

## BAB II

### LANDASAN TEORI

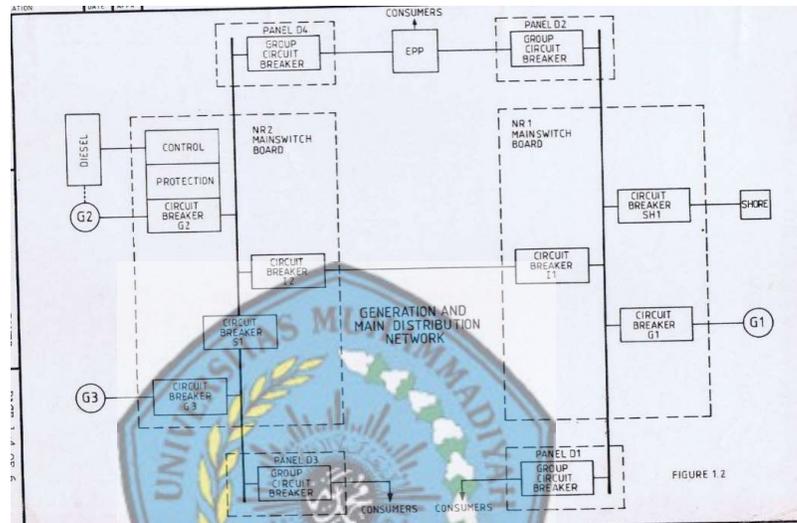
#### 2.1. Tinjauan Umum Sistem Kelistrikan di Kapal

Dasar dari sistem kelistrikan di atas kapal sama dengan sistem yang diterapkan di gedung. Hal yang membedakan adalah sistem proteksi dan jenis-jenis bebannya. Ketahanan dan kualitas daya yang baik harus dipenuhi pada sistem supply tenaga listrik, sebab di kapal rawan akan getaran yang bersumber dari mesin – mesin kapal, guncangan ombak dan gelombang laut. Alasan lainnya adalah kapal memiliki instrument – instrument penting, jadi jika kualitas daya kurang baik bisa berakibat terhadap performa instrument - intrument kapal tersebut. Terlebih pada sistem kapal perang.

Kapal Perang KRI Fatahillah memiliki 3 generator utama dengan daya masing masing sebesar 500 KW dan 1 generator emergency dengan daya 150 KW. Dari beberapa generator tersebut perlu diatur / dicontrol untuk menjaga keberlangsungan tenaga supply. Istilah dalam sistem perkapalan panel induk disebut dengan *Main Switch Board* (MSB). Di dalam panel ini mencakup beberapa macam control diantaranya :

1. Control parallel generator
2. Control pembagian beban (Load Sharing)
3. Control mesin generator
4. Alarm Monitoring System (AMS)
5. Power Management System (PMS)
6. Control distribusi beban listrik
7. Proteksi generator / *Safety Device*

Dari panel induk tenaga, kemudian didistribusikan melalui group feeder 440 VAC dan 220 VAC ke beban - beban kapal seperti peralatan navigasi, pompa - pompa, HVAC, peralatan dapur, peralatan tempur dan pesawat penunjang lainnya. Secara garis besar sistem tenaga listrik di KRI Fatahillah bisa dilihat melalui single diagram dibawah ini:



Gambar 2.1. Single Diagram sistem tenaga listrik di KRI Fatahillah

Panel MSB pada kapal KRI Fatahillah didesain terpisah antara grup generator no.3 dan no.2 dengan grup generator no.1. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada salah satu bus, grup bus yang lain tidak ikut terganggu. Sedangkan daya dari emergency generator masuk ke group panel ESB (*Emergency Switch Board*). Dari panel ini hanya mensuplai beban beban penting seperti sistem penerangan darurat, sistem alarm, komunikasi dan navigasi. Saat kondisi normal, beban ini disuplai dari MSB, akan tetapi jika terjadi black out generator akan otomatis membackup daya listriknya.

### 2.1.1. Kebutuhan Daya

Perancangan merupakan langkah awal dalam kegiatan produksi kapal. Perancangan yang baik tentu akan mempengaruhi kinerja dari hasil produksi. Salah satu obyek dalam sebuah perancangan di kapal adalah perancangan instalasi listrik dan

penyediaan generator. Perancangan instalasi listrik dan penyediaan generator sangat berkaitan dengan besar atau jumlah daya yang ada di kapal. Jumlah daya tersebut dapat dihitung melalui penggunaan lampu - lampu untuk penerangan, peralatan navigasi dan komunikasi, serta peralatan kelistrikan lainnya.

