

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *Teori Shore Connection***

*Shore Connection* membantu membawa kapal sejalan dengan peraturan yang berkembang. Pernyataan ini sesuai dengan *MARPOL ANEX VI* yang melampirkan VI dari Konvensi Internasional Organisasi Maritim Internasional (*IMO*) untuk Pencegahan Polusi dari Kapal yang dikenal sebagai *MARPOL*, dalam perjanjian internasional yang berisi tentang upaya pencegahan pencemaran lingkungan laut. Peraturan ini mulai berlaku pada tahun 2005 dengan membatasi emisi SO<sub>x</sub> dan NO<sub>x</sub> serta melarang emisi perusak ozon. Memiliki kemampuan koneksi tenaga pantai membebaskan kapal di dermaga.

*IMO* juga mulai menangani *Carbon dioxida* menjabarkan tentang persyaratan ketat khusus untuk garis pantai di mana polusi udara akut hampir semua di pelabuhan yang menyumbang 85% dari polusi kapal global. *MARPOL VI* tumbuh dengan pesat di seluruh penerapan pelabuhan pada Juli 2012. *IMO* memperkuat dengan Indeks Desain Hemat Energi *EEDI* dan Rencana Manajemen Efisiensi Energi Kapal (*SEEMP*).

*Shore Power* merupakan penyediaan tenaga listrik dari pelabuhan ke kapal di dermaga, dimana mesin utama dan mesin bantunya dimatikan. *Shore Power* dapat menghemat konsumsi bahan bakar yang seharusnya digunakan untuk daya kapal saat di pelabuhan serta mengurangi polusi udara di pelabuhan akibat konsumsi bahan bakar dari permesinan bantu kapal (*auxiliary engine*).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada pelabuhan seluruh negara didunia, kapal – kapal yang berukuran besar umumnya menggunakan frekuensi 60 Hz, sedangkan yang lebih kecil kebanyakan menggunakan frekuensi 50 Hz. Oleh karena itu, konverter frekuensi diperlukan untuk mengubah frekuensi kebutuhan kapal yang berbasis *shore connection*.

Konverter frekuensi memiliki harga yang sangat mahal maka dari pada itu perlu merencanakan tata letak yang tepat di pelabuhan, solusinya dengan satu converter dapat melayani beberapa kapal yang bersandar. Pelabuhan atau terminal harus memiliki sebuah transformator khusus. Transformator sebagai pemisah (koneksi langsung non-logam antara shore power dan sistem internal kapal), sehingga apabila terjadi kegagalan dalam pembumian (*grounding*) di kapal tidak akan membahayakan jaringan listrik di darat atau sebaliknya. Transformator berfungsi untuk mengubah sumber tegangan tinggi ke sumber tegangan rendah atau sebaliknya untuk optimalisasi distribusi listrik dari gardu ke dermaga . (*Herlambang Lutvi Yudhian,2017*)

## **2.2 Komponen Komponen *Panel Shore Connection***

*Shore connection* adalah jaringan listrik dari darat yang dipasang di dermaga dipergunakan untuk kapal yang bersandar di pelabuhan. Fasilitas ini digunakan untuk menggantikan sumber energi kapal yang sebelumnya menggunakan mesin kapal berbahan bakar minyak menjadi sumber energi listrik. Bab ini akan membahas beberapa komponen penting di Shore Connection terbagi menjadi 2 yaitu komponen sisi darat dan komponen sisi kapal.

### **1. Komponen Shore Connection Sisi Darat**

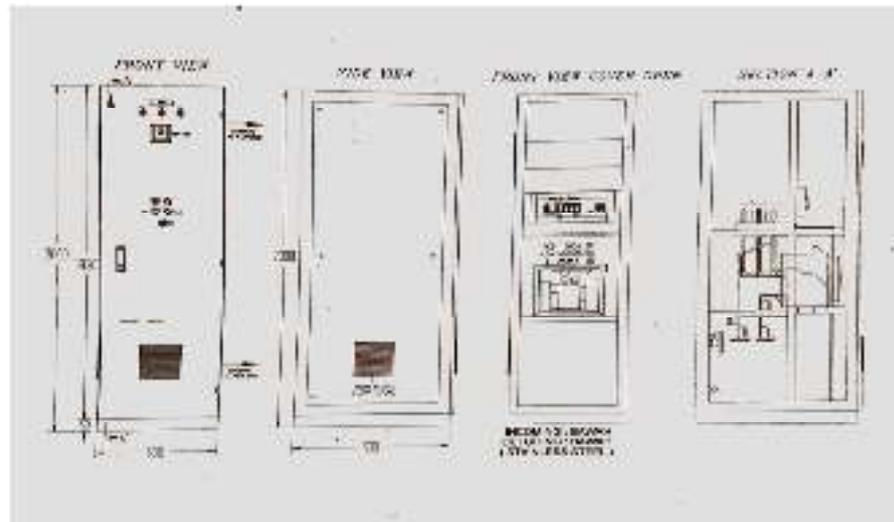
Komponen sisi darat adalah komponen yang menjadi penunjang penting dari suatu rangkaian pengoprasioan *shore power connection* dimana mulai dari daya listrik yang dibutuhkan sampai ke tahap akhir shore connect.ion. Berikut apa saja yang dibutuhkan di komponen sisi darat shore power connection

