

PENERAPAN SIMPLE APLICATION SMART RELAY ZELIO LOGIC PADA START GENERATOR

Thamrin Siahaan

Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Darma Agung
Jl. Dr.TD. Pardede No.21 Medan

ABSTRAK

Suplai energi listrik dari Pusat Pembangkit Listrik yang terletak jauh dari pusat beban menyebabkan didalam pembangkitan energi listrik, Generator disediakan lebih dari satu set. 2 Genset yaitu Genset A dan Genset B akan berjalan bergantian untuk mensupply energi listrik melayani beban secara otomatis setiap 12 jam beroperasi. Waktu pergantian ditentukan sesuai dengan kebutuhan dilakukan setiap harinya. Jika Genset yang sedang bekerja tiba-tiba padam karena mengalami gangguan, Genset yang lainnya akan dipanggil oleh Smart Relay Zelio Logic bekerja untuk mensupply energi listrik melayani beban. Alarm akan bekerja jika sistem ini tidak dapat berfungsi. Kendala-kendala atau gangguan yang terutama disebabkan oleh tidak seimbangnya kapasitas produksi Genset dengan pertumbuhan beban yang demikian pesatnya sehingga tidak jarang Genset terpaksa harus memutuskan beban yang dilayani apabila pembangkitnya sedang mengalami gangguan ataupun perbaikan.

Kata kunci: *Smart Relay Zero Logic, Generator*

I. PENDAHULUAN

Pusat pelayanan beban listrik mencari alternatif sumber energi listrik lain dengan menggunakan 2 (dua) unit generator diesel atau disebut dengan Genset A dan Genset B. Penggunaan Genset ini sudah umum dijumpai baik di industri-industri maupun perkantoran atau perumahan karena selain biaya investasinya relatif lebih murah juga penggunaannya lebih praktis jika dibandingkan dengan pembangkit lainnya.

Generator diesel B (Genset B) difungsikan sebagai back up daya listrik Generator diesel A (Genset A), yang mana Genset B dapat beroperasikan secara otomatis apabila Genset A mengalami gangguan atau hilang daya. Pengoperasian Genset A dan Genset B ini umumnya dapat dilakukan secara manual dan otomatis. Pada pengoperasian mode manual dapat dijalankan untuk mensupply energi listrik melayani beban dipilih secara manual yang dilakukan oleh Operator. Dan Genset yang dipilih akan dapat dijalankan dan diberhentikan

secara manual dengan menekan tombol ON dan OFF yang disediakan untuk masing-masing Genset di depan panel AMF-ATS. Pada operasi mode Auto pemilihan sumber Genset A ataupun sumber genset B hanya dilakukan melalui Zelio Logic yang ada didalam panel (Switching Zelio) tanpa dipengaruhi oleh pemilihan tombol hijau masing-masing sumber genset. Apabila Genset A yang beroperasi hilang daya 1 phase maka Genset B akan dipanggil oleh Zelio Logic beroperasi menstop Genset A bekerja melayani beban, apabila daya Genset A sudah sehat maka akan restore kembali bekerja. Sistem pengoperasian ini sebenarnya memiliki beberapa kelemahan yaitu dirasakan kurang praktis dan efektif yang mana operator dituntut untuk selalu stand by di tempat mengingat hilang daya dapat terjadi setiap saat tanpa adanya pemberitahuan terlebih dahulu.

Untuk itu digunakan suatu sistem pengoperasian yang dapat bekerja secara otomatis untuk menstart dan menstop genset sesuai dengan kebutuhan sehingga

peranan operator tidak diperlukan lagi. Dengan menggunakan sistem otomatis ini diharapkan nantinya selain dapat menghemat biaya juga dapat mempersingkat lamanya waktu hilang daya.

II. MESIN DIESEL SEBAGAI PENGGERAK MULA

Mesin diesel adalah suatu alat yang dapat mengubah energi minyak solar menjadi energi mekanis (gerak). Prinsip kerja dari mesin diesel pada dasarnya hampir sama dengan prinsip kerja mesin bensin karena sama-sama mendapatkan energi dari pembakaran dalam mesin atau yang sering disebut dengan *internal-combustion*. Perbedaannya adalah pada cara untuk mendapatkan panas agar proses pembakaran tersebut dapat terjadi. Pada mesin bensin, panas yang digunakan untuk membakar minyak bensin diperoleh dari bunga api yang dihasilkan dari percikkan busi pada akhir langkah kompresi, sedangkan pada mesin diesel untuk membakar minyak solar digunakan panas yang berasal dari suhu udara yang sangat tinggi pada akhir langkah kompresi.

Terbakarnya bahan bakar pada mesin diesel akan menghasilkan energi yang besar untuk dapat mendorong piston bergerak ke titik mati bawah. Kemudian piston akan kembali bergerak ke titik mati atas akibat gaya lembam yang bersamaan dengan itu akan membuang asap sisa pembakaran. Selanjutnya gaya getaran akan membuat piston bergerak kembali ke titik mati bawah yang merupakan kebalikan dari gerakan langkah ke titik mati atas yaitu untuk mengisap udara. Udara tersebut kemudian akan ditekan (dikompresikan) sampai tekanan dan suhunya meninggi. Bersamaan dengan itu solar akan disemprotkan ke dalam silinder dan terbakar oleh suhu yang panas. Siklus ini akan berlangsung secara berulang-ulang ketika mesin diesel dijalankan. Gerakan-gerakan dari piston inilah yang selanjutnya akan digunakan untuk menggerakkan berbagai beban yang ada

seperti menggerakkan mobil, kapal laut, generator dan lain-lain.

