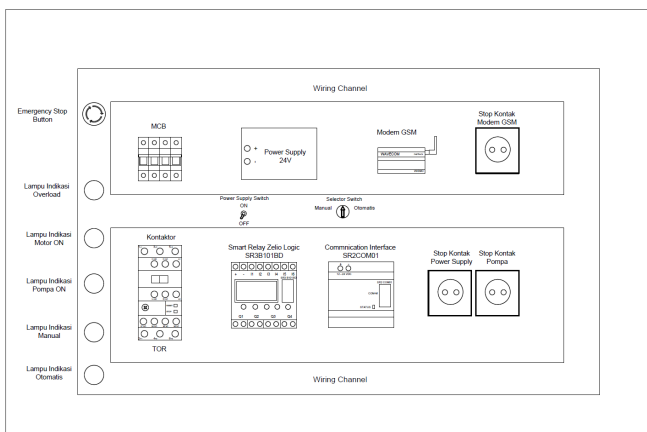
A. *Gambaran Umum Sistem*

Pada perancangan ini akan dirancang sebuah sistem kontrol pompa 1 fasa pada proses pengisian air dan motor 3 fasa yang dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan *Smart Relay*, dengan asumsi jaringan GSM dalam keadaan baik. Perancangan sistem kontrol dibuat menggunakan *zelio logic smart relay SR3B101BD*, *modem interface SR2COM01*, *ladder diagram* diprogram menggunakan *software Zelio Soft 2* dan modem GSM menggunakan *Wavecom Fastrack 1306B*.

Prinsip kerja dari sistem pengisian air ini terbagi atas dua kondisi kerja yaitu kondisi otomatis dan kondisi manual. Kondisi otomatis akan bekerja jika posisi *selector switch* berada pada posisi ‘otomatis’. Kerja sistem pada kondisi otomatis ini menggunakan sensor *level switch*, yaitu pada saat air pada bak penampungan dalam keadaan kosong maka posisi air berada dibawah level rendah (LR), maka pompa air akan otomatis hidup dan mengisi bak penampungan. Saat air telah menyetuh level tinggi (LT), maka pompa air otomatis akan mati. Apabila posisi *selector switch* dipindahkan ke posisi ‘manual’ maka respon pompa akan tergantung pada input yang diberikan secara langsung oleh operator, baik dengan menekan tombol *start/stop* pada panel kontrol maupun dengan mengirimkan pesan (SMS) lewat telepon genggam ke panel kontrol yang sudah terhubung dengan modem GSM. Sistem ini akan dipantau dengan kamera IP yang dapat dimonitor secara langsung oleh operator dimanapun dan kapanpun, baik menggunakan komputer maupun telepon genggam yang sudah terhubung dengan jaringan internet.



Gambar 7. Rangkaian Kontrol Sistem



Gambar 8. Desain Panel Kontrol

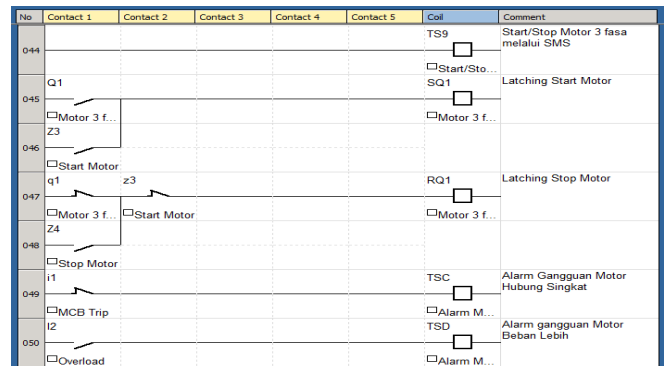
B. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras meliputi rangkaian catu daya, rangkaian *sensor level switch*, rangkaian kontrol, rangkaian daya, dan tata letak peralatan.

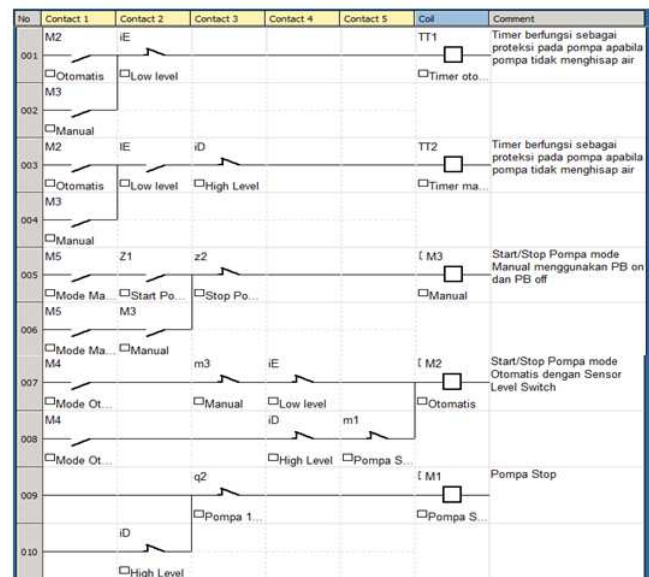
Rangkaian Catu Daya (Power Supply)

Catu daya berfungsi untuk memberikan *supply* tegangan pada alat pengendali. Rangkaian catu daya (gambar 5) memanfaatkan sumber tegangan dari jala-jala PLN sebesar 220 VAC. Tegangan 220 V ini kemudian diturunkan menjadi 24 V AC melalui transformator penurun tegangan (*step-down transformer*).

Tegangan 24 VAC kemudian disearahkan oleh jembatan diode menjadi tegangan DC. Keluaran dari jembatan dioda ini kemudian masuk pada IC regulator yang fungsinya adalah untuk menstabilkan tegangan. Rangkaian catu daya ini mempunyai dua buah keluaran tegangan DC yang besarnya sama, yaitu 24 VDC yang digunakan untuk menyuplai *smart relay* dan *modem communication interface*. Kapasitor 100 nF berfungsi untuk membuang *noise* pada tegangan DC.



