

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Setelah penulis melakukan telaah terhadap beberapa referensi yang ada, ada beberapa yang memiliki keterkaitan dengan perancangan yang penulis lakukan. Tugas Akhir Alat Pendeteksi Terputusnya Aliran Listrik Pada Jaringan Tegangan Menengah Satu Fasa Menggunakan Programmable Logic Control (PLC) SCHNEIDER TM221CE16R membahas tentang pendeteksian aliran listrik pada tegangan menengah menggunakan Programmable Logic Control. (PLC) SCHNEIDER TM221CE16R sebagai pusat kendali dari alat pendeteksi terputusnya aliran listrik pada jaringan tegangan menengah satu fasa. Alat ini dapat mendeteksi terputusnya aliran listrik jaringan tegangan menengah. Programmable Logic Control (PLC) SCHNEIDER TM221CE16R sebagai pusat kendali dari *input* yaitu sensor tegangan. *Sensor Tegangan (Pembagi Tegangan)* digunakan untuk mendeteksi aliran listrik 220VAC, dan ditampilkan pada Monitoring. Diharapkan dengan digunakannya alat tersebut dapat mempercepat respon petugas dalam penormalan jaringan dan tidak mengandalkan laporan dari warga. Tugas Akhir Rancang Bangun Ats Fadholi. 2016. *Rancang Bangun Ats (Automatic Transfer Switch) –Amf (Automatic Main Failure) Pada Genset Berbasis Atmega 8 Dengan Monitoring Bahan Bakar.*

membahas Perancangan sistem ini terdiri dari rangkaian catu daya, Mikrokontroler Atmega 8 sebagai pusat pengendali, Sumber tegangan, Driver ATS, Output.

Perbedaan tugas akhir yang akan dikerjakan penulis dengan referensi – referensi diatas adalah penulis akan menggunakan PLC SCHNEIDER TM221CE16R sebagai pusat kendali dari alat monitoring ATS – AMF dengan Alat ini dirancang untuk mampu memonitoring tegangan dan keandalan sistem secara nirkabel dan *realtime*. Selain itu alat ini juga dapat dikontrol melalui layar monitoring untuk system *warming – up* genset agar genset terawat dan mengurangi resiko kerusakan pada genset.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Catu Daya

Catu daya adalah sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya supaya piranti lain dapat bekerja. Catu daya memiliki rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC. Catu daya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian tersebut diantaranya :

- a. Transformator
- b. Penyearah (*Rectifier*)
- c. Penyaring (*Filter*)
- d. Regulator yang berfungsi sebagai penstabil tegangan.

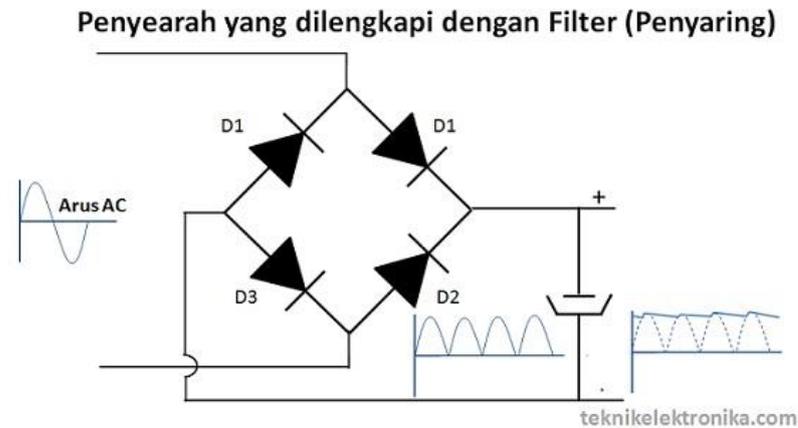
Prinsip Kerja Catu Daya :

Prinsip kerja catu daya (power supply) dapat dipelajari sesuai bagiannya masing-masing. Pada dasarnya perangkat elektronika mestinya dicatu oleh suplai arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar dapat dengan baik. Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih 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. Pada tulisan kali ini disajikan prinsip rangkaian catu daya (*power supply*) linier mulai dari rangkaian penyearah yang paling sederhana sampai pada catu daya yang ter-regulasi.^[2]

Prinsip Kerja Catu Daya (Power Supply) Tiap Bagian

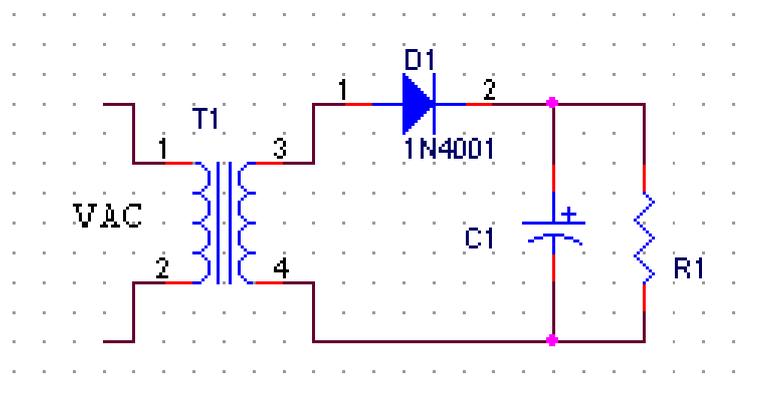
a) Penyearah (Rectifier)

Prinsip penyearah (*rectifier*) yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut ini. Transformator diperlukan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan sekundernya.



