

# Perancangan Sistem Pengendalian Beban Dari Jarak Jauh Menggunakan Smart Relay

Pefrianus Bunga.<sup>(1)</sup>, Ir. Martinus Pakiding MT.<sup>(2)</sup>, Sartje Silimang ST. MT.<sup>(3)</sup>

(1)Mahasiswa, (2)Pembimbing 1, (3)Pembimbing 2,

Jurusan Teknik Elektro-FT. UNSRAT, Manado-95115, Email: pherybunga@yahoo.co.id

*Abstrack-- In the electrical grid system that we often encounter, not all of them have a breaker that can be controlled through a centralized control system. In the wider area, generally wear control system, known as Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). However, for small electrical networks such as medium industries, not all of them have a facility like this, because to build a SCADA system requires a very large cost, Responding to the above problems is certainly a need for a breakthrough to establish a electrical load control system far distance that can be applied to the electricity network. One alternative that can be done is to use the Smart Relay as the control and monitoring can be integrated with the computer.*

**Keywords :** Circuit Breaker, control and monitoring, Supervisory Control & Data Acquisition, , Smart Relay

*Abstrak-- Pada sistem jaringan listrik yang sering kita jumpai, tidak semuanya memiliki alat pemutus yang dapat dikendalikan melalui suatu sistem kontrol yang terpusat. Pada area yang lebih luas, umumnya sudah memakai sistem kontrol yang dikenal dengan Supervisory Control & Data Acquisition (SCADA) . Namun untuk jaringan listrik yang kecil seperti industri menengah, tidak semuanya memiliki fasilitas seperti ini, karena untuk membangun sistem SCADA memerlukan biaya yang sangat besar, Menyikapi permasalahan diatas tentunya dibutuhkan suatu terobosan untuk membangun suatu sistem pengendalian beban dari jarak jauh yang dapat diaplikasikan pada jaringan listrik. Salah satu alternatif yang bisa dilakukan adalah menggunakan Smart Relay sebagai media pengendalian dan monitoring yang dapat diintegrasikan dengan komputer.*

**Kata Kunci :** pengendalian dan monitoring, pemutus beban, Supervisory Control & Data Acquisition, , Smart Relay,

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini terus mengalami kemajuan khususnya dalam dunia kelistrikan. Mengingat energi listrik saat ini merupakan kebutuhan yang sangat mendasar untuk mendukung setiap aktivitas manusia. Tentunya seiring meningkatnya permintaan akan energi listrik tersebut maka instalasi listrik baik untuk perumahan maupun industri juga harus meningkat. Salah satu peralatan penting dalam menjaga keamanan instalasi tersebut adalah saklar pemutus tenaga (PMT).

Pada sistem jaringan listrik yang sering kita jumpai, tidak semuanya memiliki alat pemutus yang dapat dikendalikan melalui suatu sistem kontrol yang terpusat. Pada area yang lebih luas, umumnya sudah memakai sistem kontrol yang dikenal dengan *Supervisory Control & Data Acquisition* (SCADA) . Namun untuk jaringan listrik yang kecil seperti industri menengah, tidak semuanya memiliki fasilitas seperti

ini, karena untuk membangun system SCADA memerlukan biaya yang sangat besar,

Menyikapi permasalahan diatas tentunya dibutuhkan suatu terobosan untuk membangun suatu sistem pengendalian beban yang dapat diaplikasikan pada jaringan listrik kecil yang dapat dikontrol dan dimonitoring melalui komputer. Smart relay merupakan salah satu sarana pengontrol yang dapat diintegrasikan dengan komputer, dimana proses penggunaannya yang mudah selain itu memiliki harga yang lebih murah dibandingkan PLC pada umumnya. Dari beberapa alasan dan latar belakang pemikiran di atas maka penulis mengangkat judul “Perancangan Sistem Pengendalian Beban Dari Jarak Jauh Menggunakan Smart Relay”.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Saklar Pemutus Tenaga ( PMT )

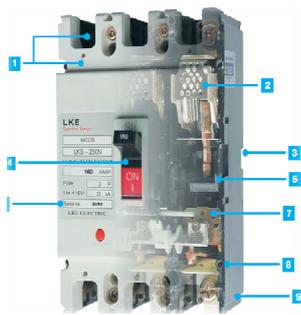
Saklar pemutus tenaga atau *circuit breaker* merupakan *electrical switch* yang beroperasi otomatis terhadap beban lebih dan hubung singkat. Tidak seperti sekering yang hanya bekerja sekali, *circuit breaker* dapat direset (secara manual atau otomatis) untuk kembali ke posisi normal. *Circuit breaker* dibuat dengan beragam kemampuan dari tegangan rendah untuk rumah sampai tegangan tinggi satu kota. *Circuit breaker* harus dapat mendeteksi kondisi yang salah dengan membuka kontakannya untuk menginterupsi rangkaian. Kontak dari *circuit breaker* harus dapat menahan arus beban tanpa panas yang berlebihan, dan juga harus tahan terhadap busur api yang dihasilkan karena menginterupsi rangkaian. *Circuit breaker* didesain dengan fungsi utama untuk mengamankan beban terhadap arus hubungan singkat dan beban lebih, membuka dan menutup rangkaian listrik, serta sebagai pengamanan terhadap kerusakan isolator.

### B. Jenis- Jenis Saklar Pemutus Tenaga

Saklar pemutus tenaga atau *circuit breaker* terdiri dari beberapa jenis, sesuai dengan jenis pengamanan maupun besarnya arus gangguan yang terjadi. Adapun jenis – jenis *circuit breaker* antara lain.

#### *Moulded Case Circuit Breaker ( MCCB )*

MCCB merupakan perangkat pengamanan pada tegangan menengah yang beroperasi secara otomatis terhadap beban lebih dan hubung singkat. Pada jenis tertentu pengamanan ini, memiliki kemampuan pemutusan yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Arus nominal pada rating MCCB harus lebih besar dari arus yang dibutuhkan oleh peralatan yang terhubung. Adapun bagian-bagian MCCB dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bagian –bagian MCCB

Keterangan :

1. Bahan BMC untuk bodi dan cover.
2. Peredam busur api.
3. Blok sambungan untuk pemasangan ST dan UVT.
4. Penggerak lepas – sambung
5. Kontak gerak.
6. Data pabrikan.
7. Unit pemutus magnetic
8. Unit pemutus thermal
9. Compact Size

Cara menghitung kebutuhan MCCB ada pada rumus persamaan (1).

$$3 \phi (\text{phasa}) I = P / (\sqrt{3}) \cdot V \cdot \cos \phi \quad (1)$$

Diamana :

P : Daya ( Watt )

V : Tegangan ( Volt )

Cos  $\phi$  :Faktor daya ( minimal dari PLN = 0,85 )

Prinsip kerja yang dimiliki MCCB yaitu pengaman thermis untuk gangguan arus lebih dan pengaman magnetic untuk gangguan hubung singkat. Pengaman thermis ini menggunakan bimetal yang terdiri dari dua lempeng logam yang saling menempel. Panas yang dihasilkan oleh gangguan arus lebih akan menyebabkan bimetal ini melengkung dan mendorong tuas pemutus sehingga MCCB akan trip. Namun pengaman thermis ini memiliki respon yang sangat lambat dibandingkan pengaman magnetic.