a. Tegangan dari PLN

Tegangan yang dibutuhkan untuk menjalankan shore power connection sangatlah besar karena harus disesuaikan dengan daya yang dibutuhkan kapal. Tegangan dari pln yaitu kisaran 1.250 kva, daya tersebut nantinya akan masuk ke kubikel kemudian masuk ke travo langsung disesuaikan dengan yang dibutuhkan kapal, untuk sementara ini shore power di pelabuhan tanjung emas semarang hanya dapat mensuplay daya ke kapal sebesar 400 vac, 50 Hz.

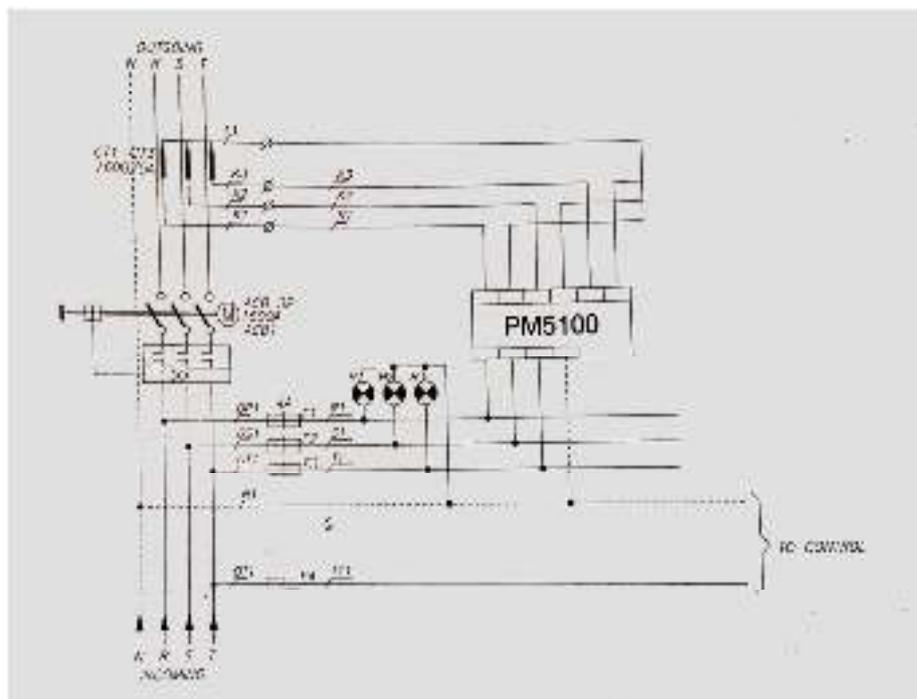
b. Panel LVMDP (Low Voltage Main Distribution Panel)

Panel distribusi atau LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) adalah panel distribusi yang mendistribusikan beban ke panel-panel yang lebih kecil kapasitasnya. Perlu dilakukan rekondisi terhadap panel distribusi atau LVMDP agar sesuai dengan standar *International Electrotechnical Commission (IEC)* dan Peraturan Umum Instalasi Listrik – Indonesia (PUIL). Pemberlakuan rekondisi diharapkan dalam pengelolaan, pemeliharaan, dan perbaikan sistem kelistrikan dapat dilakukan dengan baik dan mudah. Panel LVMDP yang sesuai standar yang ditetapkan oleh *International Electrotechnical Commission (IEC)* dan Peraturan Umum Instalasi Listrik – Indonesia (PUIL).



Sumber: Data Manual Book PT. Lamong Energi Indonesi, 2018

Gambar 1. Panel LVMDP



Sumber: Data Manual Book PT. Lamong Energi Indonesi, 2018

Gambar 2. Wiring Diagram Panel LVMDP

Fungsi *Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP)* adalah sebagai panel penerima daya/power dari transformer (trafo) dan mendistribusikan power tersebut lebih lanjut kepanel sub distribution, Menggunakan *Air Circuit Breaker* atau *Moulded Case Circuit Breakers*, panel sub distribusi akan mendistribusikan power tersebut ke peralatan electrical sedangkan fungsi panel Sub Distribution adalah mendistribusikan power tersebut ke peralatan electrical.