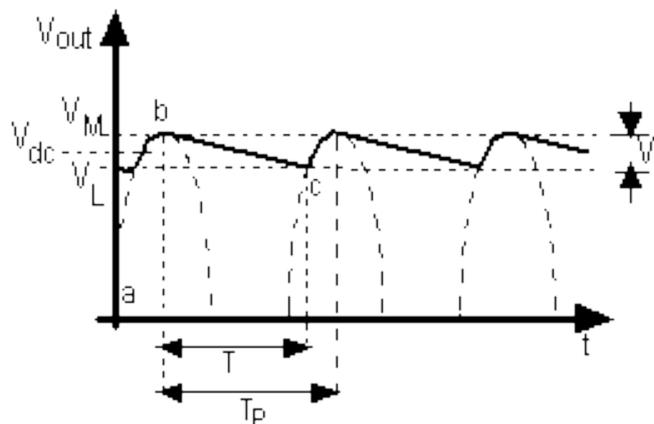
Gambar 2.1 Penyearah (rectifier)

Tegangan positif fase yang pertama diteruskan oleh D1 sedangkan fase yang berikutnya dilewatkan melalui D2 ke beban R1 dengan CT transformator sebagai *common ground*.. Dengan demikian beban R1 mendapat suplai tegangan gelombang penuh seperti gambar di atas. Untuk beberapa aplikasi seperti misalnya untuk men-catu motor dc yang kecil atau lampu pijar dc, bentuk tegangan seperti ini sudah cukup memadai. Walaupun terlihat di sini **tegangan ripple** dari kedua rangkaian di atas masih sangat besar.



Gambar 2.2 Penyearah setengah gelombang

Gambar 2.2 adalah rangkaian penyearah setengah gelombang dengan filter kapasitor C yang paralel terhadap beban R. Ternyata dengan filter ini bentuk gelombang tegangan keluarannya bisa menjadi rata. Gambar 2.3 menunjukkan bentuk keluaran tegangan DC dari rangkaian penyearah setengah gelombang dengan filter kapasitor. Garis b-c kira-kira adalah garis lurus dengan kemiringan tertentu, dimana pada keadaan ini arus untuk beban R1 dicatu oleh tegangan kapasitor. Sebenarnya garis b-c bukanlah garis lurus tetapi eksponensial sesuai dengan sifat pengosongan kapasitor.



Gambar 2.3 Keluaran Tegangan DC dari Penyearah

Kemiringan kurva b-c tergantung dari besar arus I yang mengalir ke beban R. Jika arus $I = 0$ (tidak ada beban) maka kurva b-c akan membentuk garis horizontal.

Namun jika beban arus semakin besar, kemiringan kurva b-c akan semakin tajam. Tegangan yang keluar akan berbentuk gigi gergaji dengan tegangan *ripple* yang besarnya adalah :

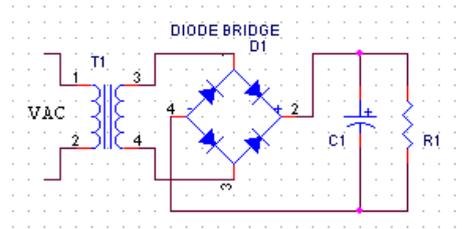
$$V_r = V_M (1 - e^{-\infty/RC}) \quad (1)$$

Rangkaian penyearah yang baik adalah rangkaian yang memiliki tegangan *ripple* paling kecil. V_L adalah tegangan *discharge* atau pengosongan (2)

$$V_r = V_M (1 - e^{-T/RC}) \quad \dots\dots (2)$$

Rumus ini mengatakan, jika arus beban I semakin besar, maka tegangan *ripple* akan semakin besar. Sebaliknya jika kapasitansi C semakin besar, tegangan *ripple* akan semakin kecil. Untuk penyederhanaan biasanya dianggap $T=Tp$, yaitu periode satu gelombang sinus dari jala-jala listrik yang frekuensinya 50Hz atau 60Hz. Jika frekuensi jala-jala listrik 50Hz, maka $T = Tp = 1/f = 1/50 = 0.02$ det. Ini berlaku untuk penyearah setengah gelombang. Untuk penyearah gelombang penuh, tentu saja frekuensi gelombangnya dua kali lipat, sehingga $T = 1/2 Tp = 0.01$ det.

Penyearah gelombang penuh dengan filter C dapat dibuat dengan menambahkan kapasitor pada rangkaian gambar 2.4. Bisa juga dengan menggunakan transformator yang tanpa CT, tetapi dengan merangkai 4 dioda seperti pada gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 Rangkaian Penyearah 4 Dioda

Sebagai contoh, anda mendisain rangkaian penyearah gelombang penuh dari catu jala-jala listrik 220V/50Hz untuk mensuplai beban sebesar 0.5 A. Berapa nilai kapasitor yang diperlukan sehingga rangkaian ini memiliki tegangan *ripple* yang tidak lebih dari 0.75 Vpp. Jika rumus dibolak-balik maka diperoleh.