Pengaman magnetic ini menggunakan koil, ketika terjadi gangguan hubung singkat maka koil akan terinduksi dan timbul medan magnet. Akibatnya poros yang ada di dekatnya akan tertarik dan menjalankan tuas pemutus. Pengaman magnetic tidak memerlukan waktu lama untuk tripnya. Karena pengaman magnetic bekerja secara magnetic sehingga waktu yang dibutuhkan untuk induksi sangatlah cepat dibandingkan dengan prinsip panas. Sehingga pengaman magnetic memiliki waktu yang sangat singkat/ tidak memerlukan waktu yang lama untuk trip.

#### Mini Circuit Breaker ( MCB )

MCB (gambar 2) adalah pengaman rangkaian yang dilengkapi dengan pengaman thermis (bimetal) untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relai elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat. MCB banyak digunakan untuk pengaman sirkit satu phasa dan tiga phasa. *Miniatur Circuit Breakers* (MCB) didesain dengan fungsi utama untuk mengamankan kabel terhadap beban lebih



Gambar 2. Mini Circuit Breaker



Gambar 3. Air Circuit Breaker

dan terjadinya hubungan singkat pada rumah tangga. Sedangkan arus pengenal pemutus tenaga tersebut harus disesuaikan dengan besarnya arus beban yang dilewatkan kabel dan lebih kecil dari arus yang diizinkan pada kabel .

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara thermis dan elektromagnetis, pengaman termis berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat. Pengaman thermis pada MCB memiliki prinsip yang sama dengan thermal overload yaitu menggunakan dua buah logam yang digabungkan (bimetal), pengamanan secara thermis memiliki kelambatan, ini bergantung pada besarnya arus yang harus diamankan, sedangkan pengaman elektromagnetik menggunakan sebuah kumparan yang dapat menarik sebuah anker dari besi lunak.

#### Air Circuit Breaker ( ACB )

ACB (gambar 3) merupakan jenis *circuit breaker* dengan sarana pemadam busur api berupa udara. ACB dapat digunakan pada tegangan rendah dan tegangan menengah. Udara pada tekanan ruang atmosfer digunakan sebagai peredam busur api yang timbul akibat proses *switching* maupun gangguan. *Air Circuit Breaker* dapat digunakan pada tegangan rendah dan tegangan menengah. Rating standar *Air Circuit Breaker* (ACB) yang dapat dijumpai dipasaran. Pengoperasian pada bagian mekanik ACB dapat dilakukan dengan bantuan solenoid motor ataupun pneumatik. Perlengkapan lain yang sering diintegrasikan dalam ACB adalah *Over Current Relay* (OCR) dan *Under Voltage Relay* (UVR).

#### Oil Circuit Breaker ( OCB )

*Oil Circuit Breaker* (gambar 4) adalah jenis CB yang menggunakan minyak sebagai sarana pemadam busur api yang timbul saat terjadi gangguan. Bila terjadi busur api dalam minyak, maka minyak yang dekat busur api akan berubah menjadi uap minyak dan busur api akan dikelilingi oleh gelembung-gelembung uap minyak dan gas. Gas yang

terbentuk tersebut mempunyai sifat *thermal conductivity* yang baik dengan tegangan ionisasi tinggi sehingga baik sekali digunakan sebagai bahan media pemadam loncatan bunga api

**Vacuum Circuit Breaker ( VCB )**

*Vacuum circuit breaker* (gambar 5) memiliki ruang hampa udara untuk memadamkan busur api, pada saat *circuit breaker* terbuka (*open*), sehingga dapat mengisolir hubungan setelah bunga api terjadi, akibat gangguan atau sengaja dilepas. Salah satu tipe dari *circuit breaker* adalah *recloser*. *Recloser* hampa udara dibuat untuk memutuskan dan menyambung kembali arus bolak-balik pada rangkaian secara otomatis. Pada saat melakukan pengesetan besaran waktu sebelumnya atau pada saat *recloser* dalam keadaan terputus yang kesekian kalinya, maka *recloser* akan terkunci (*lock out*), sehingga *recloser* harus dikembalikan pada posisi semula secara manual.

**Sulfur Hexafluoride Circuit Breaker ( SF6 CB )**

SF6 CB (gambar 6) adalah pemutus rangkaian yang menggunakan gas SF6 sebagai sarana pemadam busur api. Gas SF6 merupakan gas berat yang mempunyai sifat dielektrik dan sifat memadamkan busur api yang baik sekali. Prinsip pemadaman busur apinya adalah Gas SF6 ditiupkan sepanjang

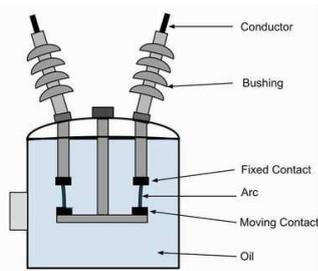
busur api, gas ini akan mengambil panas dari busur api tersebut dan akhirnya padam. Rating tegangan CB adalah antara 3.6 KV – 760 KV.

**C. Modul Motor Mekanis  
Pemanfaatan Modul Motor Mekanis**

Modul motor mekanis atau *motor mechanism module* adalah aksesoris kontak bantu untuk membuka atau menutup *circuit breaker* secara otomatis maupun manual seperti pada gambar 7.

**Prinsip Kerja Modul Motor Mekanis**

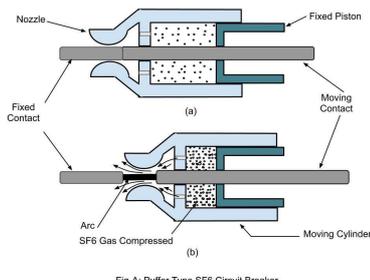
*Motor mechanism module* beroperasi pada tegangan 220VAC, pada saat saklar pada posisi manual, *Motor mechanism module* melalui proses charged dengan menarik tuas pada modul sebanyak 8 kali, dan pengoperasiannya menggunakan push button ON untuk menutup rangkaian dan pushbutton OFF untuk membuka rangkaian.



Gambar 4. Oil Circuit Breaker



Gambar 5. Vacuum circuit breaker

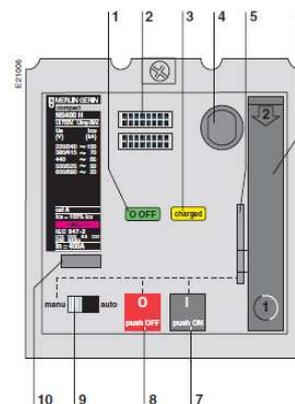


Gambar 6. SF6 Circuit Breaker



Gambar 7. Modul Motor Mekanis

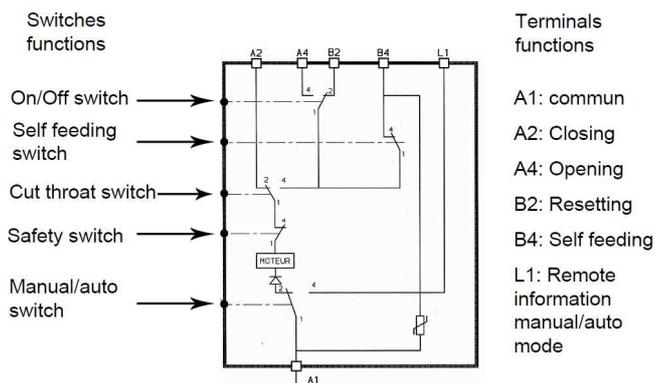
**Bagian-Bagian Modul Motor Mekanis**



Gambar 8. Bagian – Bagian Modul Motor Mekanis

**Keterangan :**

1. Indikator posisi kontak
2. Label identifikasi output sirkuit.
3. Indikator status pengisian ( charged-discharged )
4. Alat pengunci
5. Alat pengunci ( posisi OFF )
6. Pengisian manual ( tuas charging )
7. I (ON) pushbutton.
8. O (OFF) pushbutton.
9. Saklar manual / auto, posisi saklar untuk pengontrolan.
10. Penghitung pengoperasian.