#### Komponen Panel *Low Voltage Main Distribution Panel*

LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) atau MDP (*Main Distribution Panel*) atau lebih dikenal dengan nama PUTR (Panel Utama Tegangan Rendah).

Berikut ini merupakan komponen komponen pada panel LVMDP yang sering digunakan:

##### 1) *Air Circuit Breaker (Acb)*

Air Circuit Breaker (ACB) adalah jenis penutup sirkuit dengan sarana pemadam busur api berupa udara. ACB bisa dipakai pada tegangan rendah serta tegangan menengah. Udara pada tekanan ruang atmosfer dipakai sebagai peredam busur api yang timbul akibat proses witching ataupun gangguan.

##### 2) *Oil Circuit Breaker (Ocb)*

OCB atau Oil Circuit Breaker merupakan jenis penutup sirkuit yang memakai minyak sebagai sarana pemadam busur api yang timbul saat terjadi gangguan bila terjadi busur api pada minyak, maka minyak yang dekat busur api akan berubah menjadi uap minyak serta busur api akan dikelilingi oleh gelembung gelembung uap minyak dan gas. Gas yang terbentuk tersebut memiliki sifat konduktivitas termal yang baik dengan tegangan

ionisasi tinggi sehingga baik sekali dipakai sebagai bahan media pemadam loncatan bunga api.

3) *Moulded Case Circuit Breaker (Mccb)*

Moulded Case Circuit Breaker (MCCB) adalah alat pengaman yang dalam proses operasinya memiliki dua kegunaan yakni sebagai pengaman serta sebagai alat penghubung bila dilihat dari segi pengaman, maka MCCB bisa berfungsi sebagai pengaman gangguan arus hubung singkat dan arus beban lebih. Pada jenis tertentu, pengaman ini memiliki kemampuan pemutusan yang bisa diatur sesuai dengan yang diinginkan.

4) *Mini Circuit Breaker (Mcb)*

Mini Circuit Breaker (MCB) mempunyai fungsi sebagai alat pengaman arus lebih. MCB ini melindungi arus lebih yang disebabkan terjadinya beban lebih serta arus lebih karena adanya hubungan pendek. Prinsip dasar bekerjanya MCB yakni untuk pemutusan hubungan yang disebabkan beban lebih dengan relai arus lebih seketika dipakai electromagnet.

5) *Grounding*

Grounding berfungsi sebagai pengaman listrik. Pengaman listrik akibat dari beberapa kabel yg terkelupas dan mengenai body part peralatan elektronik atau peralatan listrik yg selanjutnya mengenai orang dari adanya komponen panel listrik ini maka aliran listrik yg tak berfungsi akan dibumikan.

6) *Current Transformer (Ct)*

Current Transformer (CT) adalah komponen panel listrik dari bahan baja atau metal dalam bentuk lingkaran atau gelang persegi dan tengahnya berlubang. Komponen dari panel listrik

ini memiliki fungsi sebagai penurun arus dan atau tegangan pada box panel.

#### 7) *Ground Foul Circuit Interruption (Gfci)*

Ground Foul Circuit Interruption (GFCI) adalah sejenis Circuit Breaker yg bereaksi lebih cepat dari MCB. Komponen panel listrik ini memantau listrik lebih rinci serta jika terdapat short maupun kabel terkelupas serta mengenai manusia, tidak mengakibatkan kematian