Gambar 9. Ladder Diagram Sistem Pengontrolan Motor 3 Fasa

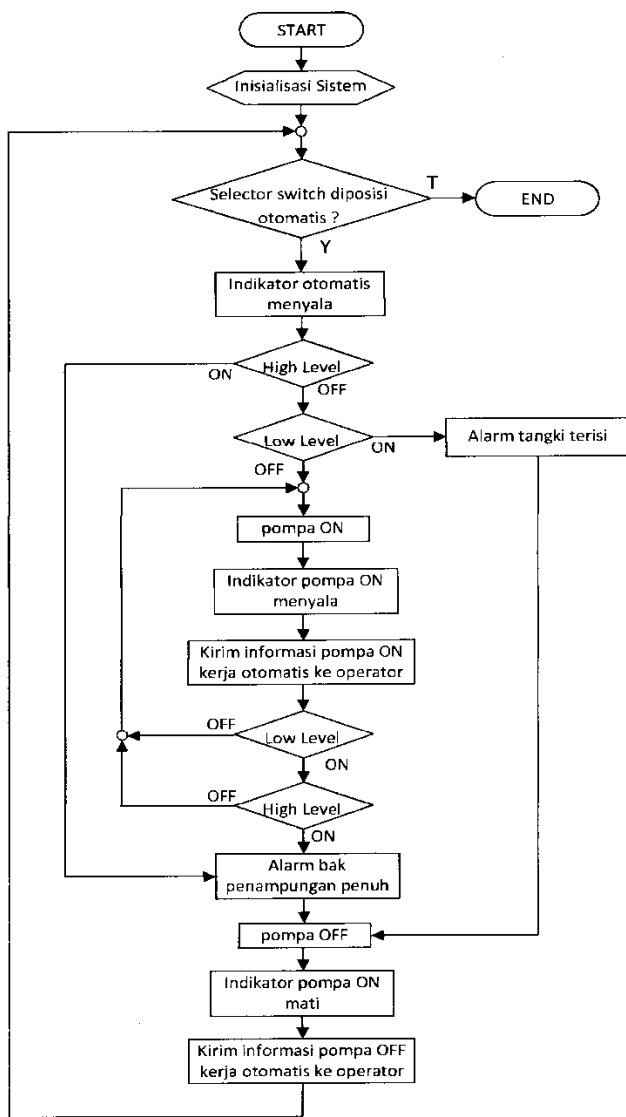


Gambar 10. Ladder Diagram Sistem Kontrol Pengisian Air

Rangkaian Sensor Level Switch

Sensor untuk mendeteksi ketinggian air pada bak penampung idealnya berupa kawat *stainless steel* tapi untuk menghemat biaya dapat digunakan kabel pejal, atau bisa juga menggunakan kabel serabut yang dikupas ujungnya sekitar 5 cm. Jadi sensor yang digunakan menggunakan pendekatan elektroda batang.

Common dihubungkan pada terminal positif dari sumber tegangan 24 VDC. Pada saat air berada dibawah posisi level rendah atau tidak menyentuh kedua sensor, maka input *smart relay* akan menerima masukan berupa arus listrik yang mengalir melalui air menuju *input smart relay* sehingga motor pompa air akan hidup secara otomatis, disertai dengan lampu indikator hijau menyala. Hal ini disebabkan adanya arus yang mengalir menuju belitan armatur K1. Pada saat air menyentuh level tinggi, maka motor pompa air akan mati akibat putusya arus listrik yang mengalir pada belitan armatur K1, yang ditandai dengan lampu indikator hijau padam dan lampu indikator merah menyala. Rangkaian *sensor level switch* ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 11. Diagram Alir Program pada Smart Relay Kondisi Kerja Otomatis

Rangkaian Kontrol Sistem

Untuk mengontrol motor menggunakan smart relay, membutuhkan peralatan tambahan yaitu kontaktor. Sebuah kontaktor digunakan untuk satu buah motor. Saat kontaktor diaktifkan melalui sensor level switch, maka koil dari kontaktor akan energized sehingga kontak-kontak utama dari kontaktor yang menghubungkan motor dengan sumber tegangan akan terhubung sehingga motor akan berputar. Gambar rangkaian kontrol sistem dapat dilihat pada gambar 7.

Rangkaian Daya

Rangkaian daya dalam perancangan ini menggunakan 2 buah motor sebagai beban. Satu buah motor dengan daya 0,37 KW sedangkan motor yang lain dengan daya keluaran 230 W.

TABEL III
DAFTAR INTERNAL RELAY, TIMER DAN MESSAGE

Fungsi	Keterangan
M1	Latching untuk mematikan pompa
M2	Start/Stop Pompa mode Otomatis dengan Sensor Level Switch
M3	Start/Stop Pompa mode Manual menggunakan PB on dan PB off
M4	Memindahkan mode manual ke mode otomatis secara otomatis dengan timer
M5	Mode manual
T1	Proteksi pompa apabila pompa tidak menghisap (Kondisi Otomatis & Manual)
T2	Proteksi pompa apabila pompa tidak menghisap (Kondisi Manual)
T3	Alarm bak penampungan hampir penuh
T4	Latching perpindahan mode manual ke otomatis
S1	Start/Stop Pompa mode Manual menggunakan sms
S3	Sistem mengirim pesan untuk operator: "Pompa Kerja MANUAL. Hidupkan pompa? Balas jetpioh1!pompa=1"
S4	Sistem mengirim pesan untuk operator: "Pompa ON, Kerja MANUAL. Matikan Pompa? Balas jetpioh1!pompa=0"
S5	Sistem mengirim pesan untuk operator: "Pompa ON, Kerja OTOMATIS"
S6	Alarm tangki hampir penuh
S7	Alarm pompa terjadi gangguan pada kerja otomatis
S8	Alarm pompa terjadi gangguan pada kerja manual
S9	Start/Stop Motor 3 fasa
SA	Alarm bak penampungan terisi pada kerja otomatis sehingga pompa tidak on
SB	Alarm bak penampungan penuh pada kerja otomatis sehingga pompa off
SC	Alarm Gangguan Motor Hubung Singkat
SD	Alarm Gangguan Motor Beban Lebih

Data Teknis Motor Listrik

Pada perancangan ini, motor yang digunakan adalah motor induksi 3 fasa sebagai beban utama. Selain itu digunakan juga sebuah motor induksi 1 fasa untuk keperluan simulasi dari sistem kontrol jarak jauh. Spesifikasi dari motor ditunjukkan pada Tabel I dan Tabel II.

