

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Spesifikasi Kapal Perintis

Spesifikasi ini menjelaskan standar, ukuran utama kapal dan rincian pekerjaan yang berhubungan dengan pekerjaan konstruksi, perlengkapan, permesinan, instalasi listrik, pengujian dan serah terima. Kapal harus Diserahkan kepada Pengguna Jasa dalam keadaan siap untuk dioperasikan. Rincian pekerjaan yang tidak disebutkan, tetapi diperlukan sesuai “ Shipbuilding Practise” dan kebutuhan untuk operasional kapal akan dilengkapi oleh galangan dengan biaya sendiri. (Spesifikasi Teknis)

Spesifikasi ini bersama gambar Rencana Umum sebagai petunjuk bagi pelaksana pembangunan (selanjutnya disebut penyedia jasa) dalam merencanakan (*design*) , membangun, melengkapi dan menyerahkan 1 (satu) unit kapal tipe 2000 GT (selanjutnya disebut kapal) yang dipesan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.

Kapal dengan semua perlengkapannya serta semua yang terpasang padanya dan mesin-mesin didesain dan konstruksinya dibawah pengawasan Biro Klasifikasi Indonesia dengan notasi Klas BKI * A 100 (1) P “ KAPAL PENUMPANG BARANG* “ + SM.

Kapal direncanakan, dibangun dan dilengkapi agar laik untuk dioperasikan dipelayaran indonesia di daerah pelayaran pantai, konstruksi kuat dan dengan kemampuan olah gerak yang baik dan diklaskan kepada Biro Klasifikasi Indonesia . Kapal dilengkapi suhu udara terpusat (Ac Central)

dengan sistem ducting untuk seluruh ruangan, pesawat telephone (*Intercom System*) , audio dan vidio (*public adressor syestem*) serta CCTV (*closed sircuit television*) untuk memudahkan ABK kapal berkomunikasi saat kapal sedang beroperasi, yang penempatannya ada di *wheel House* , *Mess*, serta ruang kamar mesin (*engine Control room*). (Spesifikasi teknis)

Kapal dibangun dari bahan baja yang diklaskan, konstruksi las penuh dan bentuk badannya dibuat sedemikian rupa sehingga visualitas dari rumah kemudi baik, mudah untuk dikendalikan dan mempunyai sudut trim yang baik. Kapal dilengkapi dengan satu ruang muat dan satu ruang penumpang. Pengendalian mesin utama dilakukan dari rumah kemudi (*wheel House*) Serta dilengkapi dengan kontrol ruang mesin (*engine control room*).

Kapal ini dilakukan untuk menunjang program tol laut dalam rangka mempercepat pertumbuhan ekonomi nasional. Serta pembangunan kapal perintis ini kita harapkan dapat meningkatkan konektivitas antar pulau di daerah terpencil dan menjamin tersedianya kebutuhan bahan pokok dan sebagai penghubung pusat-pusat perdagangan di daerah.

2.2 Peraturan dan Persyaratan

Proses Survey Klasifikasi Berdasarkan PP No. TH/17/12 tahun 1964, melalui surat menteri Perhubungan laut, menyatakan bahwa semua kapal memiliki panjang 20 meter atau lebih dan atau mempunyai mesin bertenaga 100 PK atau lebih harus diklaskan pada BIRO KLASIFIKASI INDONESIA. Diperkuat juga dengan Keputusan Menteri No. 5/4/1 tahun

1956, yang menyatakan bahwa kapal yang mempunyai panjang 20 meter, harus diklasikan pada Biro Klasifikasi Indonesia dan dipertegas dengan instruksi Menteri Perhubungan No. TH. 8/A2407/Phb-81 tertanggal 20 Maret 1985, yang mewajibkan bagi kapal berbendera Indonesia untuk mempunyai tanda klas dari Biro Klasifikasi Indonesia dan untuk kapal-kapal yang mempunyai panjang 20 meter atau lebih dan ukuran 100 BRT atau lebih. Untuk mendapatkan klas dari Biro Klasifikasi Indonesia, maka prosedur-prosedur yang harus ditempuh setiap kapal harus dibangun ataupun untuk kapal-kapal yang belum mempunyai klas Biro Klasifikasi Indonesia.

kapal dibangun dan diperlengkapi menurut Biro Klasifikasi Indonesia serta harus memenuhi ketentuan pemerintah yang berlaku yaitu:

- a. Peraturan Keselamatan Kapal dalam negeri (Peraturan Nasional)
- b. Peraturan Garis Muat Kapal-kapal Pelayaran dalam negeri indonesia (PGMI 1986)
- c. Peraturan Stadar Keselamatan Kapal di laut Solas 1974.
- d. Peraturan Pengukuran Kapal TMS 1969
- e. Peraturan MARPOL
- f. *COLREG* 1972 beserta amandemennya
- g. *IMO Resolution A.469 (XII) 1982 "Code of Noise Level On Board Ships"*
- h. Standar ISO, JIS, SNI dan standar lainnya.
- i. Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)

j. IEC (*International Electrotechnical Commission*)

2.3 Data ukuran Utama Kapal Perintis 2000 GT

2.3.1. Ukuran Utama Kapal:

- a. Panjang Utama Kapal (Loa) = 68,50 m
- b. Panjang kapal (Lpp) = 63,00 m
- c. Lebar (B) = 14,00 m
- d. Tinggi (H) = 6,20 m
- e. Sarat (T) = 2,90 m
- f. Kecepatan = 12,00 Knot
- g. Daya Mesin = 2 x 1400 HP



Klas BKI * A 100 (1) P “ KAPAL PENUMPANG BARANG* “ + SM

Ukuran utama dan tenaga mesin penggerak akan dicantumkan dalam kontrak harus ditentukan penyedia jasa dengan berpedoman pada kecepatan percobaan minimum 12 Knot .

2.3.2. Kapasitas

Jarak jelajah kapal adalah 3500 Nautical mile ditambah 2 (dua) hari harbour dengan kecepatan dinas 12 knot pada kondisi syarat penuh.

- a. Penumpang = 466 Penumpang ekonomi
= 8 Penumpang kelas 1
= 18 Penumpang kelas 2
- b. Jumlah awak kapal = 36 Orang
- c. Tamu = 8 Orang
- d. Barang = 100 Ton
- e. Tangki Bahan Bakar (Bj = 0,89) = 175 Ton
- f. Tangki Air Tawar (BJ=1) = 215 Ton
- g. Tangki Ballast (BJ=1,025) = 50 Ton
- h. Tangki Minyak Lumas = 7 Ton
- i. Tangki Kotoran (Sewage Tank) = 5 Ton

Data Spesifikasi Generator

- a. Manufacture : Yanmar
- b. Type : FVKI-IF-1100
- c. Output : 350 KVA/ 280 kW
- d. Speed : 1500 rpm
- e. Frekuensi : 50 HZ
- f. Quantity : 4