$$C = I.T/V_r = (0.5) (0.01)/0.75 = 6600 \text{ uF.}$$

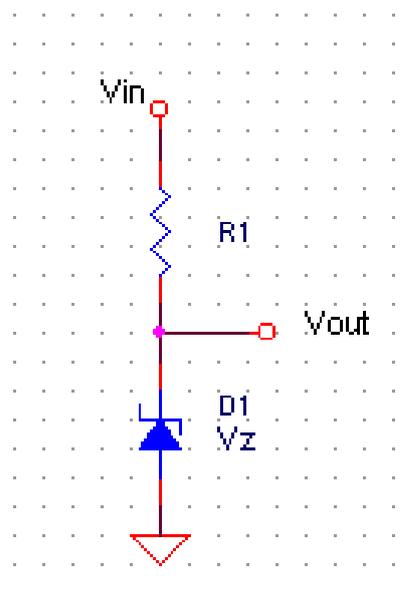
Untuk kapasitor yang sebesar ini banyak tersedia tipe elco yang memiliki polaritas dan tegangan kerja maksimum tertentu. Tegangan kerja kapasitor yang digunakan harus lebih besar dari tegangan keluaran catu daya. Anda barangkalai sekarang paham mengapa rangkaian audio yang anda buat mendengung, coba periksa kembali rangkaian penyearah catu daya yang anda buat, apakah tegangan *ripple* ini cukup mengganggu. Jika dipasaran tidak tersedia kapasitor yang demikian besar, tentu bisa dengan memparalel dua atau tiga buah kapasitor.

b) Regulator

Rangkaian penyearah sudah cukup bagus jika tegangan *ripple*-nya kecil, namun ada masalah stabilitas. Jika tegangan PLN naik/turun, maka tegangan outputnya juga akan naik/turun. Seperti rangkaian penyearah di atas, jika arus semakin besar

ternyata tegangan dc keluarannya juga ikut turun. Untuk beberapa aplikasi perubahan tegangan ini cukup mengganggu, sehingga diperlukan komponen aktif yang dapat meregulasi tegangan keluaran ini menjadi stabil.

Rangkaian regulator yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar 2.5. Pada rangkaian ini, zener bekerja pada daerah *breakdown*, sehingga menghasilkan tegangan output yang sama dengan tegangan zener atau $V_{out} = V_z$. Namun rangkaian ini hanya bermanfaat jika arus beban tidak lebih dari 50mA.



Gambar 2.5 Rangkaian Regulator

Prinsip rangkaian catu daya yang seperti ini disebut *shunt regulator*, salah satu ciri khasnya adalah komponen regulator yang paralel dengan beban. Ciri lain dari shunt regulator adalah, rentan terhadap *short-circuit*. Perhatikan jika V_{out} terhubung singkat (*short-circuit*) maka arusnya tetap $I = V_{in}/R_1$. Disamping *regulator shunt*, ada juga yang disebut dengan *regulator seri*. Prinsip utama

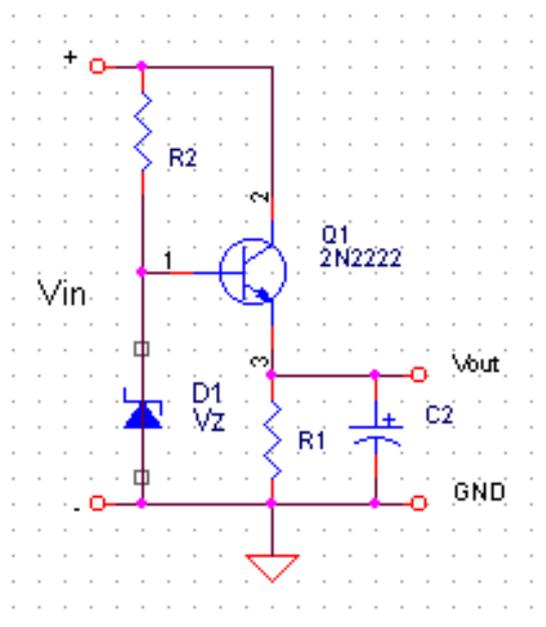
regulator seri seperti rangkaian pada gambar 2.6 berikut ini. Pada rangkaian ini tegangan keluarannya adalah :

$$V_{out} = V_Z + V_{BE}$$

V_{BE} adalah tegangan *base-emitor* dari transistor Q1 yang besarnya antara 0.2 – 0.7 volt tergantung dari jenis transistor yang digunakan. Dengan mengabaikan arus I_B yang mengalir pada base transistor, dapat dihitung besar tahanan R2 yang diperlukan adalah :

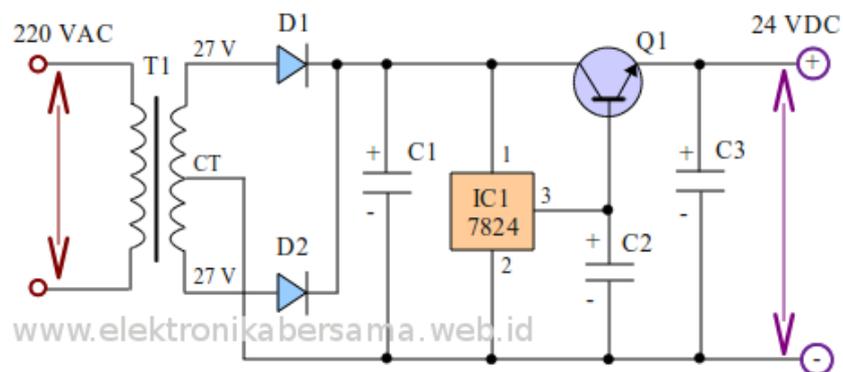
$$R2 = (V_{in} - V_Z) / I_Z$$

I_Z adalah arus minimum yang diperlukan oleh dioda zener untuk mencapai tegangan *breakdown* zener tersebut. Besar arus ini dapat diketahui dari *datasheet* yang besarnya lebih kurang 20 mA.