Perhitungan Teknis Alat dan Komponen

Besarnya arus nominal (I_n) untuk Motor

Dik: Daya motor = 0,37 KW

$$I_n = \frac{P \text{ (watt)}}{\sqrt{3} \times \cos \phi \times v} = \frac{370}{1.73 \times 0.55 \times 380} = 1.02 \text{ A}$$

Berdasarkan PUIL 2000, Bagian 5.5.3.1 maka diperoleh KHA tidak boleh kurang dari $125\% \times 1.02 = 1.3 \text{ A}$

Tata Letak Peralatan

Rancangan panel kontrol motor jarak jauh ini ditempatkan pada panel berukuran 83 x 58.5 cm. Adapun gambar rancangan panel kontrol dapat dilihat pada gambar 8.

C. Perancangan Perangkat Lunak

Daftar Input dan Output

Memori *input* dan *output* yang digunakan pada proses pengontrolan tersebut, diperlihatkan pada Tabel III dan Tabel IV.

Ladder Diagram

Ladder diagram yang diprogram dengan Zelio Soft 2 ditunjukkan pada gambar 9 dan gambar 10.

Inisialisasi Program

Komunikasi data secara serial menggunakan RS232 dilakukan dengan menyesuaikan parameter komunikasi kedua peralatan yang dikomunikasikan menggunakan aplikasi hyperterminal. Parameter komunikasi antara komputer dengan modem GSM disesuaikan dengan mengatur *property* dari *port*.

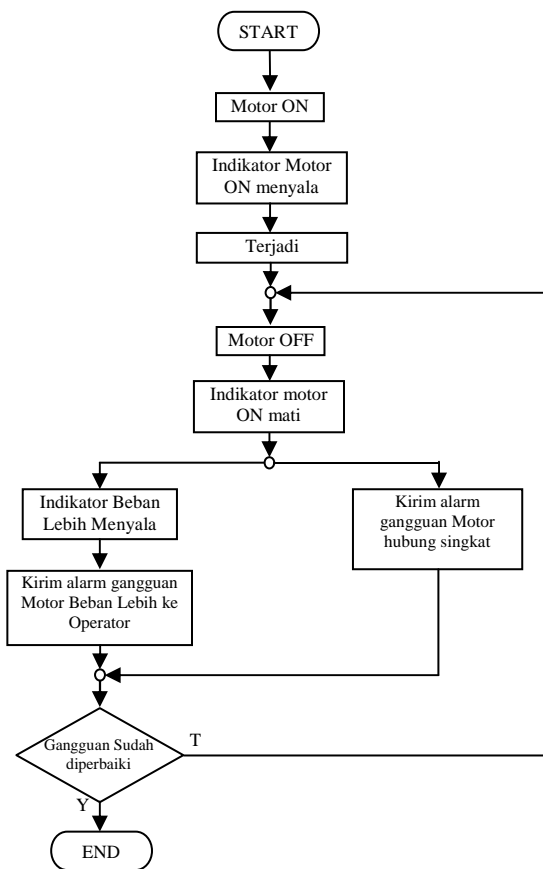
Konfigurasi modem GSM ini perlu dilakukan sebelum modem dihubungkan dengan *smart relay*. Konfigurasi modem GSM dengan *smart relay* bertujuan untuk membuat sistem dapat berkomunikasi dari jarak jauh dengan menggunakan SMS.

D. Sistem Kontrol Pengisian Air

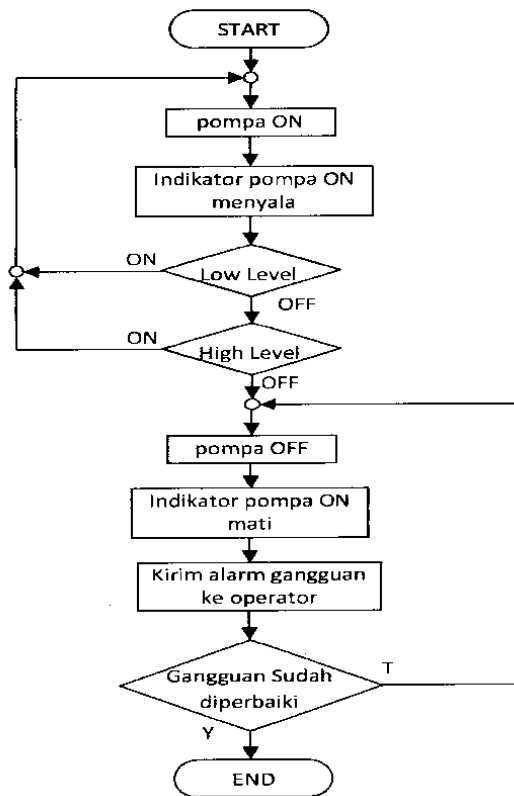
Sistem kontrol pengisian air dibagi menjadi beberapa bagian, menurut kondisi pengisiannya, yaitu: kondisi manual, kondisi otomatis, pengisian bak penampung dan kondisi gangguan.