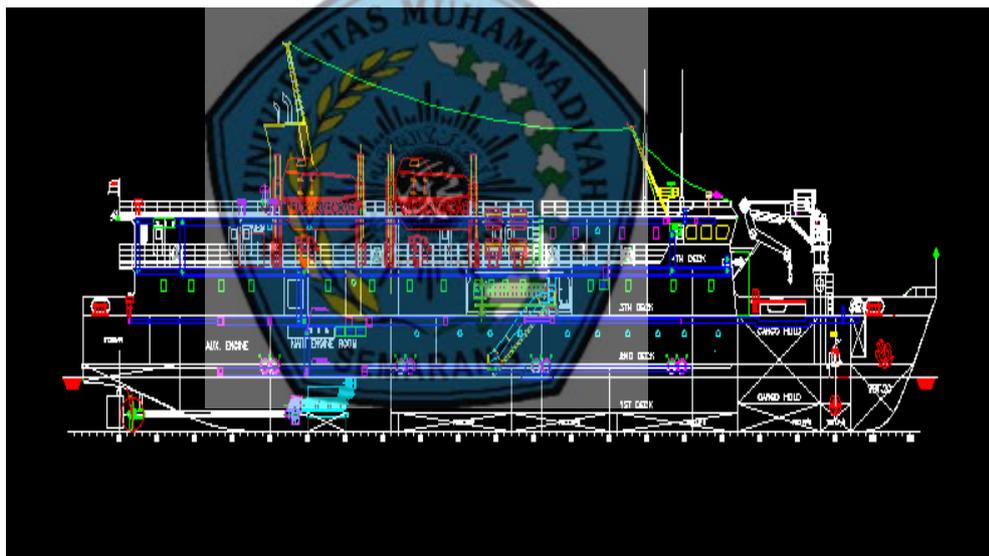
2.4 Gambar Rancangan dan Dokumen Operasional

Penyedia jasa membangun kapal berdasarkan gambar-gambar berikut yang disediakan sendiri serta mendapat persetujuan instansi teknis yang berwenang dan pengguna barang.

Gambar – gambar yang disediakan adalah sebagai berikut:

Hull (Lambung Kapal)

- a. Rencana Umum (*Generald Arrangement*)
- b. Rencana Garis (*Lines Pline*)
- c. Potongan Melintang (*Midship Section*)
- d. Rencana Konstruksi (*Profil Construction*)
- e. Bukaan Kulit (*Shell Expantion*)
- f. Pondasi Mesin (*Engine Bed*)



Gambar II.1 : Rencana Umum

2.5 Pengertian Navigasi

Bernavigasi merupakan bagian dari kegiatan melayarkan kapal dari satu tempat ketempat lain dengan lancar, aman, dan efisien. Pengetahuan tentang alat-alat navigasi yang sangat penting untuk membantu seorang

pelaut dalam melayarkan kapalnya. Alat navigasi adalah alat yang digunakan untuk membantu dalam bernavigasi, lampu navigasi atau navigation light juga merupakan alat navigasi yang biasanya dipakai diatas kapal untuk menentukan arah, posisi, dan jenis kapal pada malam hari.

Steerin dan *sailing rules* adalah aturan ketika kapal sedang beroperasi. Di dalamnya mencakup cara mendahului kapal lain, ketika berpapasan dengan kapal lain, ketika berada pada daerah dengan jarak pandang terbatas, cara-cara pemberian jalan untuk kapal lain, dan sebagainya.

Lampu navigasi dipasang dikapal sesuai dengan peraturan COLREGS 1972 (*International Regulations for Prevention of Collisions at Sea 1972*) dan dinyalakan pada cuaca gelap untuk mengetahui arah kapal, jenis kapal dan besar kapal sbb :

- 
- a. Lampu tiang depan (*fore masthead light*)
 - b. Lampu tiang utama ($L > 50$ m) (*main masthead*)
 - c. Lampu samping kiri dan kanan (*PS and SB light*)
 - d. Lampu buritan (*stern light*)
 - e. Lampu jangkar depan / belakang (*anchor light*)
 - f. Lampu mesin induk mati (*not under command light*)

2.6 Pengertian Listrik

2.6.1 Listrik

Listrik tidak dapat dilihat tetapi gejala-gejalanya dapat dilihat dan dirasakan. Listrik dihasilkan oleh pengaliran elektron. Elektron merupakan bagian dari atom. Atom terdiri atas elektron, proton, dan neutron. Elektron

yang bermuatan negatif, proton bermuatan positif, dan neutron tidak bermuatan. Jika benda yang bermuatan negatif dihubungkan dengan benda yang bermuatan positif pada kawat maka elektron-elektron pada benda yang bermuatan negatif akan mengalir ke benda yang bermuatan positif. Benda dikatakan bermuatan negatif jika benda kelebihan proton.

Aliran neutron tersebut dinamakan arus listrik. Arus listrik hanya dapat mengalir pada benda-benda konduktor saja. Pada umumnya benda-benda konduktor adalah logam seperti kawat. Logam yang termasuk konduktor antara lain perak, tembaga, aluminium, dan logam tuangan.

Benda-benda yang tidak dapat mengalirkan listrik disebut isolator. Isolator digunakan untuk mencegah aliran listrik untuk tujuan keselamatan. Yang termasuk isolator antara lain kayu, karet, kapas, damar kertas, kaca, dan sebagainya.

2.6.2 Satuan Listrik

Ada tiga satuan listrik yang harus diketahui yaitu Ampere, Volt, dan Ohm. Ampere adalah suatu besaran arus listrik yang mengalir, Volt adalah satuan tegangan listrik, Ohm adalah satuan hambatan listrik. Hubungan antara Ampere, Volt, dan Ohm dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$I = V / R$$

Keterangan :

I = Besaran arus (Ampere)

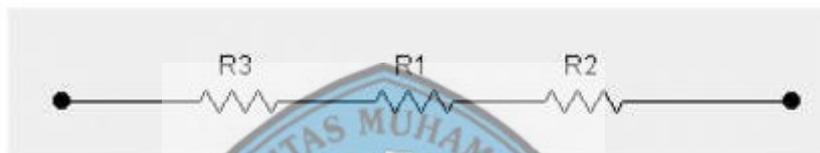
V = Tegangan arus

R = Tahanan

Lampu-lampu listrik sering dilengkapi dengan tegangan dan daya. Misal : 220 Volt, 80 Watt. Watt adalah satuan besaran arus listrik. Daya adalah perkalian antara besar arus dengan tegangannya. Daya listrik adalah usaha atau energi yang dilakukan per satuan waktu.

2.6.3 Rangkaian Listrik

Rangkaian listrik yang digunakan ada dua macam yaitu rangkaian seri dan paralel. Contoh rangkaian seri dapat dilihat pada gambar berikut :

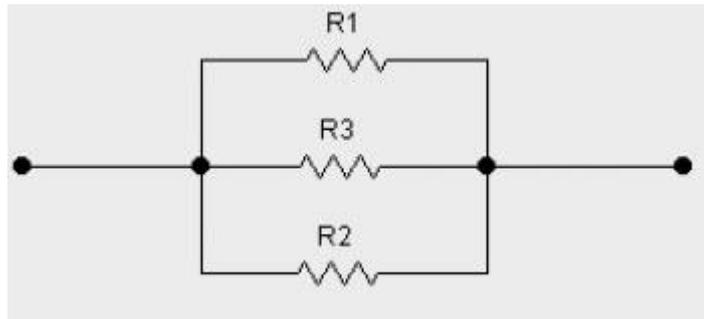


Gambar II.2 : Rangkaian Seri

Keistimewaan rangkaian seri :

- Besar arus yang mengalir melalui masing-masing dari bagian-bagian rangkaian sama.
- Nilai tahanan pada rangkaian adalah sebanding dengan jumlah semua tahanan dalam rangkaian.
- Voltage yang terjadi pada semua tahanan (diukur pada ujung awal dan akhir) hampir sama dengan tegangan dari sumber listrik.