Dari segi komponen utama mesin, baik mesin diesel maupun mesin bensin tidak jauh berbeda hanya saja untuk kapasitas tenaga yang sama, komponen mesin diesel memiliki konstruksi yang lebih kokoh dan berat dari pada mesin bensin. Hal ini dikarenakan oleh perbandingan kompresi pada mesin diesel yang cukup tinggi sehingga menghasilkan tekanan kerja yang tinggi pula bila dibandingkan dengan mesin bensin.

Mesin diesel termasuk mesin dengan pembakaran dalam atau disebut dengan motor bakar ditinjau dari cara memperoleh energi thermalnya. Pada mesin diesel/engine terjadi penyalaan sendiri, karena proses kerjanya berdasarkan udara murni yang dimanfaatkan didalam silinder pada tekanan yang tinggi (± 30 atm), sehingga temperature didalam silinder naik. Dan pada saat bahan bakar disemprotkan dalam silinder yang bertemperatur dan bertekanan tinggi melebihi titik nyala bahan bakar sehingga akan menyala secara otomatis.

Pada mesin diesel penambahan panas atau energi senantiasa dilakukan pada tekanan yang konstan. Piston mesin diesel melakukan 2 langkah pendek menuju kepala silinder pada setiap langkah daya.

1. Langkah keatas yang pertama merupakan langkah pemasukan dan penghisapan, disini udara dan bahan bakar masuk sedangkan poros engkol berputar kebawah.
2. Langkah kedua merupakan langkah kompresi, poros engkol terus berputar menyebabkan torak naik dan menekan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran. Kedua proses ini (1 dan 2) termasuk proses pembakaran.
3. Langkah ketiga merupakan langkah ekspansi dan kerja, disini kedua katup isap dan buang tertutup, sedangkan poros engkol terus berputar dan menarik kembali torak ke bawah.

4. Langkah keempat merupakan langkah pembuangan, disini katup buang terbuka dan menyebabkan gas akibat sisa pembakaran terbuang keluar. Gas dapat keluar karena pada proses keempat ini torak kembali bergerak naik keatas dan menyebabkan gas dapat keluar. Kedua proses terakhir ini (3 dan 4) termasuk proses pembuangan.
5. Setelah keempat proses tersebut, maka proses berikutnya akan mengulang kembali proses yang pertama, dimana udara dan bahan bakar masuk kembali.

Berdasarkan kecepatan proses diatas maka mesin diesel dapat digolongkan menjadi 3 bagian yaitu:

1. Diesel kecepatan rendah ($n < 400$ rpm)
2. Diesel kecepatan menengah ($n < 1000$ rpm)
3. Diesel kecepatan tinggi ($n > 1000$ rpm)

Sistem starting adalah proses untuk menghidupkan/menjalankan mesin diesel ada 3 macam sistem starting yaitu:

1. Sistem Start Manual

Sistem start ini dipakai untuk menghidupkan mesin diesel dengan daya yang relatif kecil yaitu < 30 PK. Cara untuk menghidupkan mesin ini adalah dengan menggunakan penggerak engkol start pada poros engkol atau poros hubung yang digerakkan oleh tenaga manusia.

1. Sistem Start Electric

Sistem ini dipakai oleh mesin diesel yang memiliki daya sedang yaitu < 500 PK. Sistem ini menggunakan motor DC dengan supply listrik dari batteray/accumulator 12 atau 24 volt untuk menstart diesel. Saat start, motor DC mendapat supply listrik dari batteray menghasilkan torsi yang dipakai untuk menggerakkan diesel sampai mencapai putaran tertentu. Batteray yang dipakai harus dapat dipakai untuk menstart sebanyak 6 kali tanpa diisi kembali, karena arus start yang dibutuhkan motor DC cukup besar maka dipakai dinamo

yang berfungsi sebagai generator DC. Pengisian ulang batteray digunakan alat bantu berupa batteray charger dan pengaman tegangan. Pada saat diesel bekerja maka batteray charger mendapat supply listrik.

2. Sistem Start Compressi

Sistem start ini dipakai oleh diesel yang memiliki daya besar yaitu > 500 PK. Sistem ini memakai motor dengan udara bertekanan tinggi untuk menstart dari mesin diesel. Cara kerjanya yaitu dengan menyimpan udara kedalam suatu botol udara. Kemudian udara tersebut dikompresi sehingga menjadi udara panas dan bahan bakar solar dimasukkan ke dalam **Fuel Injection Pump** serta disemprotkan lewat nozzle dengan tekanan tinggi.