Gambar 9. Diagram pengawatan modul motor mekanis AC

Namun pada saat saklar berada pada posisi auto, *Motor mechanism module* melalui proses charged secara otomatis / elektrik. Perintah ON ( menutup ) dan OFF ( membuka ) dapat dilakukan secara elektrik. Berikut ini adalah gambar wiring NS100/250 motor mechanism module dengan supply 220 VAC. Dapat dilihat pada gambar 8 bagian-bagian motorized dan gambar 9 merupakan diagram pengawatan dari modul motor mekanis.

#### D. Relay Cerdas

Relay cerdas atau *smart relay* adalah suatu alat yang dapat diprogram oleh suatu bahasa tertentu yang biasa digunakan pada proses automasi. *Smart relay* memiliki ukuran yang kecil dan relatif ringan. Zelio Logic *smart relay* didesain untuk sistem automasi yang biasa digunakan pada aplikasi industri dan komersial. Untuk keperluan industri biasanya digunakan untuk aplikasi *small finishing*, packaging dan juga proses produksi. Selain itu juga digunakan untuk mesin-mesin yang berskala kecil sampai dengan yang skala besar dan terkadang juga digunakan untuk home industry. Untuk sector komersial atau bangunan biasa digunakan untuk alat penggulung, pintu masuk, instalasi listrik, compressor dan lain-lain yang menggunakan sistem automasi. Terdapat 2 tipe *smart relay* yaitu tipe compact dan tipe modular. Perbedaannya adalah pada tipe modular dapat ditambahkan extension module sehingga dapat ditambahkan input dan output. Meskipun demikian penambahan modul tersebut tetap terbatas hanya bisa ditambahkan sampai dengan 40 I/O. Selain itu untuk tipe modular juga dapat dimonitor dengan jarak jauh dengan penambahan modul.

#### Prinsip / Cara Kerja Relay Cerdas

Fungsi *smart relay* adalah merupakan suatu bentuk khusus dari pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dengan aturan tertentu dan dapat mengimplementasikan fungsi-fungsi khusus seperti fungsi logika, sequencing, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmetika dengan tujuan mengontrol mesin-mesin dan proses-proses yang akan dilakukan secara otomatis dan berulang-ulang. *Smart relay* ini dirancang sebaik mungkin agar mudah dioperasikan dan dapat diprogram oleh non-programmer khusus. Oleh karena itu perancang *smart relay* telah menempatkan sebuah program awal (*interpreter*) di



Gambar 10. Zelio Logic Smart Relay

dalam piranti ini yang memungkinkan pengguna meinput program-program kontrol sesuai dengan kebutuhan mereka dalam kebutuhan mereka dalam suatu bentuk bahasa pemrograman yang relatif sederhana dan mudah untuk dimengerti dan dapat diubah atau diganti dengan mudah sesuai dengan kebutuhan.

Pemrograman yang digunakan pada *smart relay telemecanique* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara menggunakan tombol-tombol yang terdapat pada *smart relay* sehingga dapat mengubah program secara langsung dari *smart relay* tersebut. Selain itu pemrograman juga dapat menggunakan computer yang menggunakan *software* "Zelio Soft 2".

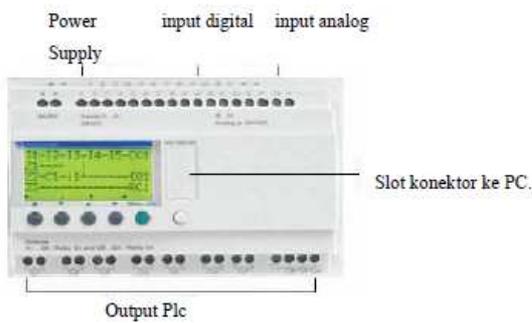
Cara kerja *smart relay* pertama adalah memeriksa kondisi input. *Smart relay* akan memeriksa setiap input yang ada. Kemudian semuanya akan diinputkan ke dalam memori. Langkah kedua adalah mengeksekusi program pada suatu instruksi. Sehingga kerja *smart relay* adalah berdasarkan program. Setiap kondisi ditentukan oleh programnya. Langkah terakhir *smart relay* mengatur status pada perangkat keluaran. Dapat kita lihat bahwa *smart relay* sangat penting dalam suatu proses.

Keuntungan menggunakan *Smart Relay* adalah adalah pemrograman yang sederhana, dengan adanya layar LCD yang besar dengan backlight memungkinkan dilakukannya pemrograman melalui front panel atau menggunakan *Zelio Soft 2 Software*. Instalasi yang mudah. Dan harga lebih murah dibandingkan dengan menggunakan PLC. Fleksibel, kompak dan dapat ditambahkan modul tambahan bila diperlukan, dual programming language, dan multiple power capabilities (12VDC, 24VDC, 24VAC dan 120 VAC). Open connectivity. Sistem Zelio dapat dimonitor secara jarak jauh dengan cara menambahkan extension modul berupa modem. Juga tersedia modul modbus sehingga Zelio dapat menjadi slave OLC dalam suatu jaringan PLC.

#### Modul Relay Cerdas

*Smart relay* yang digunakan adalah merk *Telemecanique* yang dibuat oleh pabrikan Schneider. *Smart relay* ini merupakan *Smart relay* modular yang dapat diexpand. Software yang digunakan untuk *Smart relay* ini adalah Zelio Soft 2. Yang menggunakan bahasa ladder diagram atau bisa juga menggunakan function block diagram. *Smart relay* yang digunakan dapat diexpand sesuai dengan kebutuhan. Sehingga input maupun output dapat ditambahkan pada *Smart Relay* ini.

*Smart relay* ini juga memiliki layar yang dapat digunakan untuk melihat maupun mengganti program yang telah diinput ke dalam *Smart relay* ini.



Gambar 11. Bagian – bagian Zelio Logic Smart Relay

Pada layar tersebut juga terdapat backlight yang digunakan untuk menerangi layar tersebut untuk memudahkan pembacaan pada layar tersebut. *Smart relay* ini juga memiliki data backup yang dilakukan oleh EEPROM Flash memory. Komunikasi yang digunakan adalah jaringan Modbus. *Smart relay* ini memiliki range power supply yang 24 VDC. Batasan tegangan supplynya adalah 19,2-30 VDC. Arus nominalnya 70 mA tanpa extensions jika menggunakan extensions 180 mA.

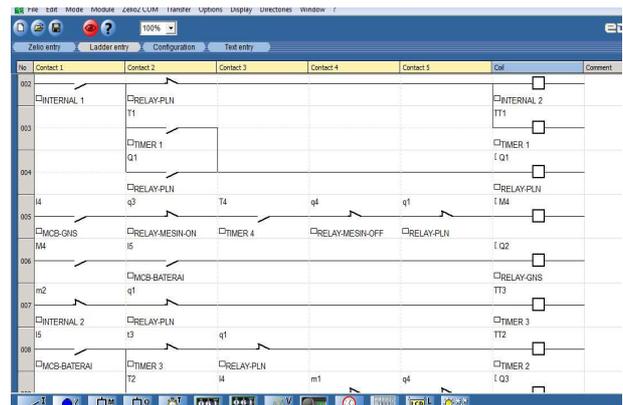
Dari gambar 10 dapat kita lihat terdapat layar yang dapat digunakan untuk melakukan pemrograman secara langsung dan *smart relay* tanpa harus menggunakan perangkat komputer. Dengan adanya tombol-tombol yang telah disediakan kita dapat memprogram dengan lebih mudah.