Rangkaian paralel berbeda dengan rangkaian seri. Contoh rangkaian paralel sebagai berikut :



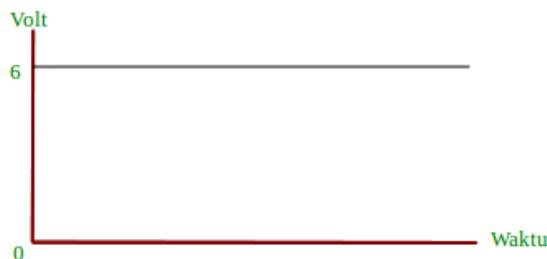
Gambar II.3 : Rangkaian Paralel

Keistimewaan rangkaian paralel adalah :

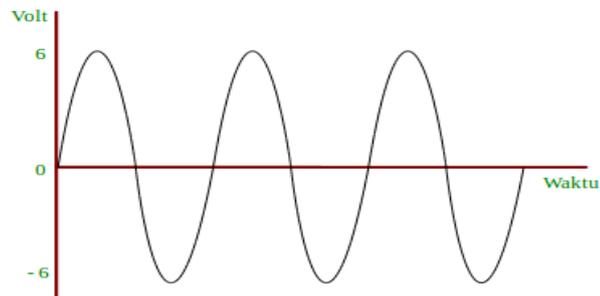
- a. Memberi tegangan yang sama pada semua tahanan.
- b. Arus dari sumber listrik adalah sejumlah daya arus yang mengalir melalui tahanan.
- c. Jumlah semua tahanan dalam rangkaian adalah kebalikan dari masing-masing tahanan.

2.6.4 Arus Searah dan Arus Bolak Balik

Arus searah atau arus DC (*Direct Current*) adalah arus listrik yang besar dan arah arusnya selalu tetap dari positif ke negatif. Arus bolak balik atau arus AC (*Alternating Current*) adalah arus yang besar dan arahnya selalu bolak balik dari positif ke negatif dan dari negatif ke positif. Bentuk gelombang arus searah dan arus bolak balik adalah sebagai berikut :



Gambar II.4 : Grafik Gelombang Arus Searah (DC)



Gambar II.5 : Grafik Gelombang Arus Bolak Balik (AC)

Sumber arus searah adalah batteray, accu, dan dinamo. Sumber arus bolak balik adalah listrik PLN dan Alternator (Generator).

2.7 Listrik kapal

2.7.1 Pengetahuan Umum

Instalasi listrik kapal atau sistem distribusi daya listrik di atas kapal merupakan salah satu instalasi yang sangat penting untuk mengoptimalkan kinerja operasional kapal itu sendiri. Instalasi tersebut dimulai dari unit pembangkit listrik yang berupa generator yang kemudian arus yang dihasilkan, disalurkan menuju *Main Switch Board* (panel hubung utama) yang merupakan suatu panel utama yang menggabungkan tenaga listrik dari beberapa genset yang ada untuk didistribusikan ke seluruh junction yang kemudian diteruskan keseluruhan komponen masing-masing junction.

Junction Power adalah suatu terminal dari beberapa peralatan yang ada dikapal yang membutuhkan tenaga listrik tiga phase. *Junction Light* adalah suatu terminal untuk menyuplai daya listrik yang akan digunakan

sebagai alat penerangan (lampu) dikapal. *Junction Communication* adalah suatu terminal untuk menyuplai daya listrik yang digunakan sebagai alat komunikasi dikapal. *Junction Monitoring* adalah terminal yang menyuplai daya listrik yang akan digunakan sebagai alat monitoring. Selain menggunakan Genset, kapal dapat menggunakan tenaga listrik dari darat melalui fasilitas shore connection yang digunakan pada saat kapal dalam keadaan docking.

Perancangan instalasi listrik kapal ini tentu harus berdasarkan pada persyaratan atau ketentuan yang berlaku untuk sistem di kapal. Selain itu pemilihan generator yang sesuai dengan kebutuhan harus melewati beberapa tahap sampai akhirnya ditemukan type mesin yang cocok dipasang di kapal. Tahap tersebut antara lain perhitungan daya yang dibutuhkan di atas kapal, penentuan type dan ukuran yang sesuai dengan kondisi ruang yang akan ditempati. Generator kapal sebagai permesinan bantu di kapal yang berfungsi untuk menyuplai kebutuhan energi listrik semua peralatan diatas kapal.

2.7.2 *Switch Board* dikapal

Daya listrik dari genset setelah melalui peralatan proteksi dialirkan melalui kebel transmisi menuju busbar yang merupakan terminal *switch board*. Susunan switch board di kapal bertujuan untuk menyediakan panel yang mengontrol setiap generator dan beberapa panel tambahan lainnya untuk mengatur *circuit breaker* dan saklar pembagi daya. Penerapan *switch board* di kapal digunakan untuk distribusi daya, *main switch board*

digunakan untuk mengatur, melindungi, melakukan kerja switch antara generator kapal.

Di kapal biasanya hanya terdapat satu buah MSB, tetapi untuk kapal-kapal besar atau khusus terdapat dua atau lebih MSB yang diselubungi melalui busbar-busbarnya. Pemasangannya tergantung dari jumlah dan lokasi generator utamanya. Hubungan supply listrik dari luar kapal (saat kapal berlabuh) disediakan melalui *Shore Power Circuit Breaker* (sebagai proteksi circuit daya dikapal) yang terletak pada MSB. Generator dihubungkan ke *switch board* melalui generator panel sedangkan panel daya keseluruhan bagian kapal, dalam hal ini bukan langsung ke titik-titik yang membutuhkan sistematika identifikasi bagian keperluan perbaikan.

2.7.3 Main SwitchBoard (MSB)

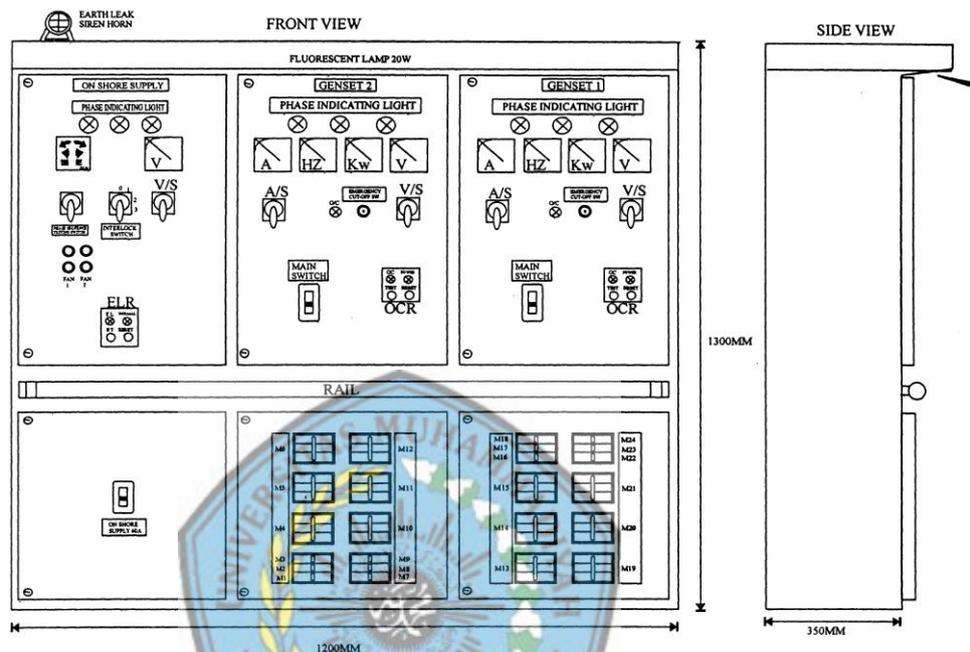
Main switchboard adalah Peralatan listrik yang dirancang dan dibuat/dirakit untuk memantau, mengendalikan, memutuskan dan mendistribusikan tenaga listrik yang disuplai oleh generator. Komponen pada *main switchboard* harus dipenuhi ketentuan dalam standar yang berlaku. Terutama terhadap pengaruh kondisi sekitar dan pemilihan bahan serta isolasi yang tepat. Pemutus daya (*circuit breaker*) harus memiliki sertifikat uji jenis dan pemilihannya disesuaikan kebutuhan.