Gambar 2.6 Regulator Seri

Jika diperlukan catu arus yang lebih besar, tentu perhitungan arus base I_B pada rangkaian di atas tidak bisa diabaikan lagi. Dimana seperti yang diketahui, besar arus IC akan berbanding lurus terhadap arus IB atau dirumuskan dengan $I_C = \beta I_B$. Untuk keperluan itu, transistor Q1 yang dipakai bisa diganti dengan transistor *darlington* yang biasanya memiliki nilai β yang cukup besar. Dengan transistor *darlington*, arus base yang kecil bisa menghasilkan arus IC yang lebih besar.



Gambar 2.7 Rangkaian Catu daya



Gambar 2.8 Catu daya 24 vdc

2.2.2. UPS

Baterai tipe kering (Dry Type) terdiri dari plat-plat positif dan negatif yang telah diisi penuh dengan muatan listrik, tetapi dalam penyimpanannya tidak diisi dengan elektrolit, jadi keluar pabrik dalam kondisi kering. Pada dasarnya baterai tipe kering sama seperti baterai tipe basah. Elemen-elemen baterai ini diisi secara khusus dengan cara memberikan arus DC pada plat yang direndamkan ke dalam larutan elektrolit lemah. Setelah plat- plat itu terisi penuh dengan muatan listrik, kemudian diangkat dari larutan elektrolit lalu dicuci dengan air dan dikeringkan. Kemudian plat-plat tersebut dirangkai dalam case baterai.

Kutub positif aki menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbale, sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat. UPS mampu memberikan perlindungan hampir seketika saat terjadi pemutusan sumber listrik. Perangkat UPS ini dapat digunakan untuk melindungi segala jenis alat elektronik yang sensitif terhadap ketidakstabilan arus dan tegangan listrik. Namun pada umumnya UPS digunakan untuk melindungi komputer supaya ketika terjadi kehilangan daya secara mendadak, kita masih sempat mematikan komputer kita secara benar untuk menghindari kerusakan baik software terlebih hardware.

Cara kerja UPS jenis ini melakukan pengisian daya langsung dari sumber listrik dan menyimpannya ke dalam baterai penyimpanan listrik cadangan yang hanya digunakan saat listrik putus. Perangkat komputer langsung dihubungkan dengan UPS ini.

Ketika tegangan yang masuk ke UPS ini tidak stabil, maka UPS jenis ini akan menyalakan sirkuit inverter DC-AC internal yang didukung oleh baterai cadangan UPS ini. UPS dengan cara kerja seperti ini umumnya mempunyai harga yang relatif murah dengan spesifikasi di bawah 1kVA.



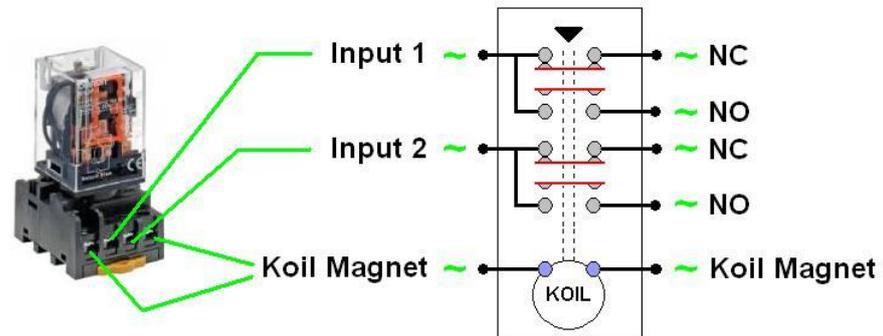
Gambar 2.9 UPS

2.2.3. Relay

Relay pengendali elektromekanis (*an electromechanical relay = EMR*) adalah saklar magnetis. *Relay* ini menghubungkan rangkaian beban *on* atau *off* dengan pemberian energi elektromagnetis, yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian.

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). Bentuk fisik dan simbol *relay* ditunjukkan pada gambar 2.10.

relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan elektromagnet 5 Volt dan 50 mA mampu menggerakkan *armature relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A



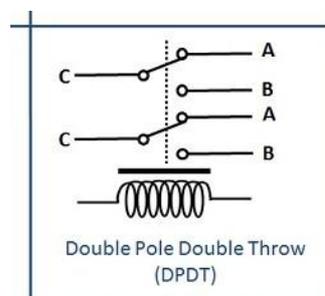
Gambar 2.10 Relay 8 Kaki

Prinsip Kerja *Relay*

Pada dasarnya, *relay* terdiri dari empat komponen dasar, yaitu :

1. Electromagnet (*coil*)
2. *Armature*
3. *Switch contact point* (saklar)
4. *Spring*

Berikut ini gambar 2.13 merupakan bagian-bagian *relay* :



Gambar 2.11 Struktur Relay DPDT

Prinsip kerja relay berdasarkan gambar , sebuah besi (iron core) yang dililit oleh sebuah kumparan coil yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila kumparan coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik armature untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi open atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, armature akan kembali lagi ke posisi awal (NC). Coil yang membutuhkan arus listrik yang relatif kecil. Kontak poin (contact point) relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. *Normally close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *close* (tertutup)
2. *Normally open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *open* (terbuka).