Menurut Dionysiu (2014), uraian kebutuhan daya listrik yang ada di kapal secara garis besar adalah sebagai berikut:

### 1. Penerangan

Kebutuhan daya listrik untuk penerangan harus disertakan dalam perancangan instalasi listrik dan penyediaan generator. Berikut adalah parameter - parameter yang digunakan dalam proses perhitungan

- a. Ruangan-ruangan yang direncanakan untuk diberi penerangan maupun catu daya peralatan-peralatan yang ada.
- b. Dimensi dari ruangan tersebut.
- c. Jenis armature yang akan dipasang.

Perhitungan daya untuk tiap - tiap ruangan juga akan dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut:

- a. Waktu operasi beban-beban terpasang.
- b. Jenis operasi dari beban-beban terpasang, baik itu *intermittent* atau *continuous*.
- c. Jumlah titik armature dalam ruangan - ruangan yang ada di kapal.

Sehingga dalam perhitungan akan dihitung kebutuhan daya listrik untuk penerangan maupun catu daya peralatan - peralatan listrik di tiap deck kapal mulai dari *main deck*, *poop deck*, *boat deck*, *bridge deck*, *navigation deck*, *engine room*, dan *engine room platform*.

### 2. Navigasi dan Komunikasi

Peralatan navigasi dan komunikasi juga termasuk dalam beban yang harus disertakan dalam perancangan instalasi listrik dan penyediaan generator. Hal ini

diperlukan mengingat peralatan - peralatan tersebut membutuhkan suplai daya listrik agar dapat berfungsi dengan baik selama kapal beroperasi. Peralatan - peralatan tersebut antara lain:

- a. Pemancar radio
- b. Gyrocompass
- c. Echosounder
- d. Radar
- e. General alarm
- f. Motor untuk sirine
- g. Motor untuk horn
- h. Lampu navigasi

### 3. Peralatan Kelistrikan Lainnya

Selain kebutuhan daya listrik untuk penerangan, navigasi dan komunikasi, perlu diperhitungkan pula kebutuhan daya listrik untuk peralatan kelistrikan lainnya yang menunjang kerja di kapal, yaitu:

- a. Pompa - pompa dan kompresor yang digunakan untuk melayani engine selama beroperasi.
- b. Pompa - pompa general service, seperti oily bilge pump, ballast pump, dan fire pump.
- c. Peralatan - peralatan pengaturan udara dan sistem refrigerasi, seperti *supply fan*, *exhaust fan*, dan *central air conditioning system*.
- d. Permesinan geladak, seperti *steering gear*, *crane*, *windlass*, *winch*, *cargo pump*, dan lain sebagainya.

#### 2.1.2. Generator

Salah satu bagian terpenting dalam sistem pembangkitan daya adalah generator. Generator merupakan mesin listrik yang berfungsi mentransmisikan daya mekanik

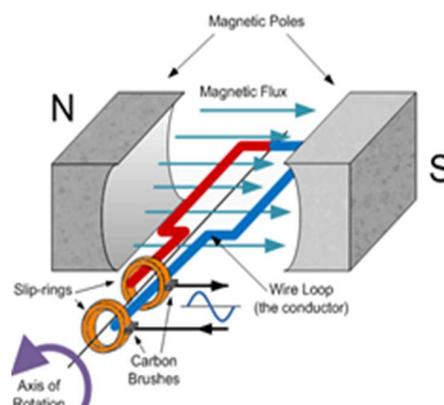
menjadi daya listrik. Daya mekanik yang ditransmisikan dapat berupa daya dari mesin diesel, turbin uap, turbin gas, turbin air, baling-baling angin, dan lain sebagainya. Generator di kapal umumnya menggunakan mesin diesel sebagai penggerak utama.

Generator menjadi pembahasan utama dalam sistem pembangkitan daya, karena kelangsungan sistem akan lebih banyak bergantung pada kinerja generator. Pada saat generator mengalami trouble, baik itu dari dalam generator itu sendiri maupun dari luar. Seperti sistem yang dihubungkan maupun penggeraknya maka dapat dipastikan sistem pembangkitan daya akan terganggu. Berikut adalah pembahasan secara umum mengenai generator.