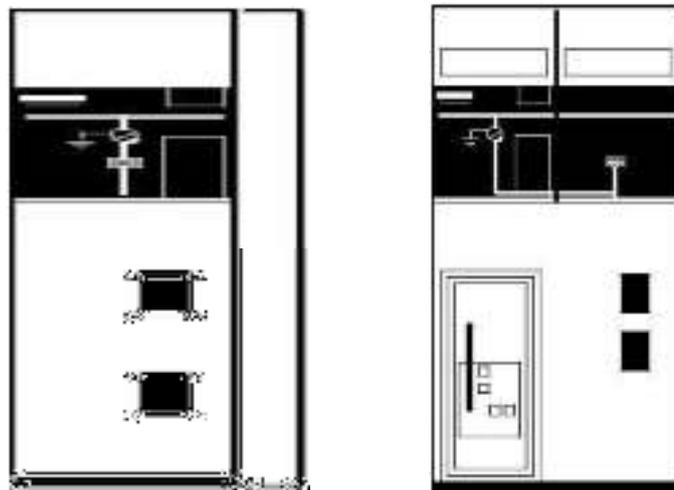
#### c. Panel Kubikel

Kubikel adalah seperangkat peralatan listrik yang dipasang pada gardu induk, penghubung, pengontrol dan proteksi sistem distribusi tenaga listrik tegangan 20 kV. Kubikel berfungsi sebagai pengendali, penghubung dan pelindung serta membagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik. Berdasarkan fungsi dan nama peralatan yang terpasang kubikel dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu pemutus tenaga (PMT), Pemisah (PMS), LBS (Load Break Switch), CB Out Metering (PMT CB), Transformer Protection (TP), Potential Transformer (PT) dan B1 (Terminal Out Going). Bagian-bagian utama kubikel terbagi 3 yaitu, Incoming, Metering dan Outgoing. Masing-masing bagian memiliki kontak pentanahan (*grounding*). Pengertian pengoperasian kubikel adalah merubah posisi keluar / masuk kontak hubung (LBS, PMT) di gardu induk, gardu distribusi dan gardu hubung untuk keperluan Pengaturan beban, pengoperasian jaringan baru dan pekerjaan.

Pada panel shore connection sendiri panel kubikel dibedakan menjadi 2 (dua) antara lain sebagai berikut :

### 1) Kubikel Sisi PLN

Pada sisi PLN terbagi menjadi dua bagian yaitu masukan (*incoming*) dan keluaran (*outgoing*), Sisi Masukan (*Incoming*) merupakan tempat masuknya tegangan dari sumber PLN sebesar 1250 Kva sedangkan Sisi keluaran merupakan tempat keluarnya tegangan dari sumber PLN menuju *incoming* pada sisi kubikel *shore connection* di dermaga.



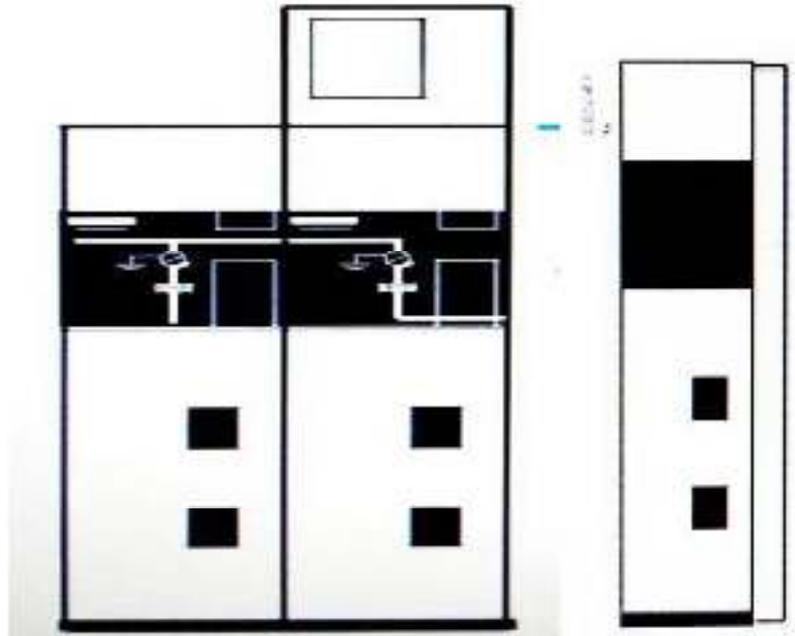
Sumber : jurnal Hendra Mars Setiawan1 , Puspa Ayu Yohana  
”Metode Pengoperasian Kubikel 24 Kv”, 2019

Gambar 3. Kubikel a. *Incoming* b. *Outgoing*

### 2) Kubikel Sisi *Shore Connection*

Bagian-bagian pada sisi *Shore Connection* terbagi menjadi bagian yaitu masukan (*incoming*) dan keluaran (*outgoing*). Sisi Masukan (*Incoming*) pada sisi pelanggan merupakan tempat masuknya tegangan dari *outgoing* PLN. Kubikel NSM *Double Incoming* memiliki 2 sisi masukan yang dapat di control secara manual dengan memilih selector switch pada kubikel tersebut sisi masukan mana yang akan digunakan atau di kontrol secara otomatis sedangkan Sisi Keluaran (*Outgoing*) pada sisi *Shore Connection* merupakan tempat keluarnya. Tegangan yang akan

masuk ke trafo untuk di step down dan siap didistribusikan ke beban beban listrik.