Ada perangkat pelindung meliputi :

- a. Trip tegangan rendah (under-voltage trip) bekerja pada jatuh tegangan (voltage-drop) 70 % - 35 % nilai nominal (untuk generator dengan delay waktu 500 mdet).

- b. Relai arus lebih (*over-current relay*) untuk generator harus bekerja dengan delay waktu maksimum 2 menit pada arus lebih 110 % - 150 %.
- c. Relay daya balik (*reverse power relay*) untuk generator kerja paralel dengan kapasitas 50 kva keatas, relay harus bekerja dengan delay waktu antara 2 - 5 detik, dengan setting 1 - 3 % nilai nominal untuk turbo-generator dan 4 - 10 % nilai nominal untuk diesel-generator. Pada jatuh tegangan (*under voltage*) 60 % relay tidak boleh bekerja.
- d. Proteksi arus hubung-singkat (*short circuit protection*), harus bekerja dengan delay waktu pendek (*short time delay*), sampai dengan 200 mili-detik untuk arus searah (dc) dan sampai dengan 500 mili-detik untuk arus bolak-balik (ac).
- e. *Phase failure protection* harus bekerja tanpa delay waktu bila terjadi gangguan satu fasa pada rangkaian tiga fasa.
- f. *Check synchronizers*, untuk pengaman alternator terhadap sudut fasa yang tidak diperbolehkan pada saat hubungan paralel, harus bekerja hanya pada sudut deviasi sampai dengan 45° (listrik) dan beda frekwensi sampai dengan 1 hz.
- g. *Insulation monitoring equipment* harus terus menerus memperlihatkan tahanan isolasi dari sistim distribusi dan harus memberikan alarm apabila tahanan isolasi dari sistim turun/jatuh

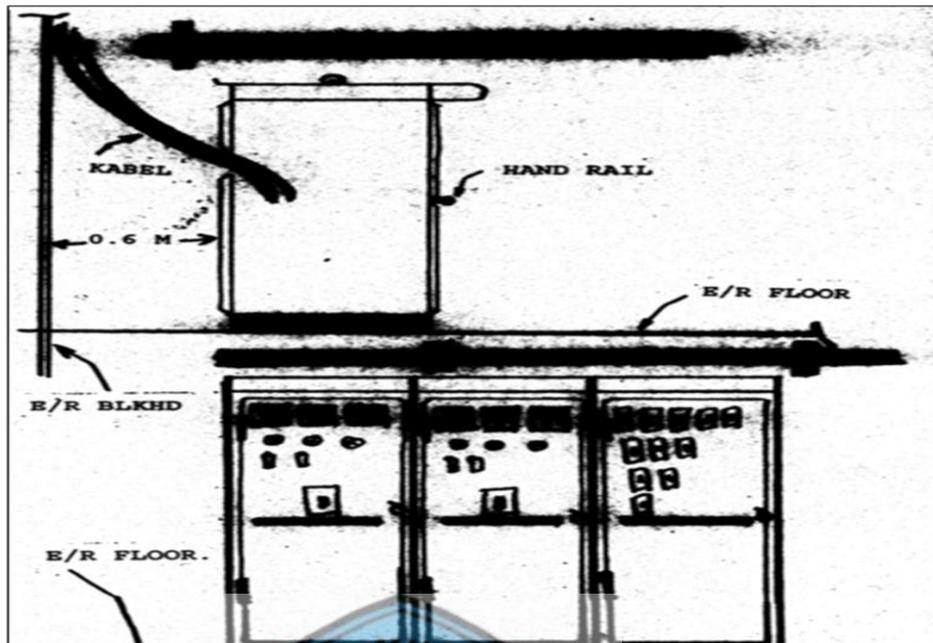
dibawah 100 ohm/volt (arus pengukuran tidak boleh melebihi 12 ma disaat terhubung ke bumi, massa, badan sepenuhnya/total.



Gambar II.6 : Panel Main SwitchBoard

Tata letak pada *main switchboard* :

- a. Di bagian belakang dari panel yang terbuka, bagian yang bertegangan harus diamankan terhadap sentuhan/kontak langsung pada ketinggian 0,3 meter.
- b. Tuas kerja diletakkan/dipasang minimum 0,3 meter dari lantai dan tuas *circuit breaker* generator dipasang/ditempatkan minimum 0,8 meter dari lantai.



Gambar II.7 : Lay-Out MSB

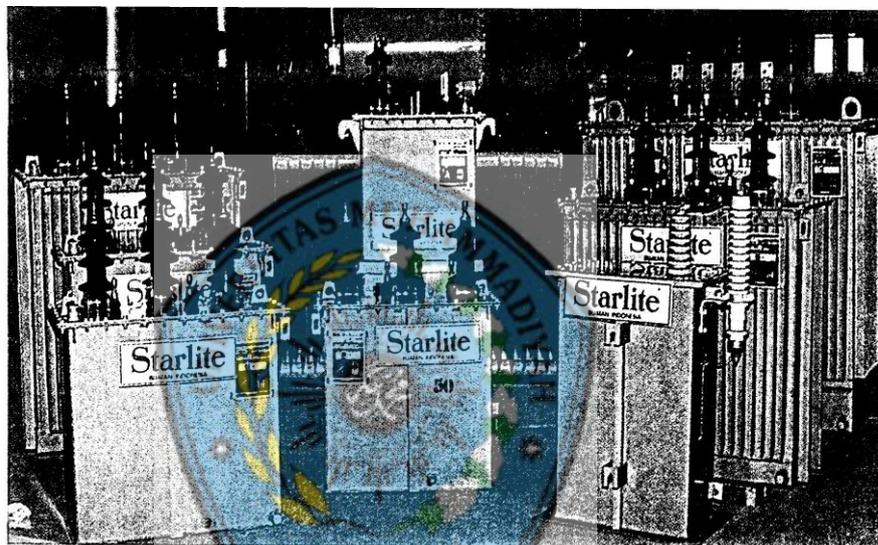
2.7.4 Transformator (Trafo)

Transformator adalah peralatan listrik yang akan mentransformasikan tegangan dan arus listrik untuk penggunaan pengoperasian peralatan listrik lainnya. *Transformator* (trafo) merupakan alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik (AC). Transformator terdiri dari 3 komponen pokok yaitu: kumparan pertama (primer) yang bertindak sebagai input, kumparan kedua (sekunder) yang bertindak sebagai output, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan.

Penempatan transformator :

- a. Ditempatkan di kamar yang mudah dijangkau dan berventilasi cukup.

- b. Trafo tanpa pelindung (terbuka IP 00) ditempatkan di kamar tertutup/terkunci dan pintu masuknya harus terpisah dengan saklar jalur suplai daya (*power supply feeder switch*)
- c. Tidak boleh ditempatkan digeladak terbuka, ruang palka, gudang, daerah dengan bahaya ledak dan ruang akomodasi.
- d. Untuk trafo darurat lokasinya analog dengan generator darurat.