Kondisi Manual

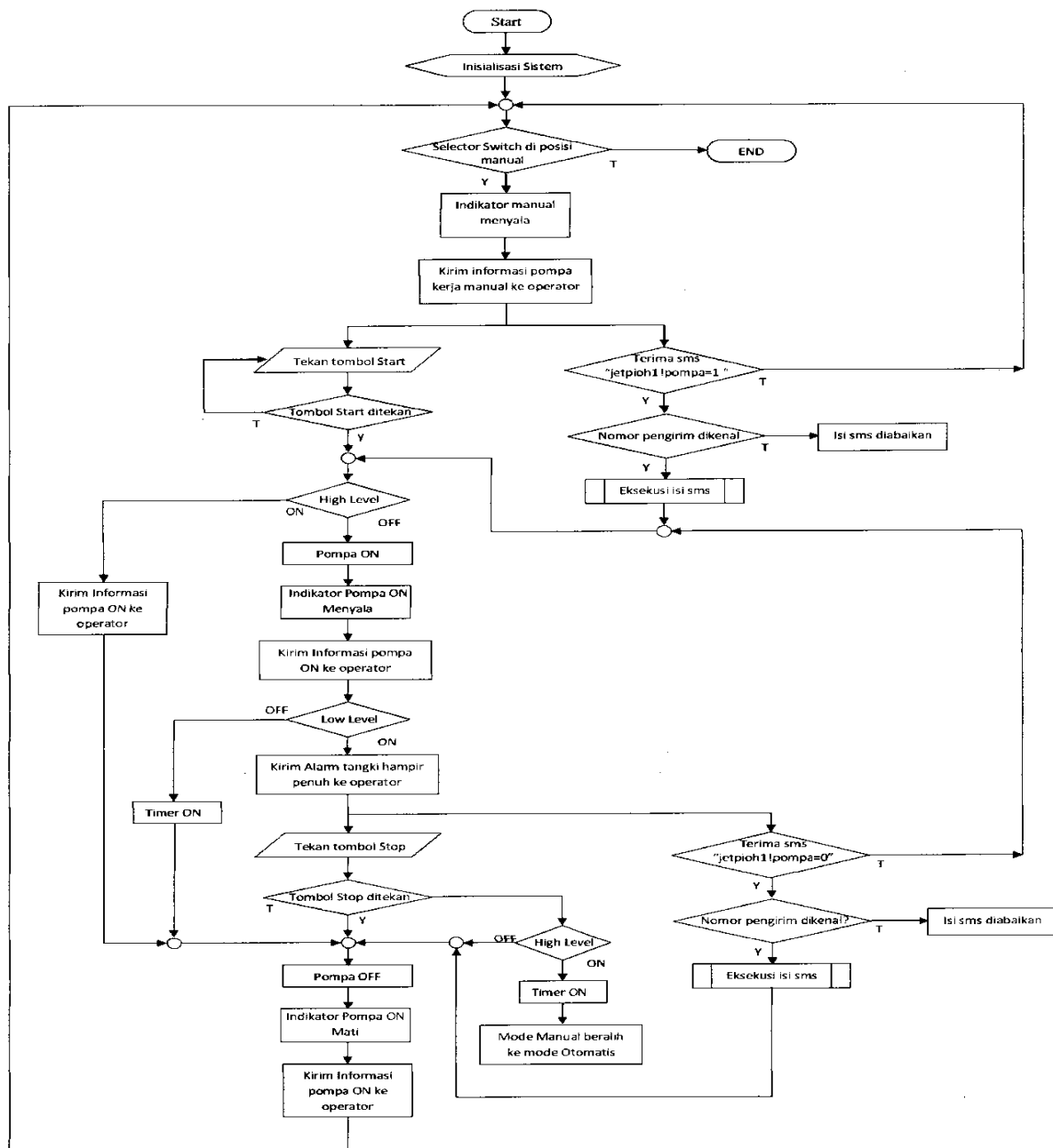
Kondisi manual adalah suatu kondisi dimana pengoperasian kontrol motor dilakukan secara manual dengan menekan tombol Z1 dan Z2 pada *smart relay* ataupun dengan mengirimkan SMS pada *smart relay* melalui modem GSM. Untuk mengisi air ke bak penampung digunakan 1 buah motor pompa, sedangkan untuk mengeluarkan air dilakukan dengan cara manual yaitu membuka keran air pada bak penampungan. Diagram alir program pada *smart relay* kondisi kerja manual ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 12. Diagram Alir Program pada *Smart Relay* Kondisi Gangguan Motor



Gambar 13. Diagram Alir Program pada *Smart Relay* Kondisi Gangguan Pompa



Gambar 14. Diagram Alir Program pada Smart Relay Kondisi Kerja Manual

Kodisi Otomatis

Kondisi otomatis adalah kondisi dimana pompa bekerja secara otomatis sesuai alat kontrol yang kita pasang. Hal yang harus kita perhatikan agar kontrol dapat berjalan secara otomatis adalah posisi *selector switch* harus berada pada posisi otomatis dan periksa *sensor level switch* pada bak penampungan, apakah sudah terpasang dengan sempurna atau belum. Penentuan jarak pengisian air ditentukan sesuai dengan keadaan agar proses pengisian tidak terlalu lama, atau tidak terlalu cepat. Karena jika jarak pengisian air terlalu dekat, maka pompa akan cepat panas dan akibatnya akan memperpendek umur pompa. Diagram alir program pada *smart relay* kondisi kerja otomatis ditunjukkan pada gambar 11.