Sumber : jurnal Hendra Mars Setiawan1 , Puspa Ayu Yohana  
 ”Metode Pengoperasian Kubikel 24 Kv”, 2019

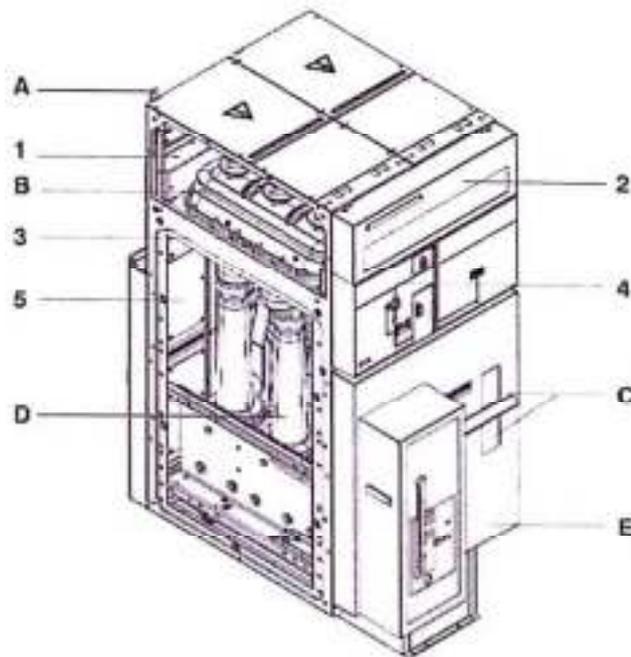
Gambar 4. Kubikel a. *Double Incoming* b. *Outgoing*

Bagian bagian kubikel

Bagian dari suatu alat terdapat komponen yang perlu dijelaskan secara rinci, maka dari itu dalam kubikel sisi pln ataupun pada sisi *shore connection* memiliki persamaan hanya saja yang membedakan yaitu pada sisi incoming dari keduanya pada sisi pln hanya terdapat singgele incoming untuk masuknya sedangkan pada sisi shore connection memeiliki double incoming untuk outgoing sendiri sama.

Berikut merupakan bagian bagian dari kubikel, antara lain sebagai berikut:

- a) Kompartemen busbar atas,
- b) Kompartemen tegangan rendah,
- c) Switchgear compartment feeder disconnecter,
- d) Kompartemen mekanik operasi:
  - (1) Kabel penghubung atau kompartemen busbar bawah,
  - (2) Earth bar connection pad,
  - (3) Top busbar connection pads,
  - (4) Inspection windows,
  - (5) MV Circuit Breaker tipe SF6,
  - (6) Panel depan.



Sumber : jurnal Hendra Mars Setiawan1 , Puspa Ayu Yohana  
”Metode Pengoperasian Kubikel 24 Kv”, 2019

Gambar 5 bagian bagian kubikel

#### d. Trafo Distribusi

Transformator distribusi (trafo distribusi) ini berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah 1.250 kva ke tegangan rendah 400/230 Volt. Disebut trafo distribusi karena trafo ini digunakan untuk mendistribusikan energi listrik atau menyalurkan energi listrik dari Gardu Induk ke konsumen.



Sumber : <https://smsteknik.id/portofolio/trafo-distribusi>

Gambar 6. Trafo Distribusi

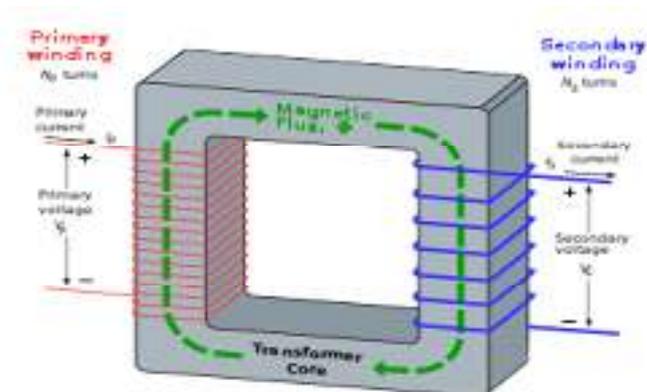
Trafo distribusi ini merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Kerusakan pada trafo distribusi menyebabkan kontinuitas pelayanan terhadap konsumen akan terganggu (terjadi pemutusan aliran listrik atau sering disebut pemadaman). Pemadaman sendiri merupakan suatu kerugian yang menyebabkan biaya biaya pembangkitan akan meningkat tergantung harga KWH yang tidak dijual. Pemilihan rating trafo distribusinya tidak sesuai dengan

kebutuhan beban akan menyebabkan efisiensi menjadi kecil, begitu juga penempatan lokasi trafo distribusi yang tidak cocok mempengaruhi drop tegangan ujung pada konsumen atau jatuhnya/turunnya tegangan ujung saluran/konsumen.