*Zelio logic* tipe modular yang dapat ditambahkan module sesuai dengan kebutuhan. Tetapi penambahan module cukup terbatas. Hanya sampai 40 I/O saja. *Smart relay* ini memiliki performa yang cukup baik dibandingkan dengan *smart relay* yang lain karena memiliki bentuk yang kecil dan relatif lebih ringan dan memiliki jumlah input dan output yang cukup banyak dibandingkan dengan *smart relay* lain yang seukuran dan juga terdapat layar untuk memudahkan pengontrolan.

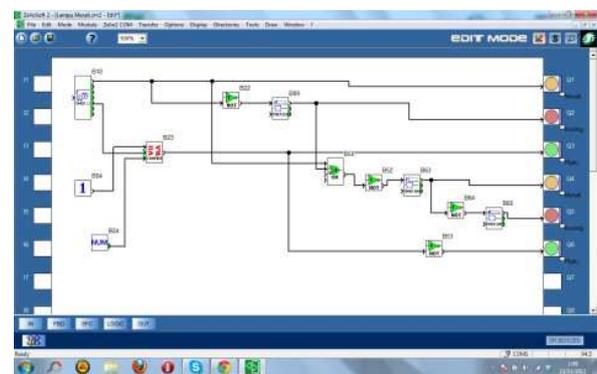
Programming dan instalasi yang mudah, *Zelio Logic* sangat cocok untuk semua aplikasi. *Zelio Logic* ini juga fleksibel menawarkan dua macam Option, yang pertama adalah compact version dimana pada versi ini memiliki konfigurasi yang fix, sedangkan untuk yang kedua yaitu Modular version, dapat ditambahkan extension Modules serta 2 bahasa programming (FBD atau ladder). Secara independen, menggunakan tombol-tombol pada *Zelio Logic smart relay* (ladder language). Menggunakan pemrograman pada PC menggunakan software "Zelio Soft 2".

*Smart relay* ini memiliki jumlah input 16 yang terdiri dari analog dan digital dan memiliki output 10 relay normally open seperti pada gambar 11. *Smart relay* ini juga dapat digabungkan dengan modul tambahan sehingga dapat memperbanyak jumlah input maupun jumlah output sampai dengan total jumlah 40 I/O. Untuk discrete input memiliki tegangan nominal 24V dan arusnya 4 mA dan untuk input analog 0-10 atau 0-24 VDC.

Impedansi inputnya 12K. Untuk response time jika menggunakan ladder language memerlukan 50 ms dan jika menggunakan block diagram memerlukan minimal 50 ms dan maksimal 255 ms. Sedangkan untuk perangkat keluaran (output). Terdapat 2 tipe karakteristik yaitu relay dan transistor. Untuk relay tipenya adalah normally open yang akan menyala jika diberi logic 1 dan akan mati jika diberi logic 0.



Gambar 12. Layout yang menggunakan ladder diagram



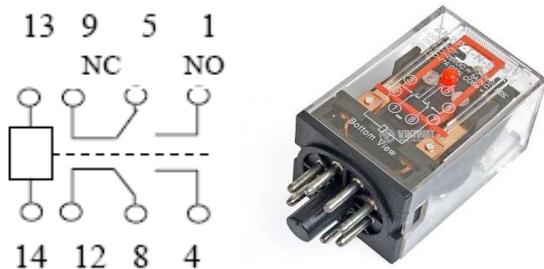
Gambar 13. Layout yang menggunakan bahasa FBD

Batas beroperasinya 5-30 VDC dan 24-250 VAC. Arus termalnya 8 output bernilai 8A dan 2 output bernilai 5A. Kapasitas switching minimal adalah 10 mA. Time response untuk trip 10 ms dan untuk reset 5 ms. Untuk transistor batas operasinya 19,2-30V. Beban nominal tegangan 24 VDC dan arusnya 0,5A. Time response untuk trip dan resetnya kurang dari 1 ms. I/O pada *smart relay* ini dapat diberi modul tambahan sesuai dengan kebutuhan tetapi terdapat keterbatasan dalam penambahan. Untuk analogue I/O extension modules dengan 4 I/O, suplai menggunakan 24 VDC. Discrete I/O extension modules dengan 6, 10, 14 I/O, suplai melalui *Zelio Logic smart relay* dengan voltage yang sama.

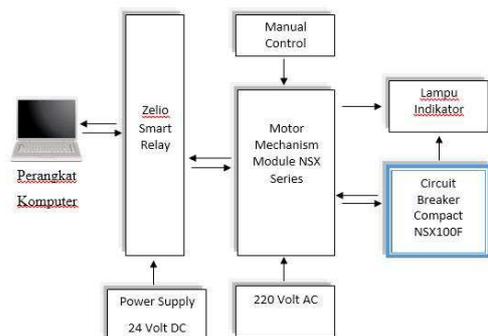
#### Program Relay Cerdas Menggunakan Zelio Soft 2

Pemrograman yang dipakai pada *smart relay* ini adalah menggunakan software *Zelio Soft 2*. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah Ladder Diagram (LD) dan Function Block Diagram (FBD). Pada gambar 12 dapat kita lihat contoh layout program yang menggunakan ladder diagram.

Pada bahasa ladder terdapat dua macam symbol yang dapat digunakan yaitu ladder symbol dan electrical symbol. Pada ladder symbol terdapat 120 baris yang dapat digunakan untuk program. Fitur-fitur yang ada adalah timer, yang digunakan untuk menghitung delay baik on/off. Counter yang digunakan untuk menghitung maju atau mundur. Analogue comparator dan counter comparator yang digunakan untuk membandingkan. Clock yang digunakan untuk range waktu yang valid selama melakukan proses. Control relay yang digunakan sebagai internal relay. Input dan output coil dan



Gambar 14. Relay 220 Volt



Gambar 15. Perancangan sistem

juga terdapat kolom comment untuk memberi komentar pada tiap barisnya. Sedangkan gambar 13 adalah contoh layout yang menggunakan FBD language. FBD menyediakan graphical programming yang berdasarkan kegunaan dari function block.

Selain itu Software ini juga dapat digunakan untuk simulasi, monitoring, dan pengawasan. Selain itu juga dapat mengupload dan mendownload program. Dapat dibuat dalam bentuk file. Meng-compile program secara otomatis. Selain itu juga terdapat menu on-line help.

E.. Relay 220 Volt

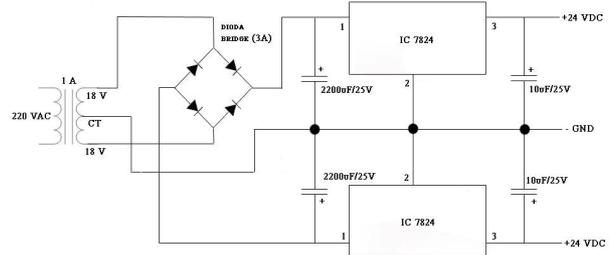
Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis seperti gambar 14, memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Relay merupakan komponen elektronika yang dapat mengimplementasikan logika switching. Relay yang digunakan sebelum tahun 70an, merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Setelah tahun 70-an digantikan posisinya oleh PLC. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya / energi listrik.