3. Sistem Start Stop Pada Mesin Diesel

Ada tiga sistem yang dapat digunakan untuk menstart atau menjalankan mesin diesel yaitu dengan sistem *start elektrik*, sistem *start hidrolis* dan sistem start udara (*air starting system*). Keseluruhan sistem ini memiliki tujuan akhir yang sama yaitu untuk memutar (*crank*) mesin diesel sehingga mulai berjalan. Sistem start yang paling umum digunakan dari ketiga sistem ini adalah sistem elektrik. Begitu juga dengan mesin diesel yang digunakan dalam sistem AMF ini juga menggunakan sistem *start elektrik*.

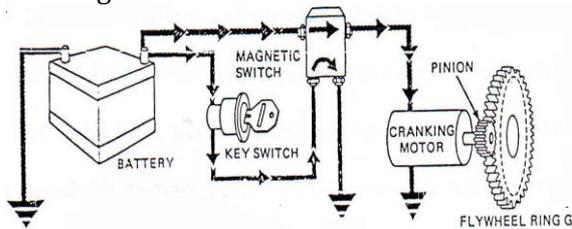
Sistem *start elektrik* mesin diesel umumnya terdiri dari beberapa komponen utama antara lain :

- **Baterai**
Digunakan sebagai sumber energi listrik dalam proses start mesin
- **Cranking Motor**
Sering juga disebut dengan dinamo start dan berfungsi untuk mengubah energi listrik dari baterai menjadi energi mekanis yang digunakan untuk memutar roda gila (*flywheel*) sehingga mesin dapat mulai bekerja (*running*).
- **Solenoid Switch**

Berfungsi sebagai saklar pemberi tegangan ke dinamo start pada saat starting. *Solenoid switch* ini perlu digunakan untuk mengatasi arus start yang tinggi pada *cranking motor* ketika distart.

- **Stater/Key Switch**

Digunakan sebagai kunci kontak untuk menstart mesin diesel dimana kunci ini akan diputar ke posisi start sehingga *solenoid switch* yang memberi tegangan ke dinamo start dapat on. Selain untuk menstart mesin diesel, kunci kontak ini juga umumnya digunakan untuk menstop mesin diesel dengan menutup atau membuka *solenoid valve* yang mensuplai bahan bakar ke ruang pembakaran. Untuk lebih jelasnya dapat kita perhatikan pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Rangkaian Starting Genset

Untuk menghentikan atau menstop mesin diesel yang sedang berjalan (*running*) dilakukan dengan cara melepaskan tegangan ke *solenoid valve* yang berfungsi untuk membuka aliran bahan bakar sehingga aliran bahan bakar ke ruang pembakaran akan terputus atau terhenti. Hal ini biasanya dilakukan dengan cara memutar kunci kontak ke posisi Stop dari posisi On.

2.1 Generator Sinkron

Prinsip kerja generator sesuai dengan hukum Lens, yaitu arus listrik yang diberikan pada stator akan menimbulkan momen elektromagnetik yang bersifat melawan putaran rotor sehingga menimbulkan EMF pada kumparan rotor. Tegangan EMF ini akan menghasilkan suatu arus jangkar. Jadi diesel sebagai prime mover akan memutar rotor

generator, kemudian rotor diberi eksitasi agar menimbulkan medan magnet yang berpotongan dengan konduktor pada stator dan menghasilkan tegangan pada stator. Karena ada dua kutub yang berbeda, utara dan selatan maka tegangan yang dihasilkan pada stator adalah tegangan bolak balik.

Generator sinkron merupakan generator yang paling banyak digunakan pada pembangkit tenaga listrik. Generator sinkron terdiri dari dua bagian utama yakni, bagian yang diam disebut *Stator* dan bagian yang berputar disebut *Rotor*. Stator tersusun dari plat-plat yang mempunyai alur-alur sebagai tempat meletakkan belitan stator, sedangkan pada rotor terdapat kutub-kutub magnet dengan belitan yang dialiri oleh arus searah melalui cincin geser dan sikat-sikat.

Generator mempunyai belitan medan pada rotor sedangkan belitan jangkarnya berada di stator. Adapun medan magnet yang dibangkitkan pada rotor, sumber energinya berasal dari sumber listrik arus searah sehingga medan magnet yang dihasilkan bernilai konstan. Namun karena motor diputar oleh penggerak mula maka besarnya fluksi yang dicakup oleh belitan rotor akan berubah-ubah terhadap waktu sesuai dengan kecepatan putarannya. Sehingga bila belitan rotor dialiri oleh arus searah akan timbul medan magnet yang harganya konstan dengan arah gaya dari kutub utara ke kutub selatan.

Garis-garis gaya magnet tersebut bila diputar akan memotong batang-batang konduktor yang ada pada bagian stator sehingga pada ujung-ujung konduktor akan timbul GGL induksi. Karena rotor dalam keadaan berputar maka besar fluksi yang dicakup oleh belitan stator akan berubah-ubah terhadap waktu dimana gelombang yang dihasilkan akan berbentuk *sinusoidal*.