Trafo distribusi dapat dipasang didalam ruangan (pemasangan diluar) dan dapat dipasang di ruangan (pemasangan dalam) tergantung dari keadann suatu lokasinya. Pemeliharaan merupakan salah satu komponen secara langsung mendukung keandalan daya mampu memproduksi dari suatu peralatan. Pemeliharaan tidak saja merupakan pekerjaan pisik yang langsung terhadap peralatan yang bersangkutan, tetapi diperlukan suatu perencanaan yang baik dan pengawasan terhadap pelaksanaannya, sehingga dengan demikian pemelihaaraan akan dapat dilakukan secara teratur dengan sesuai ketentuan dan petunjuk yang bersangkutan. Trafo distribusi merupakan salah satu peralatan yang perlu dipelihara dan digunakan sebaik mungkin sehingga keadaan tetap kontinu dan terjamin.

Bagian bagian trafo distribusi :

- 1) Primary winding
- 2) Secondary winding
- 3) Core



Sumber : <https://tanotocentre.wordpress.com/2009/06/06/transformator/>

Gambar 7. komponen trafo

Komponen komponen trafo distribusi :

1) Kumparan tersier

Selain primer dan sekunder ada beberapa trafo yang dilengkapi dengan kumparan ketiga atau tertiary winding. Ini diperlukan untuk memperoleh tegangan tersier atau kebutuhan lain. Kumparan tersier sering dipergunakan juga untuk penyambungan peralatan bantu seperti kondensor synchrone, kapasitor shunt dan reaktor shunt.

2) Media pendingin

Minyak trafo harus memenuhi syarat diantaranya sebagai berikut:

- a) Ketahanan isolasi
- b) Berat jenis harus kecil
- c) Viskositas rendah
- d) Titik nyala yang tinggi dan tidak menguap
- e) Tidak merusak bahan isolasi

3) Tap charger

Tap charger adalah perubah perbandingan transformator untuk mendapatkan tegangan jaringan/primer yang berubah ubah. Tap charger dioperasikan baik baik dalam keadaan berbeban (on load) atau dalam keadaan tak berbeban (off load) tergantung jenisnya.

e. Panel Kapasitor Bank

Panel Bank Kapasitor adalah rangkaian yang terdiri dari beberapa unit kapasitor. Kapasitas unit kapasitor menyatakan besar daya reaktif nominal yang dihasilkan pada tegangan dan frekuensi nominal, dinyatakan dalam satuan dasar Var. Praktisnya, unit kapasitor diproduksi dalam kapasitas tertentu.

### Prinsip kerja Kapasitor Bank

Kapasitor yang akan digunakan untuk memperbesar pf dipasang paralel dengan rangkaian beban. Rangkaian itu diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah, kemudian elektron akan ke luar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang memerlukannya dengan demikian pada saat itu kapasitor membangkitkan daya reaktif bila tegangan yang berubah itu kembali normal (tetap) maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron, saat kapasitor mengeluarkan elektron ( $I_c$ ) berarti sama juga kapasitor menyuplai daya reaktif ke beban. Keran beban bersifat induktif (+) sedangkan daya reaktif bersifat kapasitor (-) akibatnya daya reaktif yang berlaku menjadi kecil.



Sumber: <https://electricdot.wordpress.com/2011/11/01/kapasitor-bank/>

Gambar 8. Kapasitor Bank

### Komponen Panel Kapasitor Bank

#### 1) Main switch / load Break switch

Main switch ini sebagai peralatan kontrol dan isolasi jika ada pemeliharaan panel sedangkan untuk pengaman kabel / instalasi sudah tersedia disisi atasnya (dari) MDP. Main switch atau lebih dikenal load break switch adalah peralatan pemutus dan penyambung yang sifatnya on load yakni dapat diputus dan disambung dalam keadaan berbeban, berbeda dengan on-off switch model knife yang hanya dioperasikan pada saat tidak berbeban .

#### 2) Kapasitor Breaker

Kapasitor Breaker digunakan untuk mengamankan instalasi kabel dari breaker ke Kapasitor bank dan juga kapasitor itu sendiri.

#### 3) Magnetic Contactor

Magnetic contactor diperlukan sebagai Peralatan kontrol. Beban kapasitor mempunyai arus puncak yang tinggi , lebih tinggi dari beban motor.

#### 4) Reactive Power Regulator

Peralatan ini berfungsi untuk mengatur kerja kontaktor agar daya reaktif yang akan disupply ke jaringan / sistem dapat bekerja sesuai kapasitas yang dibutuhkan.