Jadi secara sederhana dapat disimpulkan bahwa Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Relay terdiri dari koil dan kontak, koil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang kontak adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di koil. Kontak ada 2 jenis yaitu Normally Open (kondisi awal sebelum diaktifkan open) dan Normally Closed (kondisi awal sebelum diaktifkan close). Prinsip kerja dari relay : ketika koil mendapat energi listrik (energized), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan kontak akan menutup.

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Perancangan adalah hal yang harus diperhatikan secara teliti oleh karena itu perancangan harus didukung oleh pengetahuan tentang karakteristik komponen yang digunakan. Mengingat hal ini akan sangat menentukan langkah-langkah dalam mewujudkan alat seperti yang di inginkan. Seperti pada gambar 15 merupakan perancangan dari sistem pengendalian beban dari jarak jauh menggunakan smart relay.



Gambar 16. Rangkaian Power Supply

B. Perancangan Perangkat Keras ( Hardware )

Pada perancangan perangkat keras ini akan dijelaskan mengenai rangkain kerja sistem seperti power supply, rangkaian kontrol, rangkaian indikator yang nantinya akan diterapkan.

Rangkaian Power Supply

Perangkat elektronika harus memiliki sumber tegangan atau catu daya yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya yang besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC ( *alternating current* ) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC. Pecatu daya atau sumber tenaga disebut juga power supply.

Dalam kebanyakan hal ini berarti mengkonversi jaringan AC ke dalam tegangan DC tertentu yang stabil. Keluaran DC pada dasarnya harus konstan terhadap perubahan arus beban, masukan jaringan, dan suhu. Power supply unit catu daya secara efektif harus mengisolasi rangkaian internal dari jaringan utama, dan biasanya harus dilengkapi dengan pembatas arus otomatis atau pemutus bila terjadi beban lebih atau hubung singkat.

Pada sistem ini sumber tegangan yang dibutuhkan oleh modul smart relay sebesar 24 volt DC. Tegangan 24 volt DC tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan trafo step down untuk menurunkan tegangan 220 volt AC menjadi 24 volt AC. Tegangan tersebut kemudian diubah menjadi tegangan DC

dengan menggunakan penyearah gelombang penuh melalui diode bridge yang kemudian melewati sebuah filter yaitu kapasitor elektrolit 2200uF/25volt untuk menghilangkan riak. Untuk menjaga agar tegangan tetap stabil maka dipasang sebuah AVR yaitu IC regulator AN 7824, kemudian pada akhir

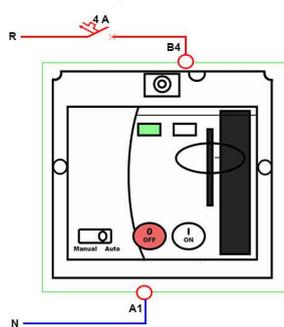
rangkaian dipasang sebuah filter 10uF/25volt. Rangkaian power supply seperti pada gambar 16.

**Rangkaian Daya Motor Mechanism Module**

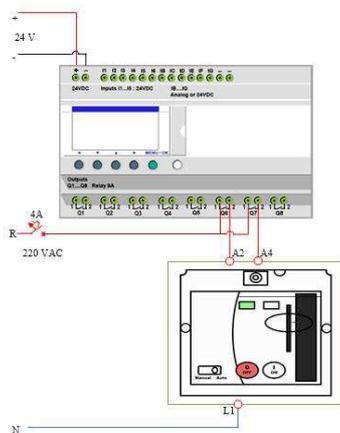
*Motor mechanism module* ini dapat bekerja pada pada range 220...240 V AC, 50/60 Hz dan 208...277 V AC, 60 Hz dengan konsumsi daya 500W sampai 600W. Sehingga pada rangkaian daya *motor mechanism module* ini akan menggunakan tegangan 220 Volt AC dan frekuensi 50 Hz. Untuk fasa R disambungkan ke bagian B4 sedangkan untuk netral dihubungkan pada bagian A1 pada *motor mechanism module* seperti pada gambar 17. Rangkaian daya ini berfungsi untuk charging *motor mechanism module*. Dan sebagai proteksi digunakan MCB 4 Amp.

**Rangkaian Kontrol**

Rangkaian ini berfungsi untuk mengendalikan *motor mechanism module* menggunakan *smart relay*, dapat dilihat pada gambar 18. Rangkaian ini bekerja apabila *motor mechanism module* dalam keadaan Auto. Dimana A2 merupakan perintah untuk menggerakkan *switch moulded case circuit breaker* ke posisi ON sehingga rangkaian akan tertutup, sedangkan A4 merupakan perintah untuk menggerakkan *switch moulded case circuit breaker* ke posisi OFF sehingga rangkaian akan terbuka. A2 akan bekerja menutup rangkaian ketika Q61 dan Q62 terhubung setelah *smart relay* mendapat perintah dari komputer. Begitupun halnya A4 akan membuka rangkaian ketika Q71 dan Q72 terhubung setelah *smart relay* mendapat perintah dari komputer.



Gambar 17. Rangkaian daya motor mechanism module



Gambar 18. Rangkaian kontrol motor mechanism module

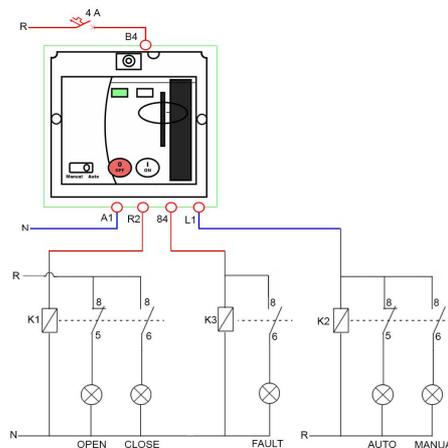
**Rangkaian Indikator**

Rangkaian indikator ini mencakup rangkaian lampu indikator kinerja *moulded case circuit breaker* dan *motor mechanism module* pada panel serta indikator *report / feedback* kepada operator yang akan muncul pada layar monitor komputer. Rangkaian indikator dapat dilihat pada gambar 19 dan gambar 20.

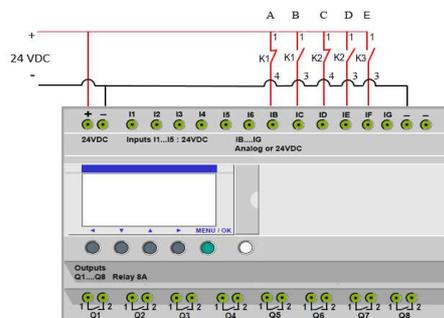
Dalam rangkaian indikator ini dibutuhkan perangkat tambahan yaitu 3 buah relay. Untuk relay pertama yaitu K1 berfungsi untuk mengaktifkan lampu indikator open dan close dengan sambungan terminal *trigger* dari R2 dan N. Dimana lampu open menggunakan kontak NC (Normally Close) pada terminal 8 dan 5 sedangkan lampu close menggunakan kontak NO (Normally Open) pada terminal 8 dan 6. Untuk supply tegangan lampu indikator open dan close itu sendiri diambil dari fasa R.

Untuk relay kedua yaitu K2 berfungsi untuk mengaktifkan lampu indikator auto dan manual dengan sambungan terminal *trigger* dari L1 dan fasa R. Dimana lampu auto menggunakan kontak NC (Normally Close) pada terminal 8 dan 5 sedangkan lampu manual menggunakan kontak NO (Normally Open) pada terminal 8 dan 6.