Kontak *normally open* (NO) akan membuka ketika tidak ada arus yang mengalir pada kumparan, tetapi tertutup secepatnya setelah kumparan menghantarkan arus atau diberi tenaga. *Relay* pada saat kontak *normally open* terlihat pada gambar.

Pada saat kontak *normally close* akan tertutup apabila kumparan tidak diberi daya dan membuka ketika kumparan diberi daya. *Relay* pada saat kontak *normally close* terlihat pada gambar.

Apabila kumparan diberi daya, terjadi medan elektromagnetis. Aksi dari medan pada gilirannya menyebabkan *plunger* bergerak pada kumparan menutup kontak NO dan membuka kontak NC. Beberapa fungsi *relay* yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan elektronika diantaranya adalah:

1. *Relay* digunakan untuk menjalankan fungsi logika (*logic function*)
2. *Relay* digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (*time delay function*)
3. *Relay* digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari signal tegangan rendah

Ada juga *relay* yang berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat (*short*).

2.2.4. Auto Transfer Switch – Main Failure (ATS – MF)

ATS & AMF PANEL (Automatic Mains Failure & Automatic Transfer Switch) adalah Panel yang secara sistem mempunyai fungsi control otomatis terhadap generator dan mains power dimana parameter listrik, control dan proteksi terhadap kedua sumber dapat terbaca dan terkontrol secara sistimatis. Komponen utama panel ini adalah modul control PLC yang didalamnya berisi program program untuk menjalankan dan mengoperasikan system secara menyeluruh. Panel ini banyak digunakan di industri, perkantoran, supermarket, rumah sakit dll.

Di dalam panel ATS/AMF terdapat beberapa rangkaian relai yang terdiri dari beberapa blok yang memiliki fungsi dan tugas masing masing.

Antra lain;

1. Relai detector Sumber daya Utama (Relay PLN)

Relai ini berfungsi untuk memberikan informasi kondisi sumber listrik utama (hidup atau mati) kepada rangkaian relai relai start/off engine dan ATS untuk di proses pada tahap selanjutnya.

2. Relai detector Daya Genset (Relay Genset)

Relai detector ini berfungsi untuk memberikan informasi kondisi tegangan/daya genset kepada rangkaian relai relai start/off engine dan ATS untuk di proses pada tahap selanjutnya.

3. Blok start/stop engine, berfungsi untuk menyalakan mesin genset.

Blok ini bekerja berdasarkan masukan dari relay detector tenaga listrik utama dan detector daya genset. Jika tegangan listrik utama maka blok ini akan menyalakan mesin genset dan jika tegangan listrik utama/PLN telah menyala kembali, maka genset akan dimatikan secara otomatis. Blok ini juga bekerja sama dengan blok ATS. Genset hanya akan dimatikan jika ATS sudah menghubungkan beban dengan sumber utama/PLN .

4. Relay Sistem Warming Up

Relay ini bekerja untuk system warming up(Pemeliharaan genset) Relay ini bekerja untuk memindahkan daya dari sumber utama ke genset guna

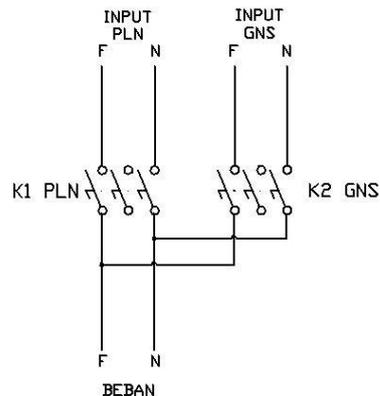
pemeliharaan dengan cara memproses perintah dari PLC yaitu dari output Q.6 dari PLC.

5. Blok ATS/COS

Selain seperti yang dijelaskan pada paragraf ke dua, blok ATS bekerja sama dengan blok start/stop engine. Yang paling penting disini adalah, block ATS harus menghubungkan masing sumber tegangan utama dan atau tegangan dari genset hanya saat yang tepat.

ATS adalah singkatan dari *Automatic Transfer Switch*, yaitu proses pemindahan penyulang dari penyulang/sumber listrik yang satu ke sumber listrik yang lain secara bergantian sesuai perintah pemrograman, ATS adalah pengembangan dari COS atau yang biasa disebut secara jelas sebagai *Change Over Switch*, beda keduanya adalah terletak pada sistim kerjanya, untuk ATS kendali kerja dilakukan secara otomatis, sedangkan COS dikendalikan atau dioperasikan secara manual.

Pemakaian Panel ATS pada instalasi dalam gedung dimaksudkan untuk mengantisipasi pada saat PLN gagal dalam mensuplai listrik (mengalami pemadaman), maka dalam hal ini genset yang akan menggantikan peranan dari PLN untuk mensuplai sumber daya listrik, disini peranan Panel ATS adalah memindahkan secara otomatis distribusi dari PLN ke Genset, sehingga Genset tersebut dapat menggantikan peranan dari PLN untuk mensuplai sumber daya listrik pada Gedung/lokasi tersebut. Selanjutnya apabila PLN kembali normal, maka Fungsi ATS secara otomatis memindahkan distribusi daya listrik dari Genset ke PLN.



Gambar 2.12 Konstruksi Relay Mekanik

AMF adalah singkatan dalam istilah kelistrikan dari Automatic Main Failure yang maksudnya menjelaskan cara kerja otomatisasi terhadap sistem terhadap sistem kelistrikan cadangan apabila terjadi gangguan pada sumber/penyulang listrik utama (Main), istilah ini secara umum sering dijabarkan sebagai sistem kendali start dan stop genset, baik itu diesel generator, genset gas maupun turbin.