Kondisi Gangguan

Kondisi gangguan adalah suatu kondisi dimana kontrol tidak bekerja sesuai dengan kerja normal. Penyebab kondisi kerja normal terganggu antara lain:

1) Short Circuit (Hubungan Arus Pendek)

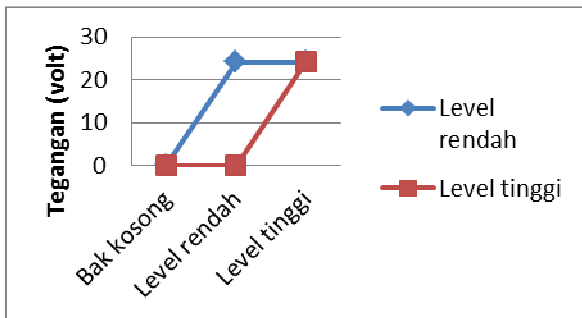
Short circuit adalah sebuah gangguan yang mengakibatkan turunnya MCB (*Miniature Circuit Breaker*). Hal ini disebabkan oleh hubungan pendek antara penghantar *line* dengan *netral*, *line* dengan *ground* atau antara *line* dengan *line*. Untuk menanggulangi hal tersebut maka digunakan MCB sebagai proteksi.

TABEL IV
HASIL PENGUKURAN RANGKAIAN POWER SUPPLY

Hasil Pengukuran V_{in} (Volt AC)	Hasil Seharusnya V_{out} (Volt DC)	Hasil Pengukuran V_{out} (Volt DC)
215.2	24	24.05
216.0	24	24.07
214.9	24	24.04
215.8	24	24.03
213.3	24	24.05

TABEL V
KEADAAN PENGISIAN BAK PENAMPUNG

Kondisi/Tinggi air	Tegangan sensor (volt)	
	Level rendah	Level tinggi
Bak penampung kosong	0	0
Level rendah	24.11	0
Level tinggi	24.11	24.15



Gambar 15. Grafik Pengujian Sensor Level Saat Pengisian Bak Penampung

2) *Overload* (Beban Lebih)

Overload adalah gangguan yang disebabkan karena alat bekerja melebihi kapasitas yang dimilikinya. Pada motor beban yang lebih dapat mengakibatkan gulungan motor menjadi panas dan bila terus terjadi maka gulungan tersebut akan terbakar. Untuk melindungi motor dari gangguan ini digunakan TOR.

Diagram alir program pada *smart relay* kondisi gangguan motor ditunjukkan pada gambar 12, sedangkan diagram alir program pada *smart relay* kondisi gangguan pompa ditunjukkan pada gambar 13.

IV. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

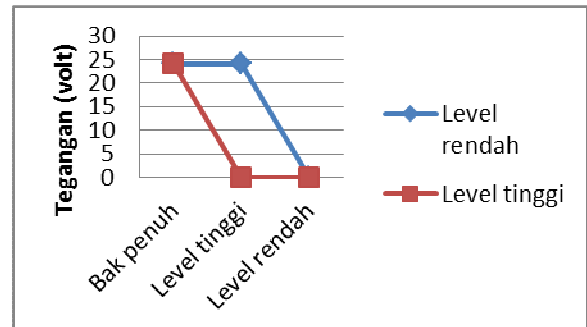
A. Pengujian Rangkaian Catu Daya

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian tersebut. Apakah tegangan sebesar 24 VDC 1 A memiliki *error* sehingga dapat mengganggu baik itu *supply* untuk *smart relay* ataupun *modem communication interface*.

Pengujian dilakukan dengan pengukuran tegangan menggunakan multimeter digital. Dari pengambilan data didapatkan data untuk rangkaian catu daya 24 V seperti pada Tabel IV.

TABEL VI
KEADAAN PENGOSONGAN BAK PENAMPUNG

Kondisi/Tinggi air	Tegangan sensor (volt)	
	Level rendah	Level tinggi
Bak penampung penuh	24.11	24.15
Level tinggi	24.11	0
Level rendah	0	0



Gambar 16. Grafik Pengujian Sensor Level Saat Pengosongan Bak Penampung

Berdasarkan Tabel IV, dapat ditentukan persen *error* (% *error*) pada rangkaian catu daya 24V sebagai berikut:

$$\% \text{ error} = \frac{| \text{Pengukuran} - \text{Teori} |}{\text{Teori}} \times 100\%$$

$$\% \text{ error} = \frac{|24.05 - 24|}{24} \times 100\% = 0.00208 \%$$

Namun hasil yang diperoleh dari pengujian catu daya ini masih dalam batas toleransi modul *smart relay* dan *modem communication interface*, dimana batas *supply* tegangannya berkisar antara 19,2 volt sampai 30 volt DC.

B. Pengujian Sensor Level Switch

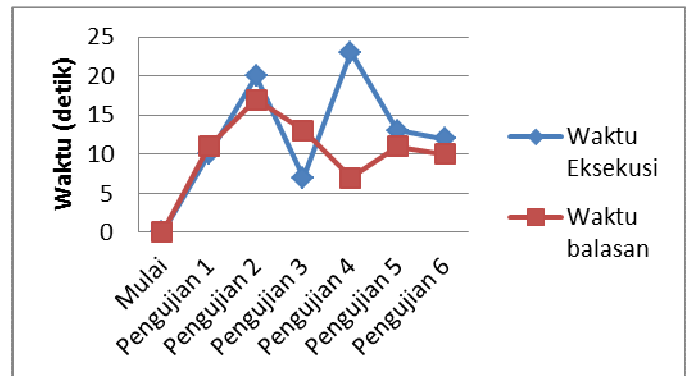
Tujuan dari pengujian sensor ini adalah untuk memastikan sensor berfungsi dengan baik. Saat air tidak menyentuh semua sensor artinya bak penampungan berada dalam keadaan kosong, maka arus akan mengalir sehingga pompa jalan.

Begitupun saat air menyentuh sensor level tinggi, jalan arus yang mengalir ke pompa akan terbuka, akibatnya tidak ada aliran arus yang mengalir ke pompa dan pompa berhenti. Berikut data hasil pengujian sensor yang tertera pada tabel V, tabel VI serta gambar 15 dan gambar 16.