Untuk relay ketiga yaitu K3 berfungsi untuk indikator apabila terjadi trip / fault dengan sambungan terminal *trigger* 84 dan N. Untuk lampu indikator trip / fault ini sendiri tidak menggunakan terminal pada relay dikarenakan lampu indikator ini terhubung langsung dengan 84 dan N.



Gambar 19. Rangkaian Lampu Indikator



Gambar 20. Rangkaian Indikator

Untuk memonitoring kinerja atau kondisi *moulded case circuit breaker* dan *motor mechanism module* yang akan muncul pada layar komputer dibutuhkan rangkaian indikator seperti pada gambar 3.5. Rangkaian ini menggunakan tegangan 24 VDC, dimana A adalah indikator open yang akan aktif ketika *moulded case circuit breaker* berada dalam keadaan open menggunakan relay K1 dan menggunakan kontak NC ( Normaly Close ) pada terminal 1 dan 4 yang dihubungkan pada terminal IB pada smart relay.

Untuk rangkaian B adalah indikator close yang menggunakan relay K1 dan menggunakan kontak NO (Normaly Open ) pada terminal 1 dan 3 yang dihubungkan pada terminal IC pada smart relay.

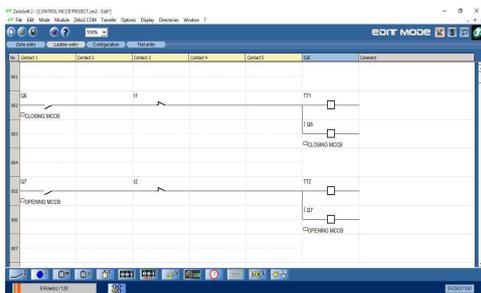
Untuk rangkaian C adalah indikator auto yang akan aktif ketika *motor mechanism module* bekerja dalam kondisi auto. Indikator auto ini menggunakan relay K2 dan menggunakan kontak NC ( Normaly Close ) pada terminal 1 dan 4 yang dihubungkan pada terminal ID pada smart relay.

Untuk rangkaian D adalah indikator manual yang akan aktif ketika *motor mechanism module* bekerja dalam kondisi manual. Indikator manual ini menggunakan relay K2 dan menggunakan kontak NO ( Normaly Open ) pada terminal 1 dan 3 yang dihubungkan pada terminal IE pada smart relay.

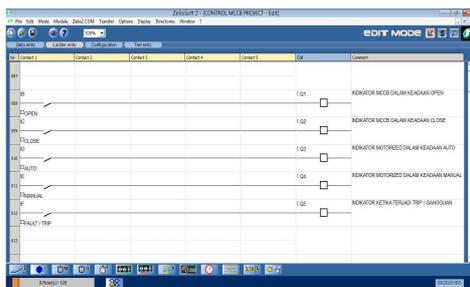
Untuk rangkaian E adalah indikator trip / fault yang akan aktif ketika terjadi gangguan yang mengakibatkan *meoulded case circuit breaker* trip. Indikator trip / fault ini menggunakan relay K3 dan menggunakan kontak NO (Normaly Open ) pada terminal 1 dan 3 yang dihubungkan pada terminal IF pada smart relay.

C. Perancangan Perangkat Lunak ( Software )

Gambar 21 Menunjukkan desain tampilan rangkaian kontrol sedangkan Gambar 22 menunjukkan desain tampilan rangkaian indikator.



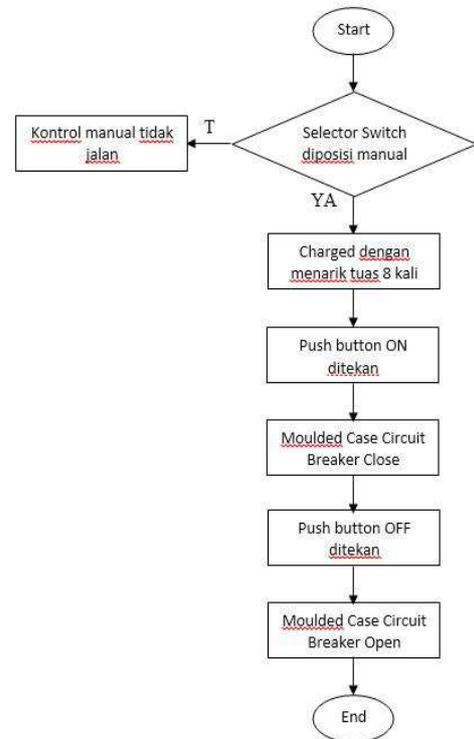
Gambar 21. Desain Tampilan Rangkaian Kontrol



Gambar 22. Desain Tampilan Rangkaian Indikator

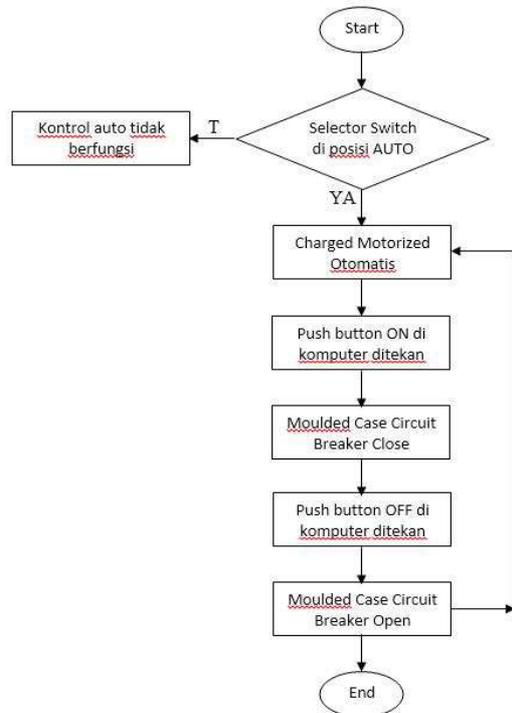
D. Deskripsi Kerja

Kondisi Manual



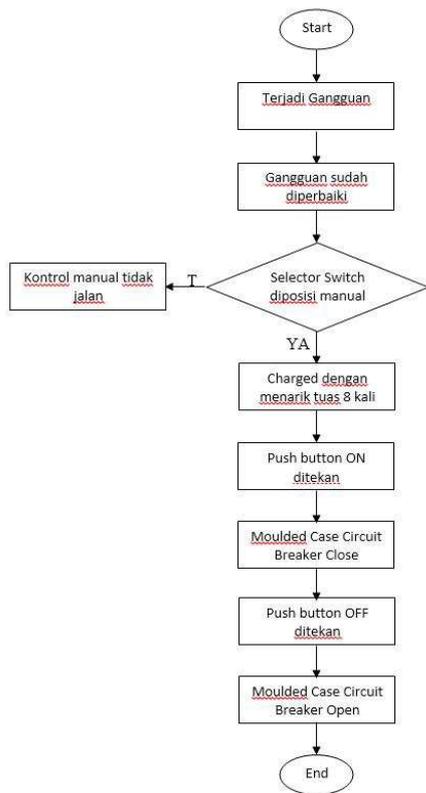
Gambar 23. Diagram Deskripsi Kerja Manual