#### f. Kabel shore connection

Kabel digunakan untuk menghantarkan aliran listrik dari sumber listrik menuju ke perangkat pengguna listrik, sehingga perangkat tersebut dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya, ada berbagai jenis kabel listrik yang dijual berdasarkan tegangannya dapat dikelompokkan menjadi:

- 1) Jenis kabel listrik tegangan rendah
- 2) Jenis kabel listrik tegangan menengah
- 3) Jenis kabel listrik tegangan tinggi

Dalam kabel listrik ada yang memiliki pembungkus, ada yang tanpa pembungkus. Bentuk fisik kabel listrik yang terbungkus terbagi menjadi dua bagian, yaitu:

1) Isolator

Isolator adalah bagian pembungkus kabel yang tidak menghantarkan listrik. Isolator umumnya dibuat dari bahan termoplastik. Fungsinya adalah untuk melindungi kabel supaya tidak terpapar oleh pengaruh alam di sekelilingnya. Isolator juga berfungsi melindungi perangkat agar tidak mengalami hubungan pendek. Pembungkus ini juga melindungi kamu dari tersengat aliran listrik yang mengalir dalam kabel, semakin baik kualitas isolatornya biasanya semakin baik kualitas kabel dalam menghantarkan listrik dan semakin panjang pula usia pakainya.

2) Konduktor

Konduktor adalah bagian kabel yang berfungsi menghantarkan aliran listrik. Bagian ini dibuat dari tembaga ataupun aluminium. Kemampuan setiap jenis konduktor dalam menghantarkan listrik tergantung dari jenis konduktornya dan nilai ini disebut dengan Kemampuan Hantar Arus.

Jenis kabel pada shore connection kabel yang digunakan pada proses penyambungan listrik darat atau shore connection yaitu kabel NYY.

Kepanjangan dari kabel NYY, yaitu:

N = Kabel inti tembaga

Y = Isolasi PVC

Y = Selubung luar Isolasi PVC



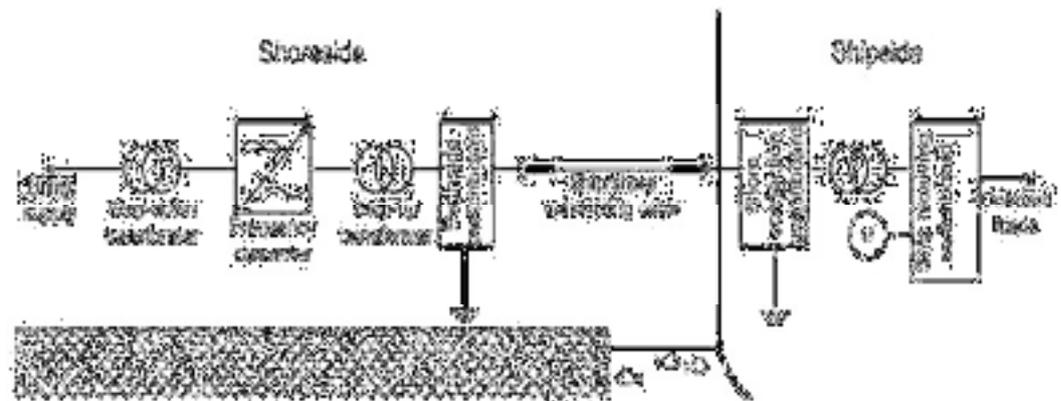
Sumber: Sumber. Data Manual Book Pt. Iamong Energi Indonesia, 2018

Gambar 9 Kabel NYY

Kabel NYY merupakan kabel yang memiliki lebih dari satu inti tembaga dengan isolasi PVC dan selubung luar berbahan PVC. Kabel NYY bisa dibidang penyempurnaan dari kabel NYA dan NYM. Kabel ini cocok digunakan untuk instalasi listrik tetap seperti di bawah tanah ataupun tempat outdorr lain namun tetap harus diberikan perlindungan khusus seperti pipa.

Kabel NYY memiliki jumlah inti tembaga 2, 3 atau 4 dengan lapisan isolasi PVC berwarna hitam. Bahan isolator untuk jenis kabel ini memiliki konstruksi yang lebih kuat dan kaku karena terdapat selubung tambahan dan berbahan anti gigitan tikus.