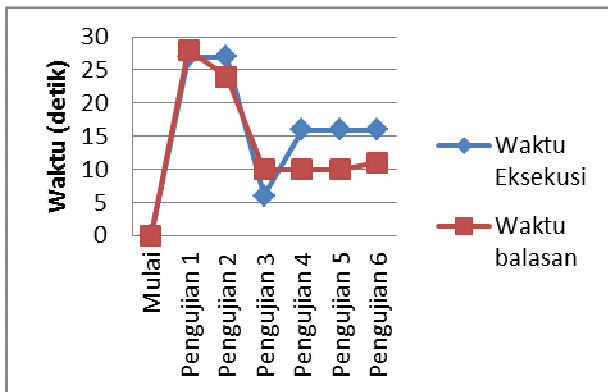
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, sensor level yang dipasang pada bak penampung berfungsi dengan baik. Dapat dilihat pada Tabel V dan Tabel VI dimana saat air tidak menyentuh sensor, maka tidak ada tegangan yang masuk, artinya sensor dalam keadaan tidak aktif. Begitupun sebaliknya, apabila air menyentuh sensor, sensor akan menjadi bertegangan melalui air sebagai penghantar tegangan, sehingga akan mengubah kontak-kontak yang telah diprogram dalam *smart relay*, akibatnya terjadi perubahan pada pompa, yaitu pompa dapat jalan atau dapat berhenti secara otomatis.

TABEL VII
HASIL PENGUJIAN PADA BEBAN I

Waktu Eksekusi (detik)	Waktu Balasan (detik)	Keterangan
27	28	Menjalankan motor
27	24	Menghentikan motor
6	10	Menjalankan motor
16	10	Menghentikan motor
16	10	Menjalankan motor
16	11	Menghentikan motor



Gambar 18. Grafik Hasil Pengujian pada Beban II



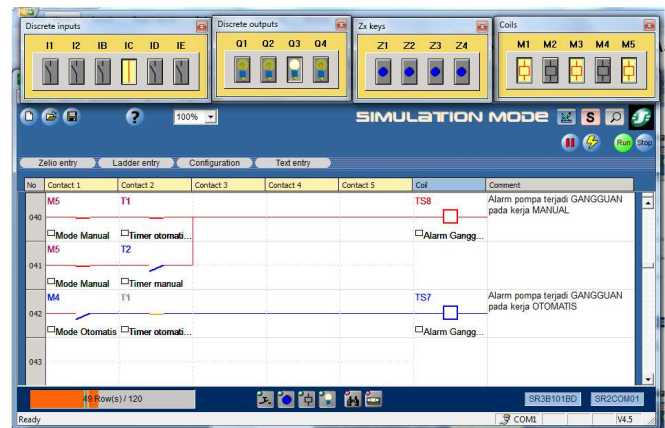
Gambar 17. Grafik Hasil Pengujian pada Beban I

TABEL IX
RATA-RATA WAKTU EKSEKUSI DAN BALASAN

No	Beban	Waktu Eksekusi (detik)	Waktu balasan (detik)
1	I	18	15,5
2	II	14,2	11,5
Rata-rata		16,1	13,5

TABEL VIII
HASIL PENGUJIAN PADA BEBAN II

Waktu Eksekusi (detik)	Waktu Balasan (detik)	Keterangan
10	11	Menjalankan Pompa
20	17	Menghentikan pompa
7	13	Menjalankan Pompa
23	7	Menghentikan pompa
13	11	Menjalankan Pompa
12	10	Menghentikan pompa



Gambar 19. Tampilan Pompa Terjadi Gangguan pada Kerja Manual

C. Pengujian Kondisi Panel Kontrol

Pengujian proses yang terjadi pada sistem dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara rancangan sistem yang diharapkan dengan rancangan sistem yang direalisasikan. Pengujian ini dilakukan berdasarkan terjadinya perubahan pada kondisi panel kontrol, kemudian diamati respon yang terjadi akibat perubahan kondisi tersebut. Hasil pengujian terhadap kondisi panel kontrol ditunjukkan pada Tabel X.

Dari hasil yang ditunjukkan pada Tabel X didapatkan bahwa sistem yang direalisasikan dapat bekerja dan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan dalam perancangan. Semua proses yang diujicoba dapat memberikan respon sesuai yang diharapkan. Hal ini terlepas dari faktor kegagalan SMS karena masalah jaringan pada *provider*.

D. Pengujian Kontrol Jarak Jauh

Pengujian ini dilakukan untuk melihat durasi komunikasi sistem dengan mengirim SMS sebanyak enam kali untuk setiap beban yang tujuannya untuk mengetahui kecepatan eksekusi serta mendapatkan data balasan dari sistem. Hasil pengujian tersebut dinyatakan pada Tabel VII dan VIII serta gambar 17 dan 18.

Dari hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 6 kali SMS pada beban satu seperti yang diperlihatkan gambar 17 menunjukkan bahwa eksekusi sistem terjadi rata-rata 18 detik setelah dikirim, sedangkan SMS balasan diterima oleh operator rata-rata 15,5 detik atau terjadi perbedaan antara eksekusi dengan balasan rata-rata 2,5 detik.