## 1. Prinsip Kerja Generator

Generator merupakan mesin listrik yang mentransmisikan daya mekanik menjadi daya listrik dengan landasan Hukum Faraday. Jika pada sekeliling penghantar terjadi perubahan medan magnet, maka pada penghantar tersebut akan dibangkitkan suatu gaya gerak listrik (GGL) yang sifatnya berlawanan terhadap perubahan medan tersebut (Firmansyah, 2011). Faktor-faktor yang menyebabkan timbulnya GGL, yaitu:

- a. Daya mekanik yang berasal dari penggerak utama.
- b. Arus medan berupa arus DC yang berfungsi untuk membangkitkan medan magnet di kumparan medan.



Gambar 2.2. Prinsip kerja generator secara sederhana (Sumber: [www.electronicstutorials.ws](http://www.electronicstutorials.ws))

Prinsip kerja generator secara sederhana ditunjukkan pada Gambar 2.2. Berikut adalah penjelasan untuk proses pembangkitan daya listrik pada generator, dimana:

$I_f$  = arus medan N

S = kutub generator

$\phi$  = fluks medan

Menurut Firmansyah (2011), pada saat poros generator diputar pada kecepatan nominalnya, dimana putaran poros didapat dari daya mekanik penggerak utamanya. Kemudian pada kumparan medan rotor diberikan arus medan sebesar  $I_f$ , maka garis-garis fluks yang dihasilkan melalui kutub - kutub inti akan menghasilkan tegangan induksi pada kumparan jangkar stator sebesar:

$$E_a = C.n.\phi$$

dimana,

$E_a$  = tegangan induksi pada kumparan jangkar stator

C = konstanta

n = kecepatan putar

$\phi$  = fluks yang dihasilkan oleh arus medan



### 2.1.3. Paralel Generator

Ada 3 generator pada sebuah kapal. Apabila generator satu beroperasi, maka yang lain dalam keadaan standby. Oleh karena itu dibutuhkan generator sebanyak 2 buah maupun lebih yang dihubungkan secara parallel agar mencapai daya yang dibutuhkan. Paralel generator dapat diartikan menggabungkan dua buah generator atau lebih dan kemudian dioperasikan secara bersama - sama dengan tujuan mendapatkan daya yang lebih besar, untuk efisiensi (menghemat biaya pemakaian operasional dan menghemat biaya pembelian), untuk memudahkan penentuan kapasitas generator dan

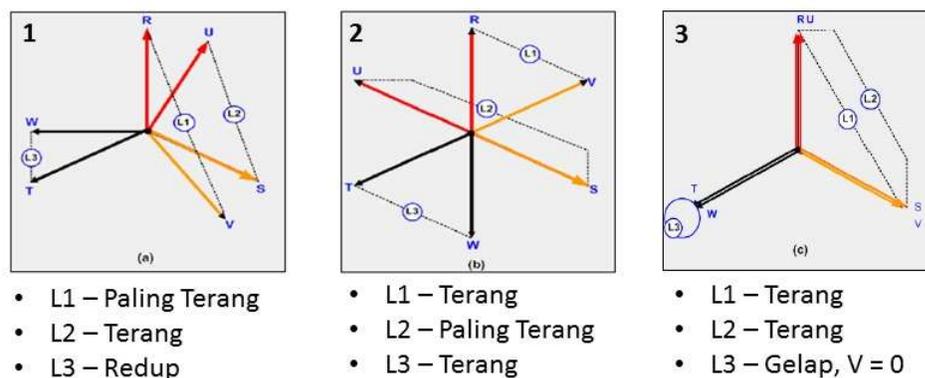
untuk menjamin kontinuitas ketersediaan daya listrik. Parallel generator didapat dengan cara menyinkronkan 2 generator tersebut dengan 2 metode yaitu secara manual dan otomatis dengan tujuan agar syarat sinkronisasi dapat terpenuhi. Untuk syarat sinkronisasi suatu parallel generator diantaranya:

- Memiliki tegangan kerja yang sama
- Memiliki frekuensi yang sama
- Memiliki urutan fasa yang sama
- Mempunyai sudut phase yang sama

### 1. Sinkronisasi Dengan Metode Manual

Ada beberapa cara memparallel generator dengan metode manual :

- Menggunakan 3 buah lampu atau yang biasa disebut dengan istilah sinkronisasi metode lampu redup. Untuk mengetahui sinkronisasi pada urutan dan beda fasa, maka dapat dilakukan dengan metode lampu gelap-terang. Ketika urutan dan beda fasa sudah sinkron dapat dilihat pada nyala lampu untuk L1 dan L2 nyala terang, dan L3 gelap. Berikut diagram vektor dari urutan fasa dan proses nyala ketiga lampu tersebut.