Kondisi Otomatis



Gambar 24. Diagram Deskripsi Kerja Otomatis

Kondisi Gangguan



Gambar 25. Diagram Deskripsi Kerja Gangguan

TABEL I. TEGANGAN MASUKAN DAN KELUARAN POWER SUPPLY

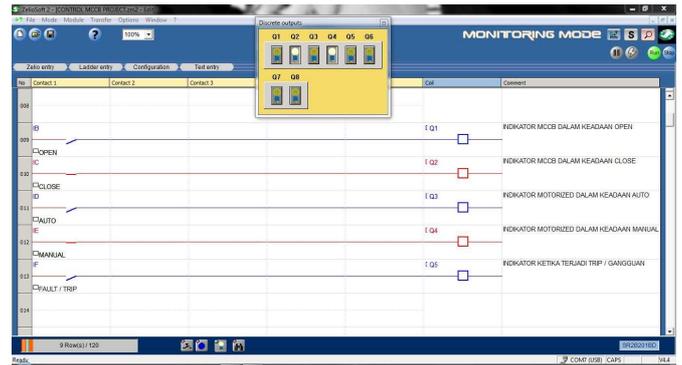
No	V in AC ( Volt )	V out DC ( Volt )	
		IC 7824 ( 1 )	IC 7824 ( 2 )
1.	226.7	23.9	23.6
2.	225.4	23.9	23.5
4.	224.5	23.9	23.6
5.	225.8	23.8	23.6
6.	224.3	23.9	23.5

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Pengujian Power Supply

Pada rangkaian power supply ini mempunyai dua output dengan nilai masing – masing 24 volt dan menggunakan dua buah IC regulator LM 7824. Nilai tegangan keluaran yang diharapkan dari rangkaian IC regulator 7824 ini adalah 24 volt. Untuk itu dilakukan 5 kali pengukuran IC regulator LM 7824, dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel I.

Dari data tabel I dapat disimpulkan bahwa tegangan keluaran dari IC regulator cukup stabil dan masih memenuhi toleransi yang diinginkan, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai catu daya pada zelio smart relay dan rangkaian indikator yang akan digunakan pada sistem pengontrolan.



Gambar 26. Tampilan monitoring closing MCCB deskripsi kerja manual

TABEL II. DATA PENGUJIAN CLOSING MCCB DESKRIPSI KERJA MANUAL

Closing MCCB Manual	
Percobaan	Kondisi MCCB
1	CLOSING
2	CLOSING
3	CLOSING
4	CLOSING
5	CLOSING

TABEL III. DATA PENGUJIAN OPENING MCCB DESKRIPSI KERJA MANUAL

Opening MCCB Manual	
Percobaan	Kondisi MCCB
1	OPENING
2	OPENING
3	OPENING
4	OPENING
5	OPENING

B. Pengujian Deskripsi Kerja

Pengujian deskripsi kerja ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem yang telah dirancang baik itu deskripsi kerja secara manual dan otomatis serta pada saat terjadi gangguan. Kondisi atau kinerja dari sistem yang telah dirancang ini akan muncul pada layar monitor pengawas.

Deskripsi Kerja Manual

Deskripsi kerja manual (Gambar 23) adalah suatu kondisi kerja dimana pengendalian beban dapat ditutup dan dibuka (close / open) dengan menggunakan tombol tekannya masing–masing. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah memastikan switch *motor mechanism module* berada pada posisi manual kemudian menarik tuas pada modul sebanyak 8 ( delapan ) kali untuk mengisi energy atau charging pada *motor mechanism module*.

Gambar 26 menampilkan indikator pada layar monitor pengawas dimana molded case circuit breaker berada pada keadaan close yang ditandai dengan aktifnya lampu Q2, dan berada pada kondisi kerja manual yang ditandai dengan aktifnya lampu Q4.

Gambar 27 menampilkan indikator pada layar monitor pengawas dimana molded case circuit breaker berada pada keadaan open yang ditandai dengan aktifnya lampu Q1, dan berada pada kondisi kerja manual yang ditandai dengan aktifnya lampu Q4.

Dari data tabel II diketahui bahwa kontrol manual untuk menutup / closing *moulded case circuit breaker* bekerja dengan baik. Dari data tabel III diketahui bahwa kontrol manual untuk membuka / opening *moulded case circuit breaker* bekerja dengan baik.

**Deskripsi Kerja Otomatis**

Kondisi otomatis (gambar 24) adalah sebuah kondisi dimana kontrol aktuator bekerja sesuai dengan deskripsi kerja yang kita inginkan melalui alat kontrol yang kita pasang.

Dalam hal ini kontrol membuka atau menutup *moulded case circuit breaker* dilakukan dari perangkat komputer dimana *smart relay modul* sebagai media pengontrol.

Gambar 28 menampilkan monitoring mode pengontrolan *moulded case circuit breaker*. Untuk menutup (closing) Hal yang harus diperhatikan agar kontrol dapat berjalan secara otomatis adalah posisi *selector switch* harus berada pada posisi auto. Rangkaian *klik* closing pada layar dan untuk membuka (opening) rangkaian *klik* opening pada layar.

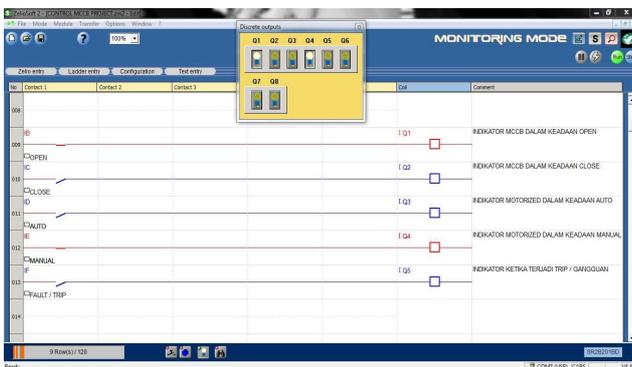
Dari data tabel IV diketahui bahwa kontrol otomatis untuk menutup / closing *moulded case circuit breaker* bekerja dengan baik. Gambar 29 menampilkan indikator pada layar monitor pengawas dimana *molded case circuit breaker* berada pada keadaan close yang ditandai dengan aktifnya lampu Q2, dan berada pada kondisi kerja otomatis yang ditandai dengan aktifnya lampu Q3.

TABEL IV. DATA PENGUJIAN CLOSING MCCB DESKRIPSI KERJA OTOMATIS

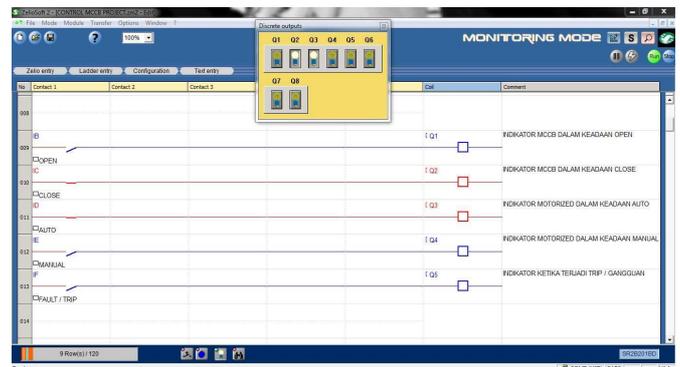
Closing MCCB Otomatis	
Percobaan	Kondisi MCCB
1	CLOSING
2	CLOSING
3	CLOSING
4	CLOSING
5	CLOSING