TABEL X
HASIL PENGUJIAN TERHADAP KONDISI PANEL KONTROL

Kondisi Panel Kontrol	Respon Panel
Selector switch pada Mode Manual	<ul style="list-style-type: none"> Lampu indikator Mode Manual menyala Kirim sms " Pompa Kerja MANUAL. Hidupkan pompa? Balas jetpioh! !pompa=1" ke operator
Pada Mode Manual tombol Z1 ditekan	<ul style="list-style-type: none"> Pompa jalan Lampu indikator Pompa ON menyala Lampu indikator Mode Manual menyala Kirim sms "Pompa ON, Kerja MANUAL. Matikan Pompa? Balas jetpioh! !pompa=0" ke operator
Pada Mode Manual tombol Z1 ditekan dan air pada bak penampung tidak menyentuh sensor Level Rendah selama 7 detik	<ul style="list-style-type: none"> Kirim SMS alarm "pompa terjadi GANGGUAN pada kerja MANUAL" ke operator
Pada Mode Manual tombol Z1 ditekan dan air pada bak penampung menyentuh sensor Level Rendah selama 10 detik	<ul style="list-style-type: none"> Kirim SMS alarm "pompa terjadi GANGGUAN pada kerja MANUAL" ke operator
Pada Mode Manual tombol Z1 ditekan dan air pada bak penampung menyentuh sensor Level Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> Pompa tidak jalan Lampu indikator Pompa ON mati Kirim SMS "Bak penampung penuh"
Pada Mode Manual tombol Z2 ditekan	<ul style="list-style-type: none"> Lampu indikator Pompa ON mati Lampu indikator Mode Manual menyala
Pada mode otomatis tombol Z1 ditekan	<ul style="list-style-type: none"> Pompa tidak bereaksi
Pada mode otomatis tombol Z2 ditekan	<ul style="list-style-type: none"> Pompa tidak bereaksi
Ada SMS masuk (nomor pengirim tidak dikenal)	<ul style="list-style-type: none"> Isi SMS diabaikan
Ada SMS masuk (nomor pengirim dikenal)	<ul style="list-style-type: none"> Eksekusi isi SMS
Selector switch pada Mode Otomatis	<ul style="list-style-type: none"> Lampu indikator Mode Manual mati Lampu indikator Mode Otomatis menyala
Air tidak menyentuh sensor Level Rendah pada Mode Otomatis	<ul style="list-style-type: none"> Pompa jalan Lampu indikator Pompa ON menyala Lampu indikator Mode Otomatis menyala Kirim sms "Pompa ON, Kerja OTOMATIS" ke operator

Kondisi Panel Kontrol	Respon Panel
Air menyentuh sensor Level Rendah pada Mode Otomatis saat pengisian bak penampung	<ul style="list-style-type: none"> Pompa jalan Lampu indikator Pompa ON menyala Lampu indikator Mode Otomatis menyala
Air menyentuh sensor Level Rendah pada Mode Otomatis saat pengosongan bak penampung	<ul style="list-style-type: none"> Pompa berhenti Lampu indikator Pompa ON mati Lampu indikator Mode Otomatis menyala
Air menyentuh sensor Level Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> Pompa berhenti Lampu indikator Pompa ON mati Kirim sms: "Bak penampungan PENUH pada kerja OTOMATIS" ke operator
Tombol Z3 ditekan	<ul style="list-style-type: none"> Motor jalan Lampu indikator Motor ON menyala Kirim informasi ke operator Q1=1
Tombol Z4 ditekan	<ul style="list-style-type: none"> Motor berhenti Lampu indikator Motor ON mati Kirim informasi ke operator Q1=0
Terima SMS berupa perintah untuk mengaktifkan Q1	<ul style="list-style-type: none"> Motor jalan Lampu indikator Motor ON menyala Kirim informasi ke operator Q1=1
Terima SMS berupa perintah untuk menonaktifkan Q1	<ul style="list-style-type: none"> Motor berhenti Lampu indikator Motor ON mati Kirim informasi ke operator Q1=0
MCB 3 fasa trip	<ul style="list-style-type: none"> Motor berhenti Lampu indikator Motor ON mati Kirim alarm gangguan hubung singkat ke operator
Motor beban lebih	<ul style="list-style-type: none"> Lampu indikator Beban Lebih menyala Motor berhenti Lampu indikator Motor ON mati Kirim alarm gangguan motor beban lebih ke operator

E. Pengujian Kondisi Gangguan

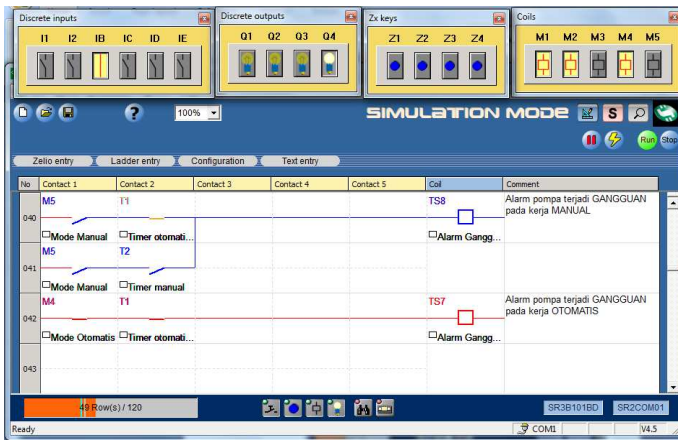
Kondisi gangguan adalah suatu kondisi dimana kontrol tidak bekerja sesuai deskripsi kerja normal. Gangguan yang biasanya terjadi adalah *short circuit*, *overload* ataupun keadaan dimana pompa tidak dapat menghisap air.

Gambar sampai 22 menampilkan indikator pada layar monitor, dimana motor berada pada keadaan gangguan yang ditandai dengan dikirim SMS *alarm* pada operator. Pada saat itu juga motor yang sedang jalan akan segera berhenti yang ditandai dengan padamnya lampu Q1 untuk motor dan Q2 untuk pompa.

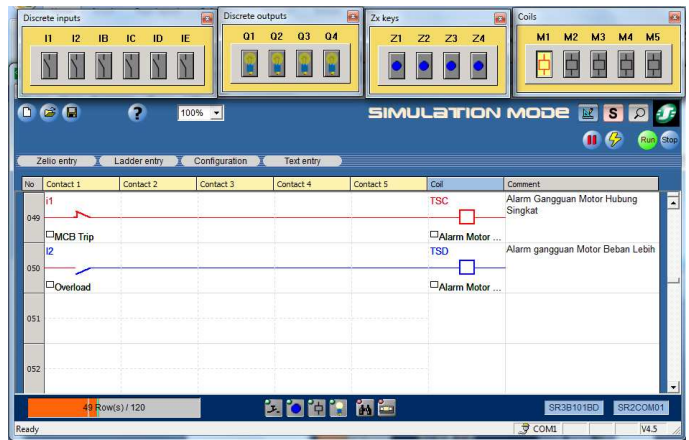
Pada saat terjadi gangguan maka akan dilakukan perbaikan pada bagian atau peralatan yang mengalami gangguan. Motor atau pompa dapat dioperasikan kembali setelah dilakukan perbaikan.