Gambar 2.3.metode manual paralel menggunakan 3 buah lampu

b. Menggunakan Synchronoscope

Tegangan dan frekuensi dari generator yang akan diparalel harus bernilai sama mendekati rating bus pada generator yang telah beroperasi. Untuk memasukkan saklar sinkronisasi maka dapat melihat jarum pada synchroscope tersebut dalam posisi 0 atau arah jarum jam 12. Ini membuktikan bahwa selisish frekuensi telah bernilai 0.



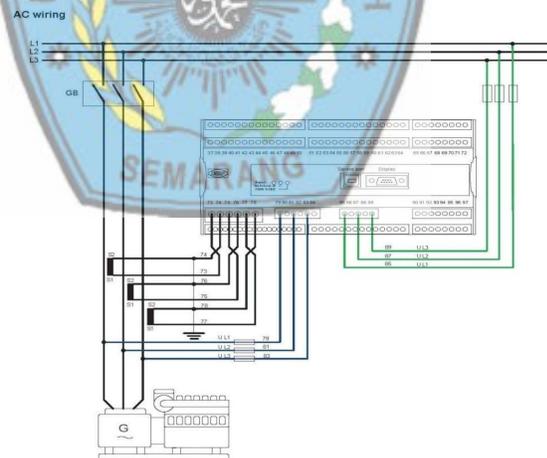
Gambar 2.4. Synchronoscope

Untuk mensinkronasikan nilai dari tegangan antara generator yang akan diparalel maka dilakukan dengan mengatur sistem eksitasinya. Apabila tegangan generator lebih tinggi dari tegangan rating bus di sistem, maka generator akan mengalami sentakan beban M Var lagging (induktif). Pada kondisi ini generator mengirim daya reaktif ke sistem. Sebaliknya, jika tegangan generator lebih rendah dari pada tegangan sistem, mesin akan mengalami sentakan beban M Var Leading (kapasitif), artinya generator akan menyerap daya reaktif dari sistem (loss of field). Berikutnya untuk frekuensi generator juga harus bernilai sama dengan frekuensi sistem pada bus. Untuk mensinkronasikan frekuensi maka dilakukan dengan cara mengatur katup governor untuk mengatur putaran generator tersebut. Jika frekuensi generator lebih tinggi dari pada frekuensi sistem, sistem akan mengalami sentakan beban MW dari generator, artinya

mesin membangkitkan dan mulai menyalurkan daya aktif (MW). Sebaliknya jika generator frekuensinya lebih rendah dari pada sistem, mesin akan mengalami sentakan MW dari sistem, artinya generator akan beroperasi menjadi motor (motoring).

## 2. Sinkronisasi Dengan Metode Otomatis

Alat untuk control sinkron otomatis pada sistem ini menggunakan GPU 3 (Generator Parallel & Protection Unit Generasi 3). GPU 3 merupakan produk dari Deif perusahaan Denmark yang memang spesialis memproduksi instrument instrument kapal. Selain berfungsi sebagai pengontrol proses, parallel alat ini berfungsi memproteksi generator dan beban - beban dari gangguan serta untuk menjaga kualitas daya listrik karena sistem ini mengatur / meregulasi tegangan dan frekuensi. Secara garis besar sistem kontrol bisa dilihat dari bagan dibawah ini:



Gambar 2.5. Sistem Kontrol Sinkronisasi dengan metode otomatis

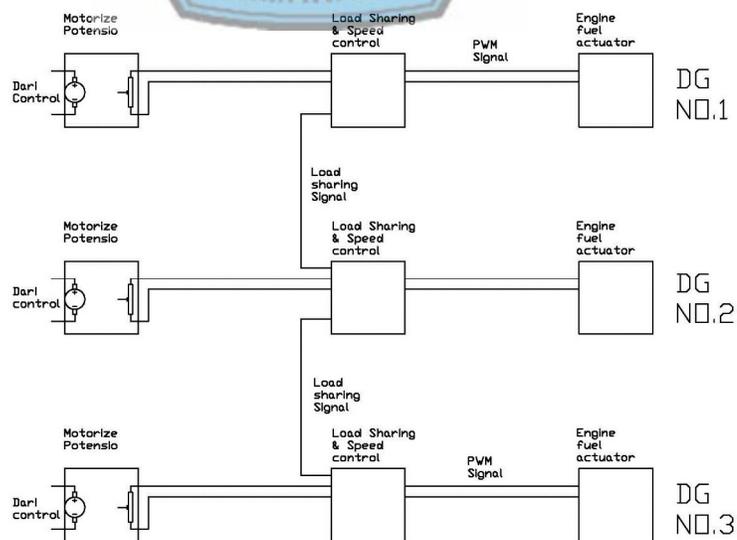
GPU 3 membutuhkan catu daya 24 VDC dan sensing berupa arus dan tegangan jala - jala untuk membaca besaran besaran seperti nilai arus, tegangan dan frekuensi, yang kemudian data - data tersebut diolah di dalam internal sistem. Alat ini bisa dikomunikasikan dengan external device seperti PLC, AVR Controller, Speed

Controller. Dalam rancangan sistem yang telah dibuat alat ini dikoneksi dengan PLC melalui komunikasi serial dengan protocol Modbus dan dikoneksi juga dengan speed controller Woodward.

Saat GPU 3 mendapat inputan perintah parallel, maka kemudian pada bagian output governor regulasi dan AVR regulasi akan aktif hingga syarat - syarat parallel dipenuhi lalu kemudian output “ACB Close” aktif untuk member perintah agar ACB terhubung secara otomatis.

#### 2.1.4. Pengatur Pembagi Beban (*Load Sharing*)

Pembagi beban pada bagian sistem juga memiliki 2 macam pilihan yaitu sistem manual dan otomatis. Kedua sistem tersebut tujuan outputnya sama - sama menggerakkan motorize potensio meter agar berputar menggerakkan tuas Variable Resistor. Keluaran dari VR tersebut masuk ke Woodward 2301A (*load sharer & speed controller*), kemudian dari speed controller menggerakkan fuel actuator untuk mengatur masukan bahan bakar pada diesel dengan tujuan merubah nilai putaran mesin. Untuk lebih jelasnya bisa di lihat dari bagan di bawah ini:



Gambar 2.6. Bagan Pengatur Pembagi Beban (*Load Sharing*)

Perubahan beban akan terjadi selama generator dipasang parallel. Hal ini akan berpengaruh pada respon masing masing generator. Agar beban selalu seimbang, maka perlu dilengkapi dengan load sharing. Bentuk keluaran dari *load sharing & speed control* berupa sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). Pengertian dari PWM adalah salah satu teknik modulasi dengan mengubah lebar pulsa (*duty cycle*) dengan nilai amplitudo dan frekuensi yang tetap. Satu siklus pulsa merupakan kondisi high kemudian berada di zona transisi ke kondisi low. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. *Duty Cycle* merupakan representasi dari kondisi logika high dalam suatu periode sinyal dan dinyatakan dalam bentuk (%) dengan range 0% sampai 100%. Sebagai contoh : jika sinyal berada dalam kondisi high terus menerus artinya memiliki *duty cycle* sebesar 100%. Jika waktu sinyal keadaan high sama dengan keadaan low, maka sinyal mempunyai *duty cycle* sebesar 50%. Sinyal ini digunakan untuk mengatur kecepatan putar motor DC pada *fuel actuator*.

#### 2.1.5. Beban Listrik (*Load*)

Load dikategorikan sebagai peralatan kelistrikan terpasang yang harus dicover oleh generator sebagai sumber daya kelistrikan utama di kapal. Kondisi beban di kapal yang hampir selalu beroperasi perlu dimonitor agar tidak terjadi overload atau kelebihan beban yang berakibat generator mengalami trip. Disinilah letak fungsi PMS sebagai perangkat kontrol dan monitor terhadap beban. Karakteristik pembebanan suatu peralatan kelistrikan dapat ditentukan berdasarkan frekuensi kerja sesuai perhitungan *load factor* dari peralatan itu sendiri. Semakin tinggi frekuensi kerja suatu peralatan kelistrikan maka semakin tinggi pula *load factornya*. Nilai load factor suatu peralatan kelistrikan berkisar antara 0 s/d 1. Semakin jarang peralatan tersebut beroperasi maka nilai load factornya semakin mendekati 0. Sedangkan peralatan yang sifatnya beroperasi secara kontinyu, biasa disebut *coninuous load*, nilai load factornya semakin mendekati 1.