Oleh karena itu besarnya frekuensi gelombang tersebut dapat ditentukan berdasarkan persamaan :

$$f = P.N/120 \text{ Hz}$$

Jika kumparan rotor yang berfungsi sebagai pembangkit kumparan medan magnet yang terletak diantara kutub magnet utara dan selatan diputar oleh tenaga air atau tenaga lainnya, maka kumparan rotor akan timbul medan magnet atau flux yang bersifat bolak-balik atau flux putar. Flux putar ini akan memotong-motong kumparan rotor, sehingga pada ujung-ujung induksi dari flux putar tersebut. Gaya gerak listrik (ggl) yang timbul pada kumparan stator juga bersifat bolak-balik, atau berputar dengan kecepatan sinkron terhadap kecepatan putar rotor.

2.2. Pemograman Diagram Tangga (Ladder Diagram)

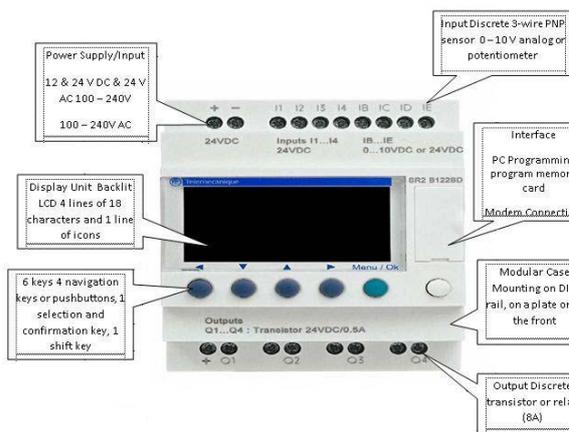
Program untuk system-sistem berbasis-mikroprosesor harus dimuatkan dalam bentuk kode mesin. Kode ini merupakan selangkaian bilangan biner yang direpresentasikan instruksi-instruksi program. Pemograman bahkan dapat dijadikan lebih mudah lagi dengan menggunakan apa yang disebut sebagai bahasa tingkat tinggi, seperti: C, BASIC, PASCAL, FORTRAN, COBOL. Sebagai contoh, dengan bahasa C symbol "&" dipergunakan untuk merepresentasikan operasi logika AND. Akan tetapi, penggunaan metode-metode ini untuk menuliskan program membutuhkan keahlian pemograman hingga taraf tertentu, sementara PLC-PLC ditujukan untuk dapat digunakan oleh para insinyur yang tidak memiliki banyak pengetahuan mengenai pemograman. Sebagai konsekuensinya, dikembangkanlah metode pemograman tangga (Ladder Programming). Metode ini menyediakan suatu cara untuk menuliskan program-program, yang kemudian dapat dikonversikan menjadi kode mesin oleh suatu software sehingga dapat digunakan oleh mikroprosesor PLC.

III. SIMPLE APPLICATION CONTROLLER SMART RELAY ZELIO LOGIC

3.1. Pengenalan Controller Smart Relay Zelio Logic

Simple Application Controller Smart Relay Zelio Logic adalah suatu perangkat elektronik sejenis Programmable Logic Controller (PLC) yang dapat diprogram untuk melakukan serangkaian urutan kerja. PLC pada dasarnya terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. **Perangkat Input**
Perangkat Input ini berfungsi untuk menerima sinyal atau data logic ON dan OFF (1 dan 0) dari luar Zelio Logic. Contohnya seperti sinyal yang berasal dari tombol, saklar, sensor-sensor dan lain-lain.
2. **Central Processing Unit (CPU)**
Bagian ini berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan program yang akan dijalankan sekaligus tempat memproses data atau sinyal yang diterima oleh perangkat inputnya. Berdasarkan hasil proses data atau sinyal inilah CPU kemudian akan mengontrol status dari perangkat outputnya apakah ON atau OFF (1 atau 0).
3. **Perangkat Output**
Perangkat output ini berfungsi sebagai pemberi sinyal atau data logic ON dan OFF (1 dan 0) ke perangkat lain di luar controller. Contohnya seperti memberikan sinyal ke magnetic contactor, relay, pilot lamp, sirine dan lain-lain. Sinyal yang diberikan adalah merupakan hasil proses data atau sinyal yang masuk ke CPU melalui perangkat input. Perangkat output ini umumnya menggunakan 2 jenis tipe yaitu output relay dan output transistor. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada gambar berikut ini :



Disamping memiliki 3 bagian utama seperti yang disebut di atas, Simple Application Controller smart relay zelio logic juga memiliki beberapa kelebihan lainnya dibandingkan dengan PLC pada umumnya, yaitu memiliki monitor (layar) LCD (Liquid Crystal Display) dan tombol operasi (Operation Keys) pada unitnya. LCD pada controller ini dapat diprogram untuk menampilkan status dari system yang kita rancang. Sedangkan dengan adanya Operation Key memungkinkan kita untuk memogram controller serta mengubah setting program dalam CPU langsung pada unitnya tanpa menggunakan komputer (PC).

Simple Application Controller smart relay zelio logic ini juga menggunakan system pemrograman yang berbeda dengan PLC pada umumnya yaitu menggunakan diagram blok fungsi (Function Block Diagram) dan diagram ladder (LD). Sedangkan PLC pada umumnya menggunakan diagram ladder di dalam pemrogramannya.

3.2. Spesifikasi Teknis Controller Smart Relay Zelio Logic

Terlebih dahulu kita harus mengenali bagian dari pada Controller Smart Relay Zelio seperti yang terdapat pada gambar berikut.