Gambar II.8 : *Transformator*

2.7.5 *Emergency SwitchBoard (ESB)*

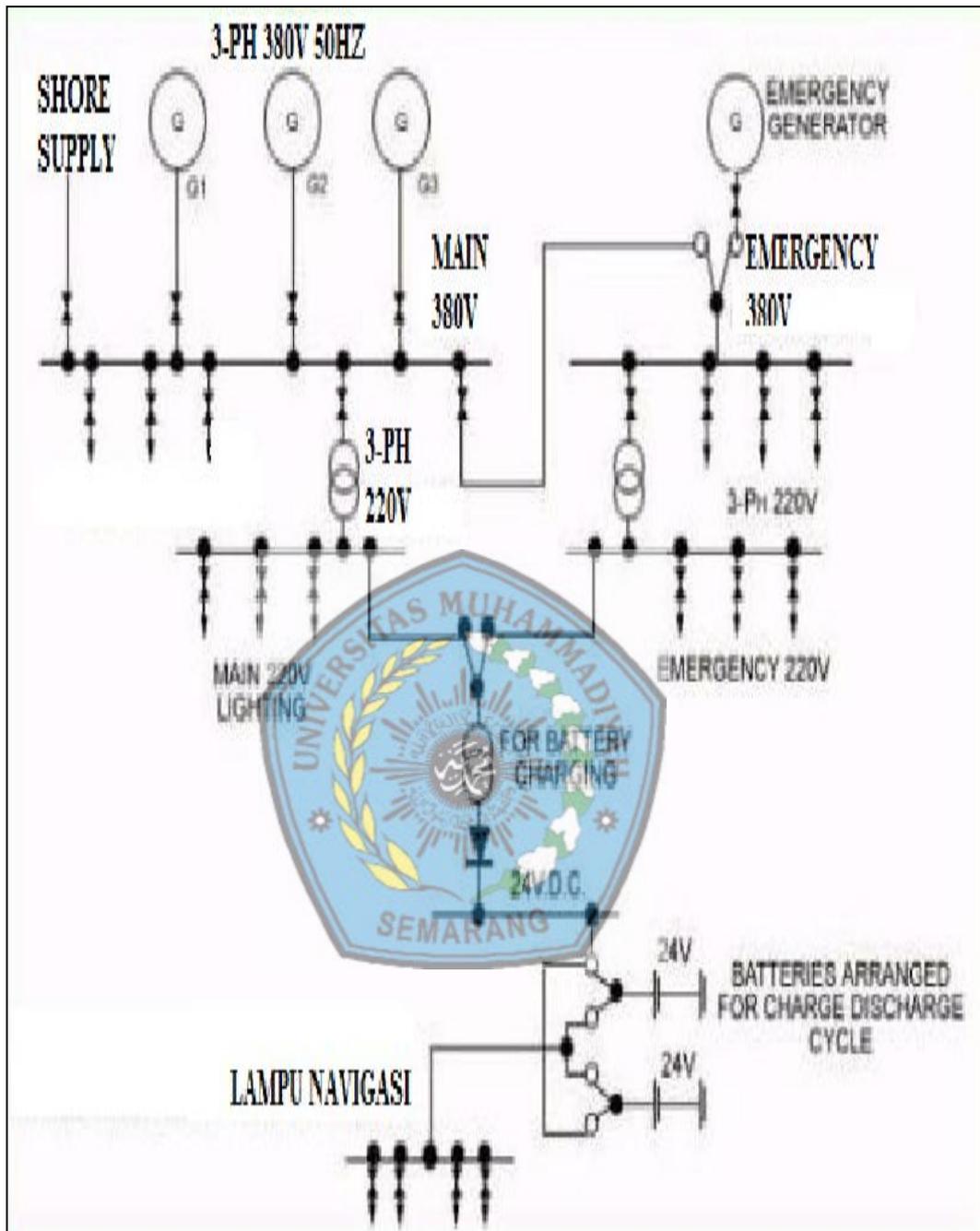
Panel *kontrol emergency* yang berfungsi untuk menggantikan MSB apabila terjadi *Black Out* dan untuk melindungi serta mengawasi generator emergency dan daya listrik darurat untuk penerangan dan sistem telekomunikasi. ESB memberi tegangan untuk beban-beban penting seperti :

- a. *Emergency Lighting*
- b. *Communication & Navigation*
- c. *Steering Gear*

Di kapal umumnya hanya terdapat satu *emergency switch board*, kecuali pada kapal penumpang yang biasanya memiliki dua buah. Tegangan yang diatur dari *emergency switchboard* yang melalui panel distribusi adalah 24 volt DC, 380 volt AC, atau 220 volt AC, yang jumlah terminalnya sesuai dengan kebutuhan, serta beberapa terminal tambahan yang sewaktu-waktu dapat digunakan.

Keterangan gambar dibawah ini adalah sebagai berikut :

- i. Kapal perintis 2000 gt ini mempunyai 3 generator utama dengan spek 3 PH 380 V 50 Hz, dari generator utama masuk ke *main switch board* ke panel distribusi outputnya lampu navigasi.
- ii. Jika generator utama rusak bisa menggunakan *emergency generator* yang outputnya langsung bisa masuk ke lampu navigasi dimana dalam sistem distribusi dilengkapi COS (Change Over Switch).
- iii. Dan jika generator utama dan *emergency generator* rusak bisa menggunakan baterai yang sumbernya dari generator utama dan *emergency generator*.



Gambar II.9 : Rangkaian sistem distribusi panel lampu navigasi



Gambar II.10 : *Emergency SwitchBoard*

Selain pada kondisi darurat, *emergency switchboard* dipakai juga untuk sumber daya listrik tambahan bagi beberapa sistem dalam kapal. Daya listriknya disupply dari MSB melalui alat pemindah busbar, yang diproteksi dengan dua buah circuit breaker yaitu *generator emergency switch breaker* dan *busbar switch breaker*.

Panel-panel pada *emergency switch board* mengatur beberapa kebutuhan tertentu dalam kondisi darurat ataupun jika supply utama mengalami gangguan. Selain itu sebagai daya (dari battery emergency/24 volt DC) digunakan juga untuk keperluan navigasi dan telekomunikasi.

2.8 Kebutuhan Daya Listrik

2.8.1 Kebutuhan Daya Listrik Untuk Penerangan

Perhitungan daya listrik untuk beban penerangan masing-masing ruangan pada setiap deck yang ada, antara lain :

- a. *Main deck*
- b. *Poop deck*
- c. *Boat deck*
- d. Lampu Navigasi dan Bongkar Muat
- e. *Bridge deck*
- f. *Engine Room*
- g. *Navigation deck*

2.8.2 Kebutuhan Listrik Untuk Komunikasi dan Navigasi

Peralatan navigasi haruslah tetap dijaga ketersediaannya tenaga listriknya, peralatan-peralatan tersebut antara lain :

- a. *Radio Equipment*
- b. *Gyro Compass*
- c. *Echo Sounder*
- d. Motor Sirine dan Motor Horn
- e. *Radar*
- f. *General Alarm*
- g. *Navigation Light*

2.8.3. Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan

Perhitungan daya listrik untuk beban peralatan di masing-masing ruangan pada setiap deck, dan perhitungan daya listrik total selain beban penerangan atau beban peralatan :

- a. Peralatan-peralatan yang termasuk dalam *General Service Pump*
- b. Peralatan-peralatan yang termasuk dalam *Engine Service System*
- c. Peralatan-peralatan yang termasuk dalam *Hull Machinery*

- d. Peralatan-peralatan yang termasuk dalam *Refrigation and Ventilation*
- e. Peralatan-peralatan yang termasuk dalam *Workshop Machinery*
- f. Peralatan-peralatan yang termasuk dalam *Navigation, Communication, Safety*
- g. Stop kontak tiap-tiap ruangan
- h. *Akumulator* untuk *emergency*

2.9 Sistem Penerangan Dikapal

2.9.1 Saluran/Instalasi Penerangan

Semua kebutuhan penerangan kapal disuplai dengan beberapa feeder panel dari sistem distribusi dari *switchboard* melalui panel distribusi penerangan. Secara umum hal ini bersifat ekonomis dalam operasionalnya sampai batas beban yang disuplai oleh tiap *feeder* panel penerangan kurang dari 100 ampere sehingga *feeder* panel mungkin disuplai dari circuit breaker 100 ampere. Paling kurang 2 feeder panel disediakan untuk melayani keperluan penerangan pada setiap ruang mesin.