### 2.1.6. Blackout Prevention

Blackout merupakan suatu kondisi dimana tidak beroperasinya suatu sumber daya kelistrikan yang biasanya disebabkan karena short circuit dan overload atau kesalahan dalam pembagian beban. Short circuit dapat diproteksi dengan penggunaan circuit breakers dan alat proteksi lainnya. Pemilihan alat proteksi yang tepat dapat meminimalisir terjadinya short circuit. Sedangkan overload dapat diproteksi melalui pemutusan beban - beban terpasang yang dapat dilakukan secara otomatis melalui PMS. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Radan (2008), beberapa penyebab terjadinya overload antara lain:

- a. Circuit breaker pada generator yang bermasalah tidak terhubung atau disconnected.
- b. Generator set menanggung beban berlebih dengan jangka waktu yang lama.
- a. Kesalahan pada motor penggerak generator.
- b. Kesalahan pada fungsi PMS sebagai sistem proteksi.

Sehingga berdasarkan beberapa pernyataan di atas dapat disimpulkan, bahwa pemilihan alat proteksi yang tepat pada jaringan kelistrikan dan pengurangan beban atau melakukan cut off pada peralatan kelistrikan yang tidak diprioritaskan selama beroperasi dapat mencegah terjadinya blackout pada kapal.

### 2.1.7. Power Management System (PMS)

*Power Management System* (PMS) merupakan bagian penting dari perangkat sistem kontrol di kapal yang dapat beroperasi bersama-sama antar PMS maupun independen atau sendiri. PMS dibuat dengan beragam fungsi, seperti fungsi kontrol, monitor, dan proteksi bagi generator sebagai sumber daya utama peralatan kelistrikan di kapal.

Peralatan yang tersedia dalam PMS sendiri terdiri dari, perangkat hardware PMS, generator, switchboards, dan perangkat otomatisasi. Melalui PMS, generator dikontrol dan dimonitor selama beroperasi sebagai penyedia utama daya kelistrikan

hingga daya yang dihasilkan dapat dialirkan ke peralatan kelistrikan yang terpasang. Tahap pengaliran daya dimulai dari generator sebagai penyuplai utama, switchboards, dan terakhir sampai pada peralatan kelistrikan. Total daya yang mengalir dikontrol dan dimonitor dengan satu atau beberapa sistem kontrol.

Berdasarkan referensi yang ditulis Dionysius (2014), saat ini PMS telah berkembang pesat menyesuaikan dengan kebutuhan otomatisasi dalam starting dan operasi paralel generator atau lebih tepatnya proses sinkronisasi. Sebelumnya, PMS hanya dapat melakukan kontrol dan monitor terhadap generator untuk optimalisasi daya yang dialirkan. Sedangkan PMS yang sudah dikembangkan dapat memungkinkan untuk melakukan pencegahan dari blackout untuk keselamatan operasi kapal dan konsumsi bahan bakar dari motor penggerak generator (diesel generator).

PMS memiliki dua fungsi dasar yaitu pengontrolan daya yang dihasilkan generator dan restoration sistem kelistrikan ketika kapal mengalami blackout. Fungsi dasar pengontrolan daya yang dihasilkan generator sendiri dibagi menjadi kontrol generator, kontrol daya yang tersedia, dan pengamanan terhadap generator dan peralatan kelistrikan. Sedangkan fungsi restoration setelah kapal mengalami blackout adalah restarting generator agar dapat menyuplai beban kelistrikan kembali. Sistem minimum yang harus ada pada PMS antara lain:

1. Black out auto start

Sistem ini bertujuan ketika ada gangguan pada generator yang sedang beroperasi, generator yang dikondisikan standby harus otomatis membackup suplai daya listrik.

2. Dependant Load auto Start

Sistem ini bertujuan ketika ada lonjakan beban listrik hingga limit tertentu (biasanya 80%), maka generator yang standby akan otomatis nyala kemudian otomatis paralel, dan ketika beban sudah turun kisaran 30 % generator yang standby akan otomatis melepas beban dan mesin otomatis mati kembali, begitu seterusnya.