Sistem kerja panel ATS dan AMF yang sering kita temukan adalah kombinasi untuk pertukaran sumber baik dari genset ke pln maupun sebaliknya, bilamana suatu saat sumber listrik dari PLN tiba-tiba padam, maka AMF bertugas untuk menjalankan diesel genset sekaligus memberikan proteksi terhadap sistem genset, baik proteksi terhadap unit mesin/engine yang berupa pengamanan terhadap gangguan rendahnya tekanan minyak pelumas (Low Oil Pressure) maupun kondisi temperatur mesin serta media pendinginannya, dan juga memberikan perlindungan terhadap unit Generatornya. baik berupa pengamanan terhadap beban pemakaian yang berlebih maupun perlindungan terhadap karakterlistrik lain seperti tegangan maupun frekuensi genset, apabila parameter yang diamankan melebihi batasa

normal/setting maka tugas ATS adalah melepas hubungan arus listrik ke beban sedangkan AMF bertugas untuk memberhentikan kerja mesin.

Apabila generator yang dijalankan beroperasi dengan baik, berikutnya ATS bertugas memindahkan sambungan dari sebelumnya yang tersambung dengan PLN dipindahkan secara otomatis ke sisi generator sehingga aliran listrik bisa tersambung ke sisi pengguna.

Apabila kemudian PLN 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, demikian seterusnya semua sistem kontrol dikendalikan secara otomatis berjalan dengan sendirinya. Pemakaian sistem otomatisasi ini memiliki beberapa keuntungan antara lain:

- Sistem perpindahan dari PLN ke genset dan sebaliknya hanya perlu waktu yang sangat singkat, hanya dengan hitungan detik saja setelah PLN padam, genset langsung start dan listrik segera dapat dinikmati kembali oleh pengguna.
- Meringankan tugas teknis listrik yang bisa sangat banyak sekali, bahkan gedung perkantoran sering tidak memiliki teknis listrik, dengan panel ATS-AMF ini semuanya menjadi mudah, listrik padam, genset langsung start sendiri, PLN nyala kembali genset stop sendiri, teknis tak perlu berlari-lari karena panik hanya untuk cepat-cepat men-start genset dan mengoper switch supaya roda aktifitas tak terganggu.

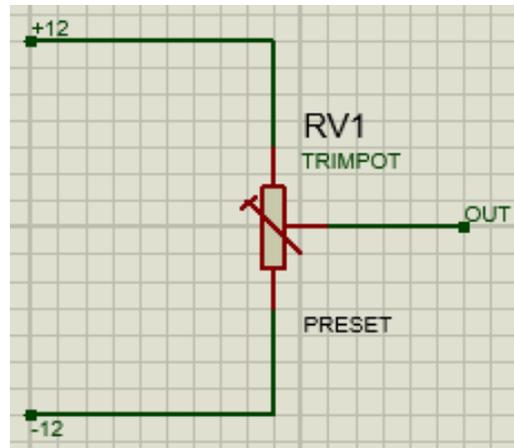
Memberi perlindungan terhadap alat kantor seperti komputer, AC , peralatan pabrik maupun laboratorium, seringkali terjadi tegangan listrik PLN maupun genset tiba-tiba *down* atau bahkan tiba-tiba naik sampai jauh diluar batas toleransi normal untuk keamanan alat-alat elektronik.

2.2.5. Sensor Tegangan (pembagi tegangan)

Rumus dan Rangkaian Pembagi Tegangan (Voltage Divider) – Voltage Divider atau Pembagi Tegangan adalah suatu rangkaian sederhana yang mengubah tegangan besar menjadi tegangan yang lebih kecil. Fungsi dari Pembagi Tegangan ini di Rangkaian Elektronika adalah untuk membagi Tegangan Input menjadi satu atau beberapa Tegangan Output yang diperlukan oleh Komponen lainnya didalam Rangkaian. Hanya dengan menggunakan satu buah regulator dan Tegangan Input dari power supply, kita telah mampu membuat sebuah rangkaian pembagi tegangan yang sederhana.

Pengetahuan Pembagi Tegangan atau Voltage Divider ini sangat penting dan merupakan rangkaian dasar yang harus dimengerti oleh setiap Engineer ataupun para penghobi Elektronika. Terdapat dua bagian penting dalam merancang Pembagi Tegangan yaitu Rangkaian dan Persamaan Pembagi Tegangan.

- Rangkaian Pembagi Tegangan (Voltage Divider)



Gambar 2.13 Rangkaian Pembagi Tegangan (Voltage Divider)

Adapun prinsip kerja dari pembagi tegangan yang penulis gunakan adalah mendapat input dari power supply sebesar 12 volt kemudian masuk pada sebuah regulator (trimpot) yang fungsinya untuk mengatur tegangan agar bisa terbaca oleh ADC PLC. Adapun tegangan yang diatur oleh penyusun agar tegangan dapat dibaca adalah 10 volt yang kemudian akan diproses oleh ADC di dalam PLC yang menghasilkan pembacaan tegangan di monitoring.