Suatu *feeder* panel yang terpisah disediakan untuk penerangan pada ruang muat. Suatu *feeder* panel biasanya tersedia untuk tiap *cargo hold* yang dapat dimatikan pada *switchboard* ketika kapal sedang berlayar. Sehingga mencegah kemungkinan bahaya kebakaran akibat listrik pada ruangan tersebut. Suatu *feeder* panel yang terpisah dari yang lain juga diperlukan

untuk menyuplai semua kebutuhan daya untuk penerangan saat operasional dan ruangan yang tak tertutup.

Pada kapal penumpang hal tersebut terbagi lagi menjadi daerah-daerah dengan sekat kedap tahan api. *Feeder* panel yang terpisah disediakan untuk tiap daerah kedap tahan api sebagai penyuplai kebutuhan penerangan diantara sekat tersebut. *Feeder* panel untuk pelayanan utama dan *emergency* ini menyuplai wilayah yang sama atau berdekatan secara terpisah guna mengurangi kemungkinan kerusakan kedua *feeder* panel dari penyebab yang sama. Untuk *feeder* panel penerangan, ukuran kabel didasarkan pada 100% dari total daya terhubung ditambah rata-rata beban aktif sirkuit untuk tiap bagian *switch* atau *circuit breaker* (stop kontak) pada panel pada saat dialiri atau disuplai.

2.9.2 Lokasi Panel Penerangan

Untuk ruang mesin, panel layanan penerangan biasanya pada tingkat operasional utama. Panel untuk penerangan muatan biasanya terletak pada rumah geladak dari mesin alat angkat sehingga mudah dijangkau dan penerangan pada tiap ruang muat dapat dimatikan pada saat pemuatan telah selesai.

Panel juga dapat diletakkan didalam ruang muat. Jumlah dari panel penerangan ini tergantung dari ukuran dan desain dari kapal. Umumnya satu panel untuk tiap ruang muat.

Lokasi panel penerangan pada kapal penumpang dan ruangan ABK ditentukan berdasarkan sedikit banyak dari struktur dan bagian daerah

kebakaran diatas kapal. Umumnya terdapat satu atau lebih panel pada tiap deck dan tiap bagian atau daerah kebakaran. Tetapi dua atau lebih deck bisa saja dilayani dengan satu panel, jika desainnya memungkinkan. Tiap panel dapat diletakkan pada tengah-tengah lokasi untuk membatasi turun tegangan pada sirkuit cabang. Panel ini biasanya terpasang disamping pintu sekat kedap.

Untuk ruangan umum panel diletakkan disamping pintu keluar dimana operator dapat melihat lampu pengontrol.

2.9.3 Sirkuit Cabang Penerangan

Sirkuit cabang untuk penerangan biasanya berkapasitas 15 A, 20A, atau 30 A tergantung penggunaan. Sirkuit cabang dengan 15 A digunakan untuk penerangan umum dan tiap sirkuit, batas maksimum beban terhubung adalah 12 A (1380 W).

Beban peralatan, beban pemanas, dan peralatan-peralatan kecil menggunakan tegangan sistem penerangan boleh jadi disuplai dari panel distribusi penerangan. Tiap cabang sirkuit diberi batas maksimum beban terhubung sebesar 30 A. Beban terhubung pada sirkuit cabang penerangan umum berdasarkan ukuran sebenarnya dari lampu yang terpasang (lampu pijar).

Tapi tidak boleh kurang dari 50 Watt tiap lampu kecuali desain peralatan tidak mengijinkan penggunaan lampu dengan tegangan yang lebih tinggi dari yang terpasang semula. Beban terhubung untuk sirkuit menyuplai

jenis lampu *electric discharge* (*fluoresen* dan *mercury*) didasarkan pada ballast dari arah masuk untuk tiap perlatan. Stop kontak jalur keluar dipasang untuk memberikan kenyamanan bagi penumpang dan ABK tidak termasuk sebagai beban terhubung.

Secara umum sirkuit cabang penerangan pada kamar mesin dirancang dengan grup pengganti penerangan pada sirkuit cabang yang berbeda sehingga untuk wilayah yang besar tidak akan gelap karena kegagalan dari salah satu sirkuit cabang. Pada ruangan ini lampu dikontrol hanya dengan tombol pada panel dan bukan tombol tersendiri.

Setiap ruangan tempat tinggal penumpang dan ruangan umum disuplai dengan paling sedikit dua layanan sirkuit cabang penerangan. Sehingga dirancang apabila terjadi kegagalan pada salah satu cabang akan mampu tetap memberikan penerangan pada ruangan tersebut. Sirkuit cabang yang terpisah disediakan khusus untuk penerangan lorong.

Penerangan pada tiap lorong dapat terbagi antara pelayanan sirkuit cabang dan sirkuit cabang darurat yang mana untuk kondisi normal dan darurat persyaratan tentang penerangan (cahaya) dapat terpenuhi. Sirkuit cabang tidak boleh melalui pagar api atau sekat kedap.

2.9.4 Daya dan Penerangan Kondisi Darurat

Beberapa bentuk penerangan untuk kondisi darurat harus tersedia diatas kapal yang berupa sistem penerangan dengan tenaga listrik, kecuali untuk :

- a. Kapal penumpang kecil yang hanya dioperasikan mulai matahari terbit sampai dengan matahari terbenam.
- b. Kapal penumpang kecil yang dioperasikan tidak lebih dari 15 mil dari garis pantai yang daya untuk sistem penerangan umum sumbernya terpisah dari sistem propulsi dan terletak pada deck diatas sekat kedap.

Daya sesaat untuk kebutuhan pada kondisi darurat/emergency diwajibkan ada pada kapal penumpang yang besar kapasitasnya terbatas.

Sehingga perlu mempertimbangkan beban-beban apa saja yang akan disuplai untuk waktu yang singkat. Daya terbesar yang terjadi pada kondisi darurat adalah pada saat start. Beban-beban yang harus disuplai dayanya dari sumber tenaga sesaat adalah sebagai berikut :

- a. Lampu-lampu navigasi.
- b. Beberapa lampu dikamar mesin yang digunakan untuk menunjukkan kondisi operasional peralatan pada kondisi darurat.
- c. Penerangan untuk gang-gang, tangga, jalur evakuasi, ruang penumpang, ABK, dan kamar mesin.
- d. Lampu-lampu untuk penunjuk arah jalan keluar ruangan kapal seperti tanda “keluar/*exit*” dengan tulisan warna merah.
- e. Penerangan umum untuk pengaman keselamatan pengoperasian pintu kedap.

- f. Satu atau lebih lampu penerangan untuk didapur, ruang makan, ruang radio, ruang mesin kemudi, ruang *emergency generator*, ruang peta, ruang kendali atau anjungan, dan ruang ABK.
- g. Penerangan pada deck sekoci.
- h. Sistem komunikasi elektrik utama yang tidak memiliki sumber penyimpanan daya sendiri.
- i. Daya untuk pengoperasian pintu kedap.
- j. Sistem pengeras suara darurat.
- k. Sistem pompa bilga, pompa pemadam kebakaran, dan pompa sprinkler.
- l. Sistem untuk *smoke detector*.