### 3. Non essential load Trip

Sistem ini berfungsi disaat beban generator mencapai beban 100%, maka beban - beban yang dianggap tidak begitu vital seperti kompor, blower, pemanas air akan di matikan secara otomatis.

## 2.2. Tinjauan umum komponen utama

### 2.2.1. PLC Siemens S7 1500

PLC menjadi kebutuhan utama sebuah mesin untuk saat ini. Sehingga memacu pabrikan untuk memproduksi sebuah PLC dengan bermacam-macam pilihan range yang disesuaikan dengan besarnya kebutuhan. Mulai skala kecil hingga skala besar. Harga yang ditawarkan pun juga bervariasi. Dengan menyesuaikan kebutuhan, maka pastinya bertujuan untuk efektifitas harga S7-1500, menjadi produk baru selanjutnya dari Siemens setelah S7-1200. Alat ini memiliki kelebihan dapat terintegrasi dengan TIA Portal yang sudah teruji meningkatkan efisiensi waktu pemrograman, yaitu dengan kemudahan dan antar muka yang intuitif s7\_1500\_error\_diagnostic. Sistem modular yang ditawarkan oleh S7-1500 meliputi sebuah CPU, modul IO, power supply, dan modul komunikasi. Fitur terbaru dari S71500 adalah berupa display LCD pada CPU dimana terdapat menu Diagnostic, Setting, Device, Display, dan Overview. Overview adalah halaman resume dari PLC. Bila terjadi error di CPU atau hardware dan lain - lain, maka akan tampil di halaman Overview. Setting berfungsi diantaranya mengkonfigurasi alamat IP untuk masing - masing port, jam dan tanggal, proteksi, run / stop, dan lain sebagainya. Display untuk mengatur bahasa, kecerahan LCD, energy saving, dan-lain-lain.

S7-1500 menawarkan performa yang tangguh, kecepatan memproses sinyal dengan respon cepat. Untuk mendukung proses sinyal yang cepat, didukung oleh backplane baru dengan baud rate yang tinggi dan protokol transfer yang efisien. Juga dilengkapi dengan 3 port PROFINet, 2 port untuk field process dan 1 port untuk terhubung dengan jaringan perusahaan. Selain itu juga status CPU yang bisa ditampilkan dengan peramban internet standar. Dengan adanya web server terintegrasi

S7-1500, juga terintegrasi dengan TRACE, dimana drive dan motion bisa didiagnosa dengan presisi. Fungsi kontrol motion juga disupport untuk membaca posisi dan kecepatan sebuah motor atau sumbu.



Gambar 2.7. PLC Siemens S7-1500

S7 - 1500\_security Keamanan yang terintegrasi. *Know How Protection* merupakan keamanan standar dari PLC seri S7. Pada PLC ini juga terdapat fitur Copy Protection, dimana program pada kartu memory terhubung dengan nomor seri kartu memori. Hal ini berarti tidak dapat disalin dan hanya akan berjalan pada kartu memori tersebut. Fungsi proteksi akses juga akan menjaga program dari perubahan oleh pihak yang tidak berwenang.

*Built-in* layar LCD untuk melihat secara detail status dari CPU, juga untuk melakukan seting parameter. Konektor depan untuk terminal kabel didesain untuk mempermudah dan mempercepat dalam penyambungan kabel. Ruang dibalik tutup IO modul juga cukup lega. Seandainya menggunakan kabel besar untuk koneksi.

Menambah IO juga bukan merupakan masalah karena CPU ini bisa ditambahkan IO dengan menambah ET200MP.

Pemrograman untuk S7-1500 menjadi sempurna dengan dukungan TIA Portal V12, sebuah aplikasi dengan antarmuka yang intuitif. Pemrograman yang efisien, dengan pengerjaan yang semakin mudah dan peningkatan kualitas. Pada sistem ini PLC dikomunikasikan dengan modul Deif GPU 3 yang berfungsi sebagai masukan data besaran besaran listrik. Data tersebut kemudian di olah oleh PLC untuk di tampilkan di HMI dan sebagai umpan dalam pengontrolan power management sistem.