Simple Application **Controller Smart Relay Zelio Logic** ini memiliki 2 jenis type product seperti:

- Product type Compact smart relays

- Product types Modular smart relays
Beberapa type yang masing-masing dibedakan berdasarkan atas beberapa spesifikasi teknis, yaitu:

- Jumlah I/O yang tersedia, yaitu dibagi atas 10,12, 20 dan 26 buah I/O.
- Jenis tegangan supply Controller, yaitu AC (24, 100-240V) dan DC (12V, 24V).
- Jenis input dari Controller, yaitu AC,DC dan Analog input.
- Jenis output dari Controller, yaitu terdiri atas output relay dan transistor.

3.3. Sistem Pemograman Controller Smart Relay Zelio Logic

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, sistem pemrograman Simple Application **Controller Smart Relay Zelio Logic** ini berbeda dengan sistem pemrograman PLC yang pada umumnya menggunakan diagram ladder. Simple Application **Controller Smart Relay Zelio Logic** ini menggunakan suatu metoda yang disebut dengan Function Block Method (metoda blok fungsi) dan Ladder Diagram (diagram ladder).

Pemograman controller ini dapat dilakukan melalui komputer (PC) dengan menggunakan software yang disebut Smart Relay Zelio Logic atau sering juga disebut Zelio Soft 2. Dengan menggunakan software ini suatu program terlebih dahulu dirancang atau didesign dalam komputer, kemudian setelah selesai dapat didownload ke unit controller menggunakan suatu communication cable yaitu **SR2 USB01**. Kabel komunikasi ini merupakan penghubung antara komputer (PC) dengan **Smart Relay Zelio Logic** yang memungkinkan suatu program didownload, diup-load maupun dimonitor melalui sebuah komputer.

Program controller **Smart Relay Zelio Logic** ini umumnya terdiri dari beberapa blok fungsi yang terkoneksi satu dengan lainnya. Jumlah blok fungsi yang dipakai pada suatu program bervariasi

tergantung dari tingkat kerumitan dari suatu sistem yang akan dicontrol. Semakin kompleks suatu sistem maka semakin banyak blok fungsi yang akan digunakan. Masing-masing blok fungsi ini memiliki fungsi dan karakteristik yang berbeda-beda dalam mengolah data input untuk kemudian menentukan status output dari controller. Pada controller **Smart Relay Zelio Logic** ini terdapat 124 jenis tombol fungsi diagram ladder dan 56 jenis tombol blok fungsi yang dapat digunakan untuk membuat kontrol program suatu sistem, seperti :

- Untuk blok fungsi terdapat timers, counter, compare, time switch, hour meter, logic gate dan lain-lain.
- Untuk diagram ladder terdapat discrete input, Zx keys, Auxiliary relays, discrete output, timers, counters, counter comparators, clocks, text blocks, LCD backlighting, summer winter dan lain-lain.

Salah satu kelebihan sistem pemrograman dengan menggunakan software Zelio Soft 2 ini dibandingkan dengan software pemrograman PLC pada umumnya adalah kita dapat melakukan simulasi suatu program yang telah kita buat dan simulasi ini dapat dilakukan di dalam komputer sehingga tidak memerlukan adanya unit controller (hardware) serta komponen lain sebagai input dan outputnya. Simulasi ini penting untuk mengetahui apakah suatu program yang dibuat sudah berjalan dengan baik seperti yang diharapkan. Adapun keunggulan dari pada Controller Smart Relay Zelio Logic ini adalah sebagai berikut:

1. Sangat mudah untuk diimplementasikan dan waktu implementasi proyek lebih cepat.
2. Bersifat flexible dan sangat handal.
3. Mudah dalam modifikasi (dengan software)
4. Lebih ekonomis dari pada PLC untuk aplikasi yang sederhana.

5. Memerlukan waktu training lebih pendek.
6. Tersedianya modul komunikasi MODBUS/Ethernet sehingga zelio dapat menjadi slave PLC dalam suatu jaringan PLC.
7. Adanya Fasilitas Fast Counter.
8. Dapat diprogram dengan menggunakan ladder diagram dan FBD.
9. Terdapat 16 buah Timer (11 macam), 16 buah counter, 8 buah blok fungsi (setiap blok fungsi memiliki 4 kanal), automatic summer/winter time swiching, 16 buah analog comparator.

Disamping itu Smart Relay Zelio Logic memiliki batasan kemampuan pada:

1. Jumlah dan jenis input.
2. Jumlah dan jenis output.
3. Jumlah memory yang tersedia, zelio dapat diprogram hingga 120 Row (1 Row terdiri dari 5 kontak dan 1 coil).
4. Cara/teknik pemrograman (Ladder Diagram atau FBD).

Pengamatan secara umum pada Smart Relay Zelio Logic dapat dibagi menjadi 2 yaitu:

Pengamatan pada Input/Output

1. Input menggunakan simbol I untuk NO (Normally Open) dan i untuk NC (Normally Close)
2. Output menggunakan :
 - Simbol [Q untuk Output Standard.
 - Simbol ∫Q untuk Output yang sekali tekan ON dan kedua kali ditekan akan OFF.
 - Simbol SQ untuk Output Set.
 - Simbol RQ untuk Output Reset.