2.10 Penggunaan Kabel di Kapal

2.10.1 Lingkungan dikapal

Lingkungan yang ada pada sebuah kapal sangatlah bervariasi dibandingkan lingkungan yang ada di bangunan darat. Karena ruangan-ruangan yang ada dikapal dipengaruhi oleh banyak variabel seperti suhu, kelembaban udara, pengaruh udara laut, resiko terkena beban mekanis, dan lain-lain. Yang mana hal tersebut bersifat merusak fungsi kabel sebagai penghantar tenaga listrik. Kondisi ini menyebabkan peraturan tentang kabel listrik dikapal lebih ketat dibandingkan di darat.

Kabel sebagai bahan penghantar aliran listrik yang digunakan untuk instalasi di kapal terbuat dari bahan tembaga kecuali pada kasus kabel

termokopel untuk peralatan instrumen dimana bahan logam khusus dan campuran seperti cupro-nikel yang digunakan pada beberapa kabel. Kabel las yang digunakan pada reparasi kapal dan pekerjaan pada bangunan pengeboran minyak lepas pantai (*off-shore drilling rig*), dan yang lain menggunakan aluminium sebagai kawat konduktornya (kabel kawat). Kabel dari bahan tembaga (kawat kabel) biasanya menggunakan bahan PVC atau beberapa bahan lainnya sebagai bahan isolasi.

Isolasi kabel sangatlah penting karena isolasi kabel tersebut harus mampu melindungi konduktor dari kerusakan yang disebabkan oleh kondisi buruk dari lingkungan kabel seperti air laut, beban mekanis, perubahan suhu, dan lain-lain. Selain itu isolasi kabel harus sesuai dengan karakteristik listrik dari konduktor dan juga arus listrik akan tergantung pada kondisi dari konduktor.

Secara singkat beberapa kerusakan pada konduktor akan mempengaruhi area luasan dari penampang konduktor sehingga akan menyebabkan tahanan listrik dari konduktor akan meningkat. Selanjutnya akan menyebabkan suhu konduktor akan menjadi lebih tinggi dari yang direncanakan. Kerusakan pada isolasi kabel akan berakibat pada tahanan isolasi yang keseluruhan mendekati nol yang selanjutnya akan berakibat terjadinya short sirkuit. Jadi jelaslah, perlu identifikasi kondisi yang ada dikapal dan disekitar lokasi dimana kabel akan ditempatkan sebelum memepertimbangkan standar mutu (tipe) kabel yang mampu melindungi kabel dari situasi yang dapat merusak.kodisi dari ruangan-ruangan dan

deck-deck yang ada dikapal sangatlah bervariasi tetapi pada dasarnya dapat dikelompokkan dalam kondisi utama yaitu :

- a. Ruangan-ruangan tertutup untuk permesinan atau ruang kerja yang mempunyai ciri-ciri karakter sebagai berikut : suasana yang berminyak, suhu tinggi atau rendah, kemungkinan kerusakan akibat beban mekanis.
- b. Ruangan-ruangan terbuka atau deck-deck yang mana mempunyai karakter lingkungan berminyak, kemungkinan kerusakan akibat beban mekanis, atau udara laut yang berkadar garam tinggi serta basah akibat air laut.
- c. Ruangan-ruangan semi tertutup seperti ruang kantor, ruang akomodasi, dan ruang crew/ABK lainnya dengan karakter dipengaruhi oleh udara laut dan beban mekanis.

Kondisi-kondisi yang berbeda dari ruangan seperti yang dinyatakan diatas akan berpengaruh terhadap spesifikasi peralatan yang akan dipasang di kapal seperti halnya kabel listrik yang akan digunakan. Kondisi lingkungan dikapal mempunyai karakteristik yang sifatnya dapat merusak material kabel. Yang dimaksud dengan lingkungan yang bersifat merusak adalah kondisi lingkungan yang banyak memberikan andil terhadap terjadinya kerusakan peralatan-peralatan dikapal. Lingkungan ini mempunyai karakter adapun efek dari kondisi tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

LINGKUNGAN	EFEK PADA KABEL
Suhu Tinggi	Isolasi meleleh atau permukaan isolasi mengeras
Suhu Rendah	Isolasi dan konduktor tembaga mudah patah
Air Laut atau Udara Laut	Korosi pada armour/degradasi material isolator, korosi pada support
Minyak/Kimia	Destruksi pada susunan kimia isolator
Beban Mekanis	Isolator dan konduktor pecah

Tabel II.1 : Jenis lingkungan yang merusak dan efeknya pada kabel

2.10.2 Instalasi Kabel

Semua kabel boleh menerus dari terminal sampai ke penggunanya tetapi harus menghindari daerah-daerah dimana bersuhu tinggi, lembab, dan mengandung minyak. Kabel tidak boleh melewati tangki minyak atau ruang pompa kecuali diberikan perlindungan dengan pipa kedap air. Selain itu tidak boleh dilekatkan pada dinding penyekat panas. Jika tidak dapat dihindarkan maka harus diberi perlindungan dengan pipa menerus. Kabel yang melalui ruang muat harus dilindungi terhadap bahaya beban mekanis pada saat bongkar muat.

2.10.3 Konduktor

Konduktor adalah material yang dapat mengalirkan arus listrik dari suatu sumber menuju ke peralatan-peralatan listrik yang membutuhkan arus

listrik. Bahan-bahan yang biasanya dipakai sebagai konduktor dapat dikelompokkan dalam 3 bentuk fisik :

- a. Konduktor Logam : tembaga, aluminium, bronze, dan wolfram.
- b. Konduktor Cair / Elektrolit : air raksa, sulphonamide acid, dan nitrit argentum.
- c. Konduktor Gas : argon, kripton, neon, dan helium. Selain sebagai konduktor juga berfungsi sebagai pewarna dari cahaya.

2.10.4 Isolator

Material isolator adalah suatu material yang digunakan untuk mengisolasi arus listrik atau dengan kata lain material ini mempunyai tahanan yang sangat besar terhadap arus listrik. Biasanya terdiri dari bahan organik dan anorganik yang dihasilkan dari proses kimia. Material isolasi dapat diklasifikasikan dalam beberapa kelas berdasarkan pada batas suhu maksimum yang diijinkan dengan klasifikasi sebagai berikut :

Klas	Temperatur Maksimum (C°)
Y (O)	90
A	105
E	120
B	130
F	155
G	180
H	718

Tabel II.2 : Klasifikasi material isolasi dan suhu kerjanya

Kabel yang digunakan untuk marine use dan instalasi lainnya, sebagian besar menggunakan bahan isolasi atau pelindung yang terbuat dari bahan berupa :

- a. *Polyvinil Chloride (PVC)*
- b. *Ethylene Propylene Rubber (EPR)*
- c. *Cross-linked Polyethylene (XLPE)*
- d. *Mineral Insulation (MI)*
- e. *Butyl rubber*
- f. *Polythene*
- g. *Silicone Rubber*

2.10.5. *Sheating* (Pelindung / Penyekat)

Sheating digunakan untuk memberikan perlindungan terhadap kabel listrik. *Sheating* atau pelindung ini secara sederhana berupa pelindung kabel terhadap kekuatan mekanik atau melidungi kabel terhadap kebakaran, uap, bahan kimia, minyak dan bahan lainnya ataupun kombinasi dari salah satu faktor tersebut. Pada penggunaan kabel dalam bidang perkapalan atau marine used, *sheating* terdiri dari :

- a. *Polyvinyl Chloride (PVC)*
- b. *PolyChloropene (Neophene)*
- c. *Chloro Sulphonat Polyethelene (Csp, Hypalon)*
- d. *Silicone Rubber*
- e. *Lead Copper*

2.11 Sekering

Sekering berfungsi sebagai pengaman. Jika arus yang mengalir melebihi ketentuan maka kawat sekering akan putus. Macam-macam sekering antara lain :

- a. Sekering Plat
- b. Sekering Bebas Ledakan
- c. Sekering Jepit
- d. Sekering Tabung

2.12 Saklar

Saklar berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan rangkaian listrik. Kerja saklar terutama dipengaruhi oleh kekuatan pegasnya. Saklar yang baik dapat memutuskan atau menghubungkan arus dengan cepat. Syarat-syarat lainnya adalah :

- a. Dapat dioperasikan dengan aman.
- b. Dalam keadaan terbuka bagian-bagian saklar yang bergerak tidak bertegangan.
- c. Hanya bekerja saat dioperasikan. Kemampuan saklar sekurang-kurangnya harus sesuai dengan daya alat yang dihubungkan tetapi tidak boleh kurang dari 5 ampere.