Sumber: jeewan Khadka “system sambungan di *Shore Connection* dari panel dermaga ke kapal” 2019

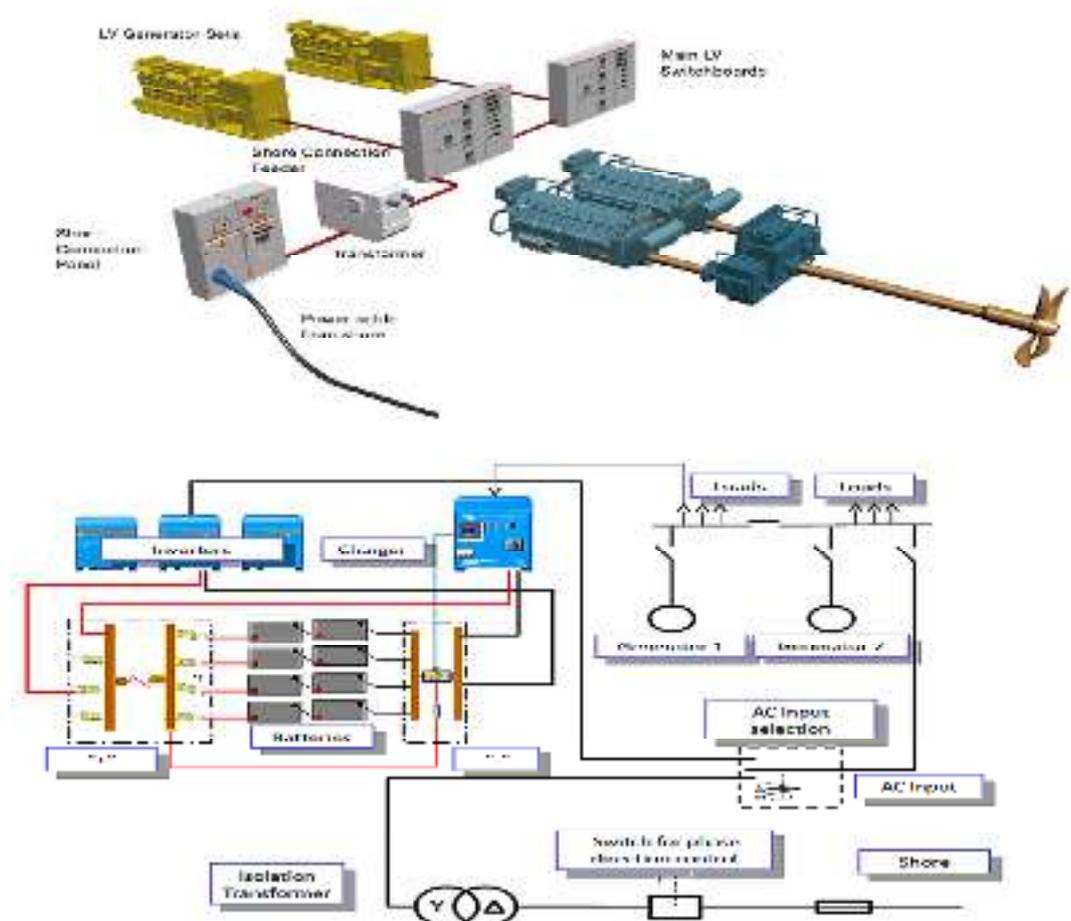
Gambar 11. Wiring diagram sisi darat

## 2. Komponen *Shore Connection* Sisi kapal

Peralatan di atas kapal juga diperlukan untuk menggunakan jaringan listrik berbasis pantai. Ini bisa dipasang di kapal. Kapal yang ada dapat dipasang kembali selama beberapa minggu saat beroperasi, atau secepat seminggu di dermaga di sisi pantai.

Daya dari listrik PLN pertama kali ditransfer ke panel sambungan panel darat. Ketika penanganan kabel disediakan di pantai, panel koneksi darat dekat dengan lambung dalam jangkauan kabel sisi pantai yang berat. Panel sambungan darat berisi pemutus sirkuit, relai pelindung, sambungan listrik fisik (kabel listrik dan grounding) dan antarmuka kontrol dengan sistem otomasi terintegrasi kapal, atau sistem manajemen daya. Sistem ini memungkinkan daya yang masuk dari pantai untuk menyinkronkan daya dengan generator di kapal. Penting untuk melakukan sinkronisasi sebelum mengalihkan daya. Jika sinkronisasi gagal dapat merusak mesin listrik yang berbahaya.

Mesin biru adalah mesin penggerak mekanis, mesin diesel langsung menggerakkan baling-baling. Mesin diesel kuning adalah sistem tenaga tambahan, mereka memberi kapal tenaga. Kebanyakan sistem bekerja dengan 400 atau 690 volt, tegangan ini disebut sistem tegangan rendah. Sistem tegangan rendah di papan membutuhkan trafo untuk menerima catu daya 11 kV atau 6,6 kV dari sistem tegangan tinggi pantai. Trafo yang dibutuhkan relatif besar, tetapi dapat dipasang di ruang mesin, atau tempat lain yang sesuai. Panel koneksi pantai ditempatkan di dekat lambung dengan konektor kabel dipasang di depannya.



Sumber: jurnal Dasselaar, dkk, "koneksi pantai", 2013

Gambar 12. Wiring diagram sisi kapal