Pengamatan pada Memory

1. Memory menggunakan simbol [M, ∫M, SM, RM.

Pengamatan dalam memory hampir sama dengan pengamatan output hanya saja pada pengamatan memory kondisi ON atau OFF nya hanya didalam memory Zelio saja tidak dikeluarkan ke Output Real.

Didalam pemograman Zelio Logic ada aturan untuk menggambarkan suatu program diagram ladder seperti:

1. Aliran listrik/tenaga dari rel kiri ke rel kanan.
2. Suatu coil keluaran tidak dihubungkan langsung ke rel (rail) sebelah kiri.
3. Tidak ada kontak yang ditempatkan di kanan dari suatu coil keluaran.
4. Hanya satu dari coil keluaran dalam suatu ladder line.
5. Tiap coil keluaran umumnya hanya satu kali dalam suatu program.

IV. PROGRAM LADDER DIAGRAM UNTUK SISTEM AMF - ATS

Untuk dapat menggunakan simple application smart relay zelio logic ini dalam sistem automatic start stop 2 unit genset, terlebih dahulu kita harus memprogram unitnya dengan melalui komputer menggunakan software SR2B121BD. Tiap row pada ladder diagram atau input/output diatur dan diinterkoneksi sedemikian rupa dengan menggunakan mouse komputer. Program yang kita down load ke unit Zelio Logic adalah program yang telah disusun untuk dapat menjalankan sistem start stop 2 unit diesel generating secara otomatis (AMF - ATS) sesuai yang kita inginkan. Program ini terdiri dari beberapa blok fungsi yang membentuk suatu kesatuan sistem program yang disebut Ladder Diagram (Diagram Ladder).

Aplikasi smart relay zelio logic untuk sistem AMF - ATS menggunakan tipe smart relay zelio logic SR2B121JD dan SR2B201JD yaitu dengan jumlah I/O 12 buah dan 20 buah, tegangan supply daya 24 volt DC, menggunakan output relay dan Ladder diagram. Secara garis besarnya cara kerja dari sistem AMF (Automatic Main Failure) - ATS (Automatic Transfer Switch) yang menggunakan controller smart relay zelio logic.

Untuk lebih jelasnya, program ladder diagram yang digunakan dalam

sistem AMF-ATS dapat dilihat pada gambar PT. Tor Ganda AMF - ATS terlampir :

1. Untuk program ladder diagram sistem AMF-ATS Controller Smart Relay Zelio Logic A terdapat pada:
 - Lampiran 2 sebanyak 3 Lembar
2. Untuk program ladder diagram sistem AMF-ATS Controller Smart Relay Zelio Logic B terdapat pada:
 - Lampiran 3 sebanyak 3 Lembar
3. Untuk program ladder diagram sistem AMF-ATS Controller Smart Relay Zelio Logic C terdapat pada:
 - Lampiran 4 sebanyak 3 Lembar

Dari program ladder diagram sistem AMF-ATS terlampir, dapat dilihat bahwa sistem AMF-ATS menggunakan keseluruhan dari 8 buah input dan 4 buah output dan 12 buah input dan 8 buah output yang dimiliki controller smart relay zelio logic SR2B121JD dan SR2B201JD. Disamping itu diagram tersebut juga menampilkan keseluruhan dari program ladder diagram lengkap dengan koneksinya antara satu ladder dengan lainnya. Tiap ladder memiliki fungsi dan parameter yang berbeda-beda, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel fungsi ladder diagram sistem AMF-ATS Controller Smart Relay Zelio Logic.

4.1 Cara Kerja Rangkaian AMF dan ATS

Automatic Main Failure (AMF) dapat mengendalikan transfer suatu alat (circuit breaker) dari supply listrik utama (Genset A) ke supply listrik cadangan (Genset B). Supply daya genset A tidak selalu terus menerus dapat menyalurkan energi listrik, kadang mengalami gangguan. AMF akan beroperasi saat supply daya listrik utama genset A padam dengan mengatur/memanggil supply daya genset B untuk beroperasi.

Maka tugas ATS adalah melepas hubungan arus listrik ke beban sedangkan AMF bertugas untuk memberhentikan kerja mesin. Apabila generator A (Genset A) yang dijalankan beroperasi dengan baik, berikutnya ATS bertugas memindahkan sambungan dari sebelumnya yang tersambung dengan

Genset B dipindahkan secara otomatis ke sisi generator sehingga aliran listrik bisa tersambung ke sisi pengguna. Apabila kemudian Genset A kembali normal, selanjutnya ATS bertugas untuk mengembalikan jalurnya dengan memindahkan switch kembali ke sisi utama dan untuk kemudian disusul dengan tugas AMF untuk memberhentikan kerja mesin diesel tersebut.