2.2.6. Generator Set (Genset)

2.2.6.1 Pengertian Genset

Genset adalah sumber tenaga listrik tersendiri yang mendukung sistem distribusi tenaga listrik karena kehilangan sumber daya (catu

daya) normal. Genset dipasang untuk melindungi sistem distribusi tenaga listrik pada beban – beban esensial yang tidak boleh kehilangan sumber tenaga listrik.

Penggunaan Genset ini dapat dijumpai pada beberapa tempat seperti pada rumah sakit, laboratorium ilmiah, pusat data negara, peralatan telekomunikasi, dan pabrik – pabrik besar. Sistem tenaga darurat dapat mengandalkan generator, baterai, dan penyimpanan energi.

2.2.6.2 Komponen *Generator Set* (Genset)

Komponen yang terdapat pada EDG adalah sebagai berikut :

- Mesin
- Alternator
- Sistem bahan bakar
- *Voltage regulator*
- Pendingin dan *ExhaustSystem*
- Sistem pelumasan
- *Charger Battery*
- *Control Panel*
- Kerangka utama (*frame*)

Berikut adalah penjelasan dari komponen – komponen di atas :

1. Mesin

Mesin adalah sumber energi input untuk generator.



Gambar 2.14 Mesin Genset

2. Alternator (Generator Sinkron)

Alternator juga dikenal sebagai ‘genhead’, atau bagian dari generator yang menghasilkan output listrik dari input mekanis yang diberikan oleh mesin. Ini berisi perakitan bagian – bagian diam dan bergerak terbungkus dalam perumahan (house). Komponen-komponen ini saling bekerja sama dalam menghasilkan arus listrik. Secara sederhana, ada dua komponen utama yang tidak dapat dipisahkan dari sebuah generator (alternator), yaitu sistem medan magnet (rotor) dan jangkar (stator). Pada istilah lainnya kita menyebut rotor sebagai bagian dinamis (bergerak) dan stator sebagai bagian statis (tidak bergerak).

Rotor terhubung langsung dengan poros mesin. Ketika poros mesin berputar, maka poros rotor akan ikut berputar. Putaran ini menyebabkan munculnya medan magnet di sekitar

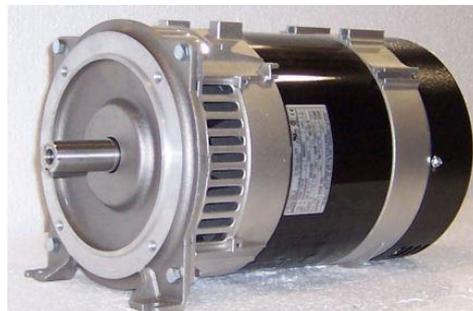
lilitan stator. Stator yang menjadi bagian statis tidak akan ikut berputar sehingga memaksa medan magnet yang ditimbulkan membentuk gaya gerak listrik. Gaya yang dikeluarkan dari stator sama dengan gaya yang dihasilkan oleh rotor.

Bagian rotor memiliki kutub magnetik yang dihasilkan dari lilitan-lilitan kawat yang mengandung aliran listrik searah. Bagian kutub ini bisa berbentuk tonjolan (salient) ataupun berbentuk silinder tanpa tonjolan (non-salient). Pada genset yang membutuhkan kinerja generator dengan kecepatan tinggi, maka rotor yang digunakan adalah rotor silinder.

Secara konstruksi, rotor memiliki inti kutub dan area kumparan magnetik. Pada bagian inti kutub terdapat poros yang merupakan jalur bagi fluks magnetik. Fluks magnetik sendiri dibangkitkan oleh area kumparan magnetik. Area kumparan magnetik ini menghasilkan fluks magnetik karena dipicu oleh medan arus searah yang dialirkan melalui cincin. Fluks magnetik akan berjalan di sekitaran inti kutub dan memotong konduktor pada stator. Ini yang mendasari timbulnya gaya gerak listrik (ggl) dengan rumus:

$$e = c.n.\varphi$$

Sementara itu, stator merupakan bagian dinamis dalam alternator, berisi satu set konduktor listrik. Stator tersusun dari rumah (cangkang) sebagai pelindung isi stator. Isi stator berupa cincin laminasi dan slot untuk mengatur arah medan magnetik. Selain itu, terdapat juga lilitan stator yang terbentuk dari sejumlah batang konduktor. Batang ini diletakkan saling berhubungan pada slot yang tersedia. Tempat lilitan itu sendiri dinamakan alur.

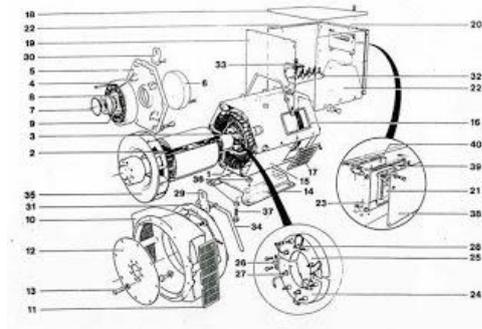


Gambar 2.15 Alternator

3. Sistem pelumasan

Mesin EDG memerlukan pelumasan untuk memastikan operasi daya tahan dan halus untuk jangka waktu yang lama.

Mesin generator dilumasi oleh minyak disimpan dalam pompa.