## 2.2.2. HMI (Human Machine Interface) Siemens KTP700

### 1. Definisi dari HMI

HMI (*Human Machine Interface*) adalah perangkat lunak antarmuka berbasis komputer berupa tampilan penghubung antara manusia dengan mesin atau peralatan yang dikendalikan. HMI dapat membuat visualisasi dari teknologi atau sistem secara nyata, visualisasi tersebut dilengkapi dengan data – data yang nyata dan sesuai dengan keadaan di lapangan. Selanjutnya visulisasi tersebut ditampilkan pada monitor – monitor di ruang kendali secara realtime, bahkan sudah dapat diakses secara online melalui peralatan elektronik dimanapun dan kapanpun selama ada jaringan internet. Untuk proses sekala kecil seperti di sub sistem maka HMI yang digunakan dapat berupa tampilan touchscreen yang lebih sederhana.

HMI akan memberikan suatu gambaran kondisi mesin yang berupa peta mesin produksi dimana disitu dapat dilihat bagian mesin mana yang sedang bekerja. Pada HMI juga terdapat visualisasi pengendali mesin berupa tombol, slider dan sebagainya yang dapat difungsikan untuk mengontrol atau mengendalikan mesin sebagaimana mestinya. Selain itu dalam HMI juga ditampilkan alarm jika terjadi kondisi bahaya dalam sistem. Sebagai tambahan, HMI juga menampilkan data-data rangkuman kerja mesin termasuk secara grafik.



Gambar 2.8. HMI Siemens KTP700

## 2. Cara Kerja HMI

Aplikasi HMI pada umumnya tidak berhubungan langsung dengan peralatan yang dikontrol tetapi melalui perantara data server. Data server dapat berupa program OPC (*OLE for Process Control*) atau program Direct Driver khusus yang dibuat khusus untuk satu controller / PLC tertentu. Keuntungan konektivitas dengan OPC adalah meminimalkan beban dengan meminimalkan data request, cepat dan mudah dalam implementasi, tidak membutuhkan banyak driver, dan meminimalkan biaya. OPC merupakan standar industri untuk interkoneksi sistem yang menggunakan teknologi Microsoft COM dan DCOM dalam pertukaran data pada satu atau lebih komputer dengan arsitektur client / server. OPC mendefinisikan setting umum interface. Sehingga aplikasi menerima data pada format yang sama persis meskipun sumber datanya berupa PLC, DCS, analyzer, aplikasi software atau yang lainnya.

### 2.2.3. Deif GPU 3 (Genarator Parallel & Protection Unit 3)

Adalah suatu perangkat keras listrik yang berfungsi memproteksi kontrol paralel dan beban generator.



Gambar 2.9. Module DEIF GPU 3

Alat ini diproduksi oleh Negara Denmark dan memang produk ini dikhususkan untuk aplikasi di industri kapal dan lepas pantai. Beberapa fitur yang dimiliki diantaranya :

1. Proteksi generator dan busbar
2. Paralel generator
3. Setting dan pemrograman yang simple
4. Bisa dikomunikasikan dengan plc, dcs dan perangkat yang lain
5. Trouble shooting yang sederhana

Alat ini akan mengirim data ke PLC melalui komunikasi serial RS 485 protocol Modbus, data ini mengenai log alarm dan sinyal sinyal besaran listrik.

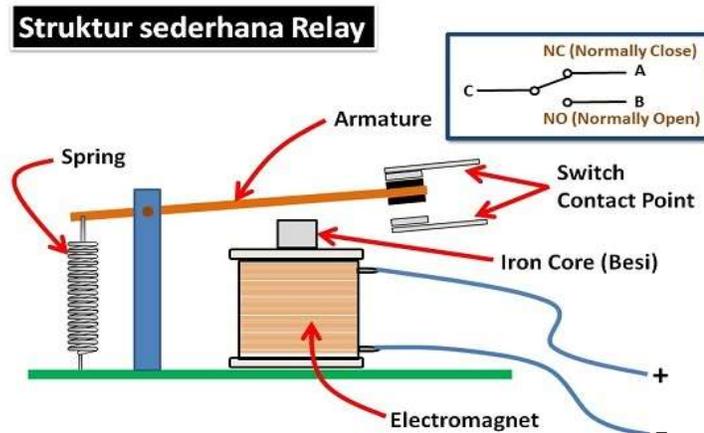
### 2.2.4. Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). 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 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. Elektromagnet (Coil)
2. Armature
3. Switch Contact Point (Saklar)
4. Spring

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay :



Gambar 2.10 konstruksi Relay

kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
- Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)



Gambar 2.11 Contoh Relay

Berdasarkan gambar diatas, 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 digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.