4.2 Sistem Control ATS - AMF

Panel AMF-ATS ini dilengkapi dengan tiga unit Controller smart relay zelio logic yang identic dan terpasang didepan pintu panel. Sistem control pada panel ini dapat dioperasikan dengan 2 cara yaitu :

1. Manual Mode Operation
2. Auto Mode Operation

Dengan menggunakan controller smart relay zelio logic ini dan dapat dipilih melalui sebuah change over switch A - 0 - M yang akan memberikan sinyal on untuk sistem Auto dan sinyal off, untuk sistem Manual pada input controller smart relay zelio logic IE dan sistem Auto pada input controller smart relay zelio logic I2 ketiga controller smart relay zelio logic. Sebelum melakukan pengoperasian terlebih dahulu dicek selalu kondisi air accumulator, air radiator, bahan bakar serta oli diesel engine secara berkala, apabila terjadi kelalaian satu hal tersebut diatas dapat menyebabkan sistem otomatisasi tidak dapat berjalan sebagai mana mestinya. Adapun cara kerja atau pengoperasian dari kedua sistem tersebut adalah :

Manual Mode Operation

Pada Manual Mode Operation, pemilihan sumber Genset A atau sumber Genset B hanya dilakukan melalui push button. Langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah:

1. Pilih posisi Manual pada change over switch Manual - Off - Auto.
2. Kalau sumber Genset A yang ingin digunakan, maka hidupkan terlebih dahulu engine Genset A melalui tombol keyboard pada Genset A nomor 4.

3. Lampu indicator OFF berwarna merah akan menyala, hal ini berarti Genset A bekerja dan sudah siap dibebani. Setelah waktu pemanasan Genset A sudah tercapai maka tekan tombol warna hijau. Hal ini menyebabkan contactor LC1-F225 Genset A **di-Energize** dan lampu indicator warna hijau akan menyala.
4. Genset A sudah melayani beban distribusi.
5. Tekan tombol warna **merah** untuk melepaskan beban distribusi dari Genset A.
6. Untuk mematikan Genset A, maka tekan tombol keyboard zelio Genset A nomor 2.
7. Kalau sumber Genset B yang ingin digunakan, hidupkan dahulu engine Genset B melalui tombol keyboard Zelio Genset B nomor 4.
8. Lampu indicator off berwarna merah akan menyala. Hal ini berarti Genset B bekerja dan sudah siap dibebani. Setelah waktu pemanasan Genset B sudah tercapai maka tekan tombol warna hijau. Hal ini menyebabkan contactor LC1-F225 Genset B **di-energize** dan lampu indicator warna hijau akan menyala.
9. Genset B sudah siap melayani beban distribusi.
10. Tekan tombol warna **merah** untuk melepaskan beban distribusi dari Genset B.
11. Pada keadaan Manual Operation, Tombol ON yang berwarna hijau pada masing-masing sumber genset **hanya** boleh salah satu yang ditekan, baik itu sumber Genset A atau sumber Genset B.
12. Pilot lamp warna merah, kuning, hijau yang berada di paling atas akan menyala, kondisi ini menyatakan bahwa keluaran Panel AMF-ATS telah siap digunakan.
13. Tombol Emergency yang terdapat dimasing-masing sumber Genset digunakan untuk memadamkan masing-masing Genset setelah ditekan. Siklus pemadaman Genset melalui penekanan tombol Emergency

akan menyebabkan Genset padam setelah siklus pemadaman “cooling down”. Lama waktu “cooling down” tergantung setting di panel view Genset. (Refer to Manual Mode Operation).

Auto Mode Operation

Pada Operasi AUTO, pemilihan sumber Genset A ataupun sumber Genset B hanya dilakukan melalui controller smart relay zelio logic yang ada didalam panel (Switching Zelio) tanpa dipengaruhi oleh pemilihan tombol hijau masing-masing sumber Genset. Pada posisi ini semua kontrol dari sistem AMF-ATS ini diambil alih oleh controller smart relay zelio logic sehingga peran operator tidak diperlukan lagi kecuali jika terjadi gangguan pada Genset baik itu pada alternator maupun enginenya. Langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah:

1. Pilih posisi Auto pada change over switch Manual – Off – Auto.
2. Semua MCB harus dalam keadaan ON. Bila ada yang Off harus di-ON-kan untuk mencegah hal yang tidak diinginkan.
3. Proses pertama sekali adalah pemanggilan Genset A untuk melayani beban.
4. Apabila Genset A ON (dapat dilihat dari lampu Off warna merah) maka dengan seketika (pada zelio genset A, TC = 2 detik) Contactor Genset A akan memikul beban.
5. Lampu indicator warna hijau Genset A akan menyala.
6. Apabila Genset A gagal start (lampu indicator merah Genset A tidak menyala) maka sirine akan hidup selama 30 detik. Pada waktu bersamaan dengan sirine berbunyi, maka zelio yang ada didepan panel paling tengah akan memanggil Genset B.
7. Apabilan Genset B ON (dapat dilihat dari lampu OFF warna merah) maka dengan seketika (pada zelio Genset B, TC = 2 detik) Contactor Genset B akan memikul beban.