Gambar 2.16 Skema Pelumasan

Keterangan :

1. Bak minyak
2. Pompa pelumas
3. Pompa minyak pendingin
4. Pipa hisap
5. Pendingin minyak pelumas
6. *By – pass* untuk pendingin
7. Saringan minyak pelumas
8. Katup *by – pass* untuk saringan
9. Pipa pembagi
10. *Bearing* poros engko (*larger* duduk)
11. *Bearing* ujung besar (*larger* putar)
12. *Bearing* poros bubungan

13. *Sprayer* atau *nozzle* penyemprot untuk pendinginan piston
14. *Piston*
15. Pengetuk tangkai
16. Tangka penolak
17. Ayunan
18. Pemadat udara
19. Pipa ke pipa penyemprot
20. Saluran pengembalian

4. *Batery Charger*

EDG dioperasikan dengan baterai. Fungsi baterai sebagai supplier listrik awal ketika pertama dihidupkan mengambil listrik baterai.

5. *Control panel*

Adalah suatu panel yang digunakan pengguna dari generator untuk mengatur beberapa ketentuan untuk outlet listrik dan kontrol.

6. Kerangka utama

Adalah body terluar dari EDG tersebut

2.2.7. Programmable Logic Control (PLC)M221CE16

PLC yaitu kendali logika terprogram merupakan suatu piranti elektronik yang dirancang untuk dapat beroperasi secara digital dengan menggunakan memori sebagai media penyimpanan instruksi

– instruksi internal untuk menjalankan fungsi

– fungsi logika, seperti fungsi pencacah, fungsi urutan proses, fungsi pewaktu, fungsi aritmatika, dan fungsi yang lain dengan cara memprogramnya. Di dalam PLC berisi rangkaian elektronika yang dapat difungsikan seperti contact relay (baik NO maupun NC) pada PLC dapat digunakan berkali-kali untuk semua intruksi dasar selain intruksi output.

Adapun datasheet untuk PLC (Programmable logic Control) TM221CE16R adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Datasheet PLC TM221CE16R

MAIN	
Range of product	Modicon M221
Product or component type	Logic controller
supply voltage	100...240 V AC
Discrete input	9 discrete input
Analogue input	2 at input range: 0...10 V
Discrete output number	7 relay
Discrete output voltage	5...125 V DC 5...250 V AC
Discrete output current	2 A

Discrete output type	Relay normally open
COMPLEMENTARY	
Discrete I/O number	16
Number of I/O expansion module	<= 4 for transistor output <= 4 for relay output
Supply voltage limits	85...264 V
Network frequency	50/60 Hz
Inrush current	<= 40 A
Discrete input voltage	24 V
Discrete input voltage type	DC
Analogue input resolution	10 bit
LSB value	10 mV
Discrete input logic	Sink or source (positive/negative)
Conversion time	1 ms per channel + 1 controller cycle time for analog input
Permitted overload on inputs	+/- 30 V DC for analog input with 5 min maximum +/- 13 V DC for analog input permanent



Gambar 2.17 PLC Schneider TM221CE16R

2.2.9 I/O Analog Schneider TM3AM6

Sinyal Input PLC dalam bentuk Analog adalah suatu masukan informasi yang memiliki beberapa kondisi (Sinyal yang berkelanjutan) yang diterima oleh PLC dari suatu alat Instrument Analog.

Sinyal Analog dapat berupa rentang nilai antara 4mA – 20mA, 0V – 10V, 100 ohm – 250 ohm, dan berbagai rentang nilai lainnya.

Contoh peralatan yang mengirim sinyal Analog Input:

- Pressure Transmitter
- Level Transmitter
- Flow Transmitter
- Speed Indicator Controller (SIC)
- Voltage sensor

- RTD
- dan lainnya

Sama halnya dengan sinyal Analog Input, nilai sinyal Analog Output adalah suatu perintah yang dikirimkan PLC ke suatu alat bersifat Analog berikutnya.

Sinyal Analog ini juga memiliki beberapa kondisi (Sinyal berkelanjutan) yang dikirimkan ke sistem kontrol berbagai macam alat instrument yang bekerja berdasarkan nilai Analog yang diterimanya.

Beberapa Contoh peralatan yang menerima sinyal Analog Output, antara lain:

- Control Valve
- Control Speed, Inverter, VFD, VSD
- dan berbagai alat instrument lainnya

Perbedaan sinyal Input dan Output PLC antara sinyal dalam bentuk Digital dan Analog dapat dilihat dari rentang perubahan atau kejadiannya.

Jika pada sinyal digital hanya memiliki dua rentang yaitu On-Off, sedangkan sinyal dalam bentuk Analog memiliki rentang yang lebih Variatif dan berkelanjutan

Tabel 2.2 Datasheet I/O analog TM3AM6

MAIN	
Range of product	Modicon TM3
Product or component type	Input/Output analog modul
Range compatibility	Modicon M251 Modicon M221 Modicon M241
Analogue input number	4
Analogue input type	Current, analogue input range: 4...20 mA Voltage, analogue input range: 0...10 V
Analogue output number	2
Analogue output type	4...20 mA current 0...20 mA current 0...10 V voltage - 10...10 V voltage
COMPLEMENTARY	
Analogue input resolution	11 bits + sign 12 bits
Permissible continuous overload	13 V voltage 40 mA current
Input impedance	<= 50 Ohm current

	≥ 1 MOhm voltage
Analogue output resolution	12 bits 11 bits + sign
Load type	Resistive
Stabilisation time	1 ms
Output ripple	20 Mv
Cross talk	≤ 1 LSB
[Us] rated supply voltage	24 V DC
Supply voltage limits	20.4...28.8 V



Gambar 2.18 I/O Analog Schneider TM3AM6