TABEL V. DATA PENGUJIAN OPENING MCCB DESKRIPSI KERJA OTOMATIS

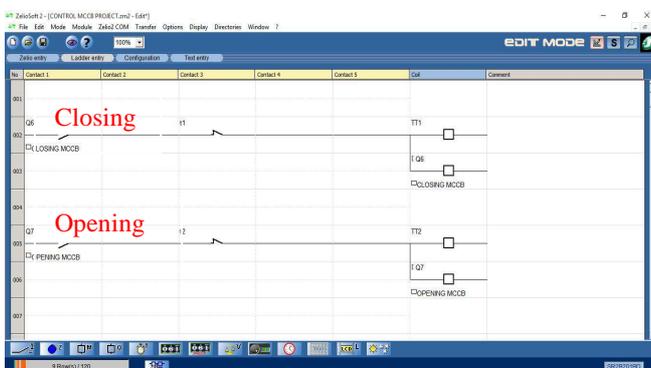
Opening MCCB Otomatis	
Percobaan	Kondisi MCCB
1	OPENING
2	OPENING
3	OPENING
4	OPENING
5	OPENING



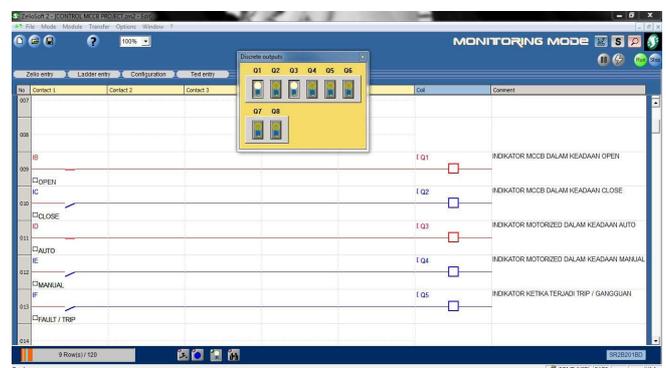
Gambar 27. Tampilan monitoring opening MCCB deskripsi kerja manual



Gambar 29. Tampilan monitoring closing MCCB deskripsi kerja otomatis



Gambar 28. Tampilan monitoring mode pengontrolan *moulded case circuit breaker*



Gambar 30. Tampilan monitoring opening MCCB deskripsi kerja otomatis.

Dari data tabel V diketahui bahwa kontrol otomatis untuk membuka / opening *moulded case circuit breaker* bekerja dengan baik.

Gambar 30 menampilkan indikator pada layar monitor pengawas dimana *molded case circuit breaker* berada pada keadaan open yang ditandai dengan aktifnya lampu Q1, dan berada pada kondisi kerja otomatis yang ditandai dengan aktifnya lampu Q3.

### Kondisi Gangguan

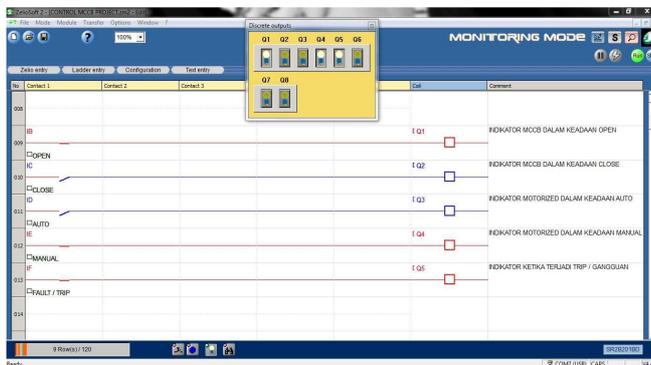
Kondisi gangguan (gambar 25) adalah suatu kondisi dimana kontrol tidak bekerja sesuai deskripsi kerja normal. Gangguan yang biasanya terjadi adalah *short circuit* (hubungan arus pendek) dan *over load* (beban lebih).

Gambar 31 dan 32 menampilkan indikator pada layar monitor pengawas dimana *molded case circuit breaker* berada pada keadaan *trip* atau gangguan yang ditandai dengan aktifnya lampu Q5. Pada saat itu juga *molded case circuit breaker* berada pada keadaan open yang ditandai dengan aktifnya lampu Q1.

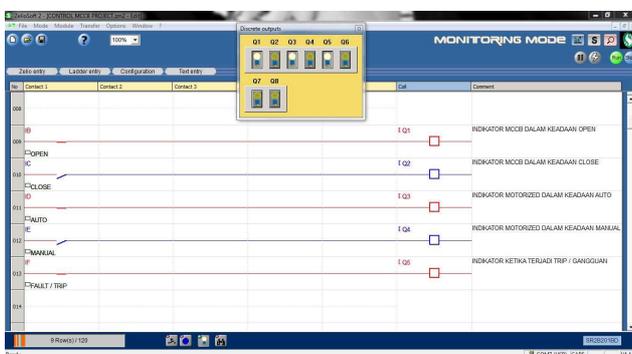
### C. Analisa

#### Rangkaian Power Supply

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, tegangan output dari power supply masih dalam batas toleransi yang dibutuhkan oleh modul smart relay, dimana modul smart relay memiliki batas supply tegangan dari 19.2 volt sampai 30 volt DC.



Gambar 31. Tampilan monitoring MCCB trip saat deskripsi kerja manual.



Gambar 32. Tampilan monitoring MCCB trip saat deskripsi kerja otomatis.

### Rangkaian Kontrol

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, modul *moulded case circuit breaker* dapat dikontrol membuka dan menutup rangkaian melalui komputer dengan menggunakan modul smart relay sebagai media pengontrolnya.

### Rangkaian Indikator

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapat dilihat bahwa ketika *moulded case circuit breaker* berada pada kondisi open, close, dan trip maka sistem akan menampilkan indikator pada layar monitor, begitupun saat motor mechanism module berada pada kondisi auto maupun manual.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Alat pemutus tenaga atau pengendalian beban dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan *smart relay* sebagai media pengontrol. *Smart relay* merupakan media alternatif dalam pengendalian beban dari jarak jauh dengan biaya murah. *Software Zelio soft 2* dapat digunakan dalam pemrograman alat pengendalian beban dari jarak jauh, baik sebagai pengontrol maupun monitoring.

### B. Saran

Sebelum merancang suatu sistem pengendalian, hendaknya mengetahui karakteristik dari masing – masing komponen yang akan digunakan baik itu *hardware* maupun *software*. *Smart relay zelio logic module* merupakan suatu pengontrol alternatif bagi industri dan komersial karena memiliki pemrograman yang sederhana, instalasi yang mudah, dan harganya lebih murah dibandingkan jika menggunakan PLC jenis lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Acha. E; Agelidas V.G.; Anaya-Lara O. and Miller T.J.E., *Power Electronic Control in Electrical Systems*, Jordan Hill Oxford, MPG Books Ltd. 2002
- [2] Ebook, *Zelio Logic Catalogue*, diakses tanggal 30 November 2014. <http://Ebookbrowse.com/catalogue-zelio-logic-eng-.pdf>
- [3] Flurscheim, Charles H., *Power Circuit Breaker Theory and Design*, London, Peter Pergrinus Ltd. 1985
- [4] P., S., Murty, *Power System Operation and Control*, Tata McGraw Hill, New Delhi, 1984.
- [5] Schneider Electric, *Compact NS Circuit Breakers And Switch-Disconnectors Catalogue*. 2011
- [6] Schneider Electric *.Product Data Sheet Characteristics Motor Mechanism Module LV429434*, 2011
- [7] Schneider Electric *.Product Data Sheet Characteristics Circuit Breaker NSX100F*, 2011