8. Lampu indicator warna hijau Genset B akan menyala.
9. Apabila Genset B juga gagal start (lampu indicator merah Genset B tidak menyala) maka sirine akan hidup selama 30 detik. Keadaan ini menunjukkan bahwa **sistem sudah Gagal Start** sehingga pihak Operator harus dengan cepat mengambil tindakan pencegahan seperti memperbaiki kondisi masing-masing Genset.
10. Setiap ada bunyi sirine alarm, Operator harus bisa mengetahui letak permasalahan yang timbul dan harus menekan tombol **Reset**.
11. Setiap gangguan yang terjadi di Genset akan ditampilkan di layar masing-masing Genset (panel view) dan terdeteksi oleh masing-masing Genset Zelio sebagai “**Electrical Fault**” atau “**Start Failure**”.
12. Kalau tombol emergensi masing-masing genset tertekan akan terlihat di layar masing-masing zelio.
13. Siklus pemindahan antara Genset A ke Genset B dilakukan oleh Zelio yang terdapat didalam panel (switching Zelio).
14. Durasi Genset A diatur di parameter C3 **switching Zelio**. Dasar perhitungan waktunya adalah per menit ditambah 1. Sebagai contoh diinginkan durasi selama 12 jam maka set C3 = $(12 \times 60) + 1 = 721$ menit beroperasi.
15. Durasi Genset B diatur di parameter C4 **switching Zelio**. Dasar perhitungan waktunya adalah per menit ditambah 1. Sebagai contoh diinginkan durasi selama 12 jam maka set C3 = $(12 \times 60) + 1 = 721$ menit beroperasi.
16. Pada switching zelio diberikan fasilitas Pre-Alarm di Output Q4. Output Q4 akan berdetak hidup-mati selama 5 menit untuk memberi aba-aba bahwa akan terjadi pemindahan sumber Genset. Hal ini hanya terjadi pada saat siklus normal beroperasi selama 12 jam, hal ini tidak berlaku

- untuk keadaan sirine ON (terjadi gangguan).
17. Parameter untuk memberi aba-aba **Pre-Alarm** ini adalah parameter Switching Zelio V1 = nilai C3 – 5 untuk Genset A dan V2 = nilai C4 – 5 untuk Genset B.
 18. Selama kondisi **Pre-Alarm** berlangsung, Genset yang sedang **Stand By** akan dipanggil hidup untuk mendapatkan pemanasan sebelum dibebani.

V. Kesimpulan

Dari uraian dan pembahasan beberapa bab sebelumnya dapat kita tarik beberapa kesimpulan berkaitan dengan penggunaan sistem AMF-ATS untuk otomatis start stop generator diesel yang berbasis controller smart relay zelio logic, yaitu :

1. Penggunaan sistem AMF (Automatic Main Failure) dan ATS (Automatic Transfer Switch) untuk mengoperasikan suatu generator diesel sebagai back up daya listrik Genset A sangatlah praktis dan efisien karena selain tidak diperlukannya lagi keberadaan operator juga yang tak kalah penting adalah dalam pemindahan Genset A dan Genset B dipanggil untuk melayani beban secara bergantian sehingga kontinuitas pelayanan beban semakin baik.
2. Penggunaan perangkat kontrol sejenis PLC (Programmable Logic Controller) yaitu Simple Application Controller smart relay zelio logic dalam sistem AMF-ATS membuat sistem ini semakin sempurna, handal, ringkas (compact) serta dapat diatur sesuai dengan keinginan kita tanpa harus mengubah wiring diagram atau melakukan penambahan komponen lainnya seperti yang terjadi apabila kita menggunakan kontrol timer-timer dan relay-relay.
3. Dengan pemakaian Simple Application Controller smart relay zelio logic dalam sistem AMF-ATS ini

- juga akan membantu menjaga kondisi genset tetap prima terutama komponen enginnya yang selalu akan distart running secara periodik beberapa saat untuk pemanasan engine apabila terjadi gangguan dari sumber utama Genset A tidak terjadi dalam jangka waktu tertentu.
4. Sistem AMF-ATS ini hanya dapat kita aplikasikan untuk generator diesel yang menggunakan sistem start elektrik yaitu menggunakan sebuah kunci kontak untuk start dan stop mesin dieselnnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B.L. Theraja, **A Text Book of Electrical Technology**, Nirja Const. and Dev., New Delhi, 1987.
- [2] Langsdorf, S. Alexander MME. D, **Theory of Alternating Current Machinery**, Second Edition, New Delhi, Mc. Graw Hill, 1981.
- [3] Drs. Yon Rijono, **Dasar Teknik Tenaga Listrik**, Penerbit Andi Yogyakarta, 2004.
- [4] Muslimin Marappung, **Teknik Tenaga Listrik**, Armico, 1993.
- [5] Drs. Boentarto, **Mengatasi Kerusakan Mesin Diesel**, 2001.
- [6] Kadir, Abdul, Prof. Ir., **Mesin Serempak**, Djembatan, Jakarta, 1983.
- [7] William Bolton, **Programmable Logic Controller**, Third Edition, Penerbit Erlangga, 2003.
- [8] Robert H. Miller, **Power System Operation**, New Delhi, Mc. Graw Hill, 1970.
- [9] Schneider Electric, **Hardware Manual Smart Relay Zelio Logic Simple Application Controller**, 2002.
- [10] Schneider Electric, **Software Manual Smart Relay Zelio Logic Simple Application Controller**, 2002