Dari hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 6 kali SMS pada beban dua seperti yang diperlihatkan gambar 18 menunjukkan bahwa eksekusi sistem terjadi rata-rata 14,2 detik setelah dikirim, sedangkan SMS balasan diterima oleh operator rata-rata 11,5 detik atau terjadi perbedaan antara eksekusi dengan balasan rata-rata 2,7 detik.

Secara keseluruhan, waktu eksekusi sistem setelah pengiriman SMS rata-rata 16,1 detik sementara waktu balasan SMS 13,5 detik terjadi perbedaan waktu 2,6 detik. Hal ini dapat dilihat pada Tabel IX.



Gambar 20. Tampilan Saat Terjadi Gangguan pada Kerja Otomatis



Gambar 21. Tampilan Saat Terjadi Gangguan Motor Hubung Singkat

V. KESIMPULAN DAN SARAN

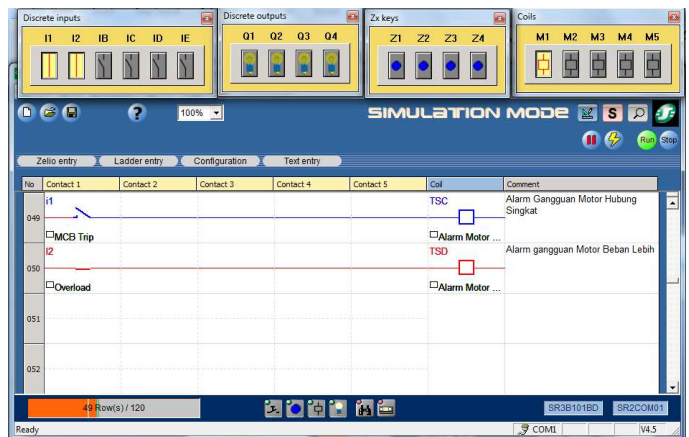
A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan alat pengendali motor listrik jarak jauh dapat disimpulkan:

- 1) Secara keseluruhan pengendalian motor listrik dapat dilakukan dari jarak jauh menggunakan telepon genggam melalui fasilitas SMS.
- 2) Waktu eksekusi sistem setelah sms dikirim rata-rata 14,2 detik sementara waktu balasan dari sistem ke telepon genggam operator rata-rata 11,5 detik.
- 3) Kelancaran komunikasi data antara *remote station* dan perangkat penerima dipengaruhi oleh kondisi jaringan GSM.
- 4) Dilihat dari pengujian kondisi gangguan, sistem yang dibuat memiliki efisiensi yang lebih tinggi dari pengendali konvensional pada umumnya, karena proses perbaikan gangguan tidak membutuhkan biaya yang mahal untuk membuat sistem bekerja normal kembali.

B. Saran

- 1) Penerapan alat ini dalam kehidupan sehari-hari sebaiknya diterapkan pada daerah berkembang. Mengingat mobilitas masyarakat dalam daerah berkembang semakin padat, dan banyak hal yang sering terabaikan dengan kesibukkan tersebut. Hal tersebut dapat teratasi dengan adanya alat ini yang dapat membantu manusia untuk tidak disibukkan dengan hal-hal sederhana tersebut.
- 2) Penulis mengakui bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini, masih banyak kekurangan baik dalam penyusunan skripsi, maupun dalam pembuatan *prototype* pengendalian motor listrik jarak jauh, karena *smart relay zelio logic* tipe SR3B101BD yang digunakan penulis untuk sistem yang dirancang memiliki keterbatasan I/O. Apabila ingin dilakukan pengembangan pada sistem ini, maka penulis menyarankan untuk memilih tipe *smart relay* yang memiliki I/O lebih banyak.



Gambar 22. Tampilan Saat Terjadi Gangguan Motor Beban Lebih

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Margiono, *Pengendalian Motor Listrik Dengan PLC (Zelio Smart Relay)*, Yayasan Kemajuan Teknik, Pontianak, 2015.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. Yayasan PUIL, Jakarta, 2000
- [3] Edvard. (2011, 18 April). Construction of 3-Phase AC induction motors. Diperoleh 1 Desember 2014, tersedia di: <http://electrical-engineering-portal.com/construction-of-3-phase-ac-induction-motors>
- [4] Juhari, *Instalasi Motor Listrik Semester 5*, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, Jakarta, 2014
- [5] M. Gideres, *Prototipe Kendali Motor Listrik Menggunakan Smart Relay dan Komputer, Skripsi*, Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi, 2013
- [6] P. Shanti, dan S. Daniel, Komunikasi SMS antara PLC *Master* dan *Slave* Menggunakan Modem GSM Untuk Pengamatan dan Pengendalian *Water Treatment Plant*, *Electrical Engineering Journal*, 1(1):12-27, 2010.
- [7] Schneider Electric, *Smart Relay Zelio Logic Catalogue*, Schneider Electric, France, 2009.
- [8] Schneider Electric, *Zelio Logic 2 Smart Relay User Manual SR2MAN01EN*, Schneider Electric, France, 2010
- [9] Schneider Electric, *SR2MOD02 and SR2MOD03 Wireless Modem User Guide*, Schneider Electric, France, 2013
- [10] Wavcom, *Fastrack M1306B User Guide*, Wavcom, Taiwan, 2006