Karena banyak model dan jenis saklar maka pada umumnya saklar dibedakan menjadi 4 yaitu : Saklar kotak, Saklar tuas, Saklar giling, Saklar tumpuk.

2.13 Macam-macam Lampu Navigasi

Lampu navigasi diatas kapal digunakan untuk menentukan arah, posisi, dan jenis kapal pada saat malam hari. Penerapan atau penggunaan lampu navigasi diatas kapal meliputi :

- a. *Starboard* (Sisi Kanan) : Lampu navigasi berwarna hijau dengan sudut pancar $112,5^{\circ}$
- b. *Portside* (Sisi Kiri) : Lampu navigasi berwarna merah dengan sudut pancar $112,5^{\circ}$
- c. *Sternlight* (Sisi Belakang) : Lampu navigasi berwarna putih dengan sudut pancar 135°
- d. *Masthead Light* (Lampu Tiang) : Lampu navigasi berwarna putih dengan sudut pancar 225°

Lampu-lampu tersebut tergolong menjadi dua macam, yaitu single dan double.

2.13.1 Lampu Navigasi Single

Merupakan lampu navigasi yang berdiri sendiri dengan sumber daya AC.



CXH1-1P
full plastic starboard
light



CXH2-1P
full plastic port light



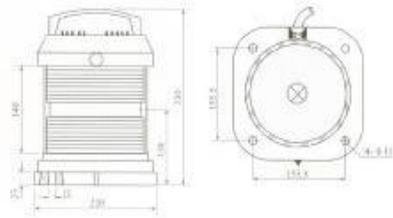
CXH3-1P
full plastic masthead
light



CXH4-1P
full plastic sternlight



CXH6-1P
full plastic all-round
light



Gambar II.11 : Lampu Navigasi Single

TYPE	NAME	VISIBILITY	LEVEL ARC	LAMP HOLDER	BULB	PROTECTION CLASS	COLOR	WEIGHT
CXH1-1P	Full plastic starboard light	3n.m	112.5°	B22d	24V 60W 110V 65W 220V 65W	IP56	Green	2.6 kg
CXH2-1P	Full plastic port light	3n.m	112.5°				Red	2.6 kg
CXH3-1P	Full plastic masthead light	6n.m	225°				Transparent	2.5 kg
CXH4-1P	Full plastic stern light	3n.m	135°				transparent, yellow	2.7 kg
CXH6-1P	Full plastic all-round light	3n.m	360°				Red Green, Transparent	2.2 kg

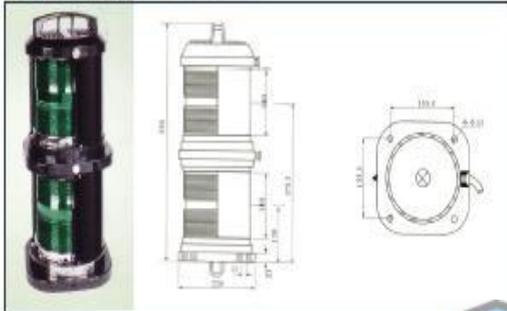
Tabel II.3 : Data Lampu Navigasi Single



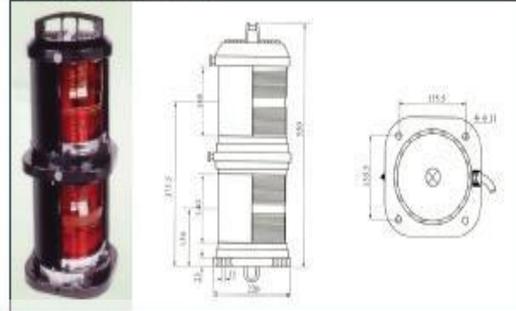
2.13.2 Lampu Navigasi Double

Lampu navigasi yang bersusun atau bertumpuk dengan sumber daya AC maupun DC.

CXH1-10P - full plastic
double - deck starboard light



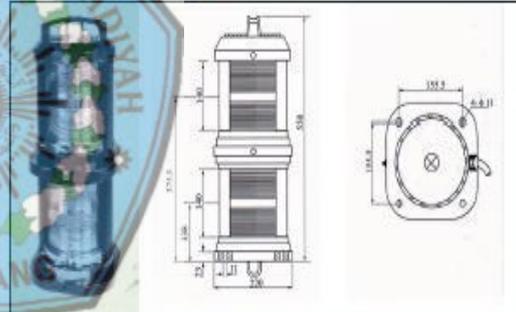
CXH2-10P - full plastic
double - deck port light



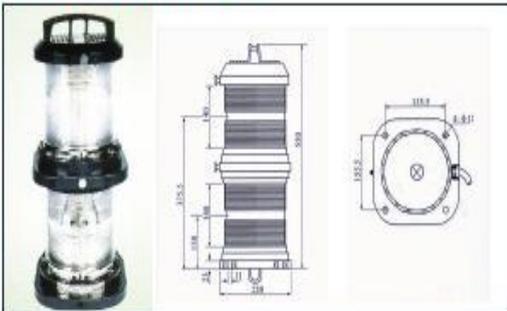
CXH3-10P - full plastic
double - deck masthead light



CXH4-10P - full plastic
double - deck sternlight



CXH6-10P - full plastic
double - deck all round light



Gambar II.12 : Lampu Navigasi Double

TYPE	NAME	VISIBILITY	LEVEL ARC	LAMP HOLDER	BULB	PROTECTION CLASS	COLOR	WEIGHT
CXH1-10P	Full plastic double-deck starboard light	3n.m	112.5°	B22d	24V 60W 110V 65W 220V 65W	IP56	Green	3.8 kg
CXH2-10P	Full plastic double-deck port light	3n.m	112.5°				Red	3.8 kg
CXH3-10P	Full plastic double-deck masthead light	6n.m	225°				Transparent	3.7 kg
CXH4-10P	Full plastic double-deck sternlight	3n.m	135°				transparent, yellow	3.7 kg
CXH6-10P	Full plastic double-deck all-round light	3n.m	360°				Red Green, Transparent	3.6 kg

Tabel II.4 : Data Lampu Navigasi Double

2.14 lampu Penerangan

Menurut *Convention on The International Regulation For Preventing Collisions At Sea, 1972*. Penerangan diatas kapal berupa lampu - lampu operasi yang diletakkan sepanjang kapal sesuai dengan keperluan pada berbagai ruangan yang berada diatas kapal seperti di *main deck, deck house*, dan sebagainya. Lampu - lampu diatas kapal ada juga yang disebut lampu navigasi yaitu lampu - lampu kapal yang harus dipasang pada waktu kapal berlayar diantara matahari terbit dan terbenam, sedemikian rupa sehingga jenis kapal, letak dan arah kapal dapat diketahui.



Gb a. Penerangan Lampu Navigasi



Gb b. Lampu Sorot

Gambar II.13 : Lampu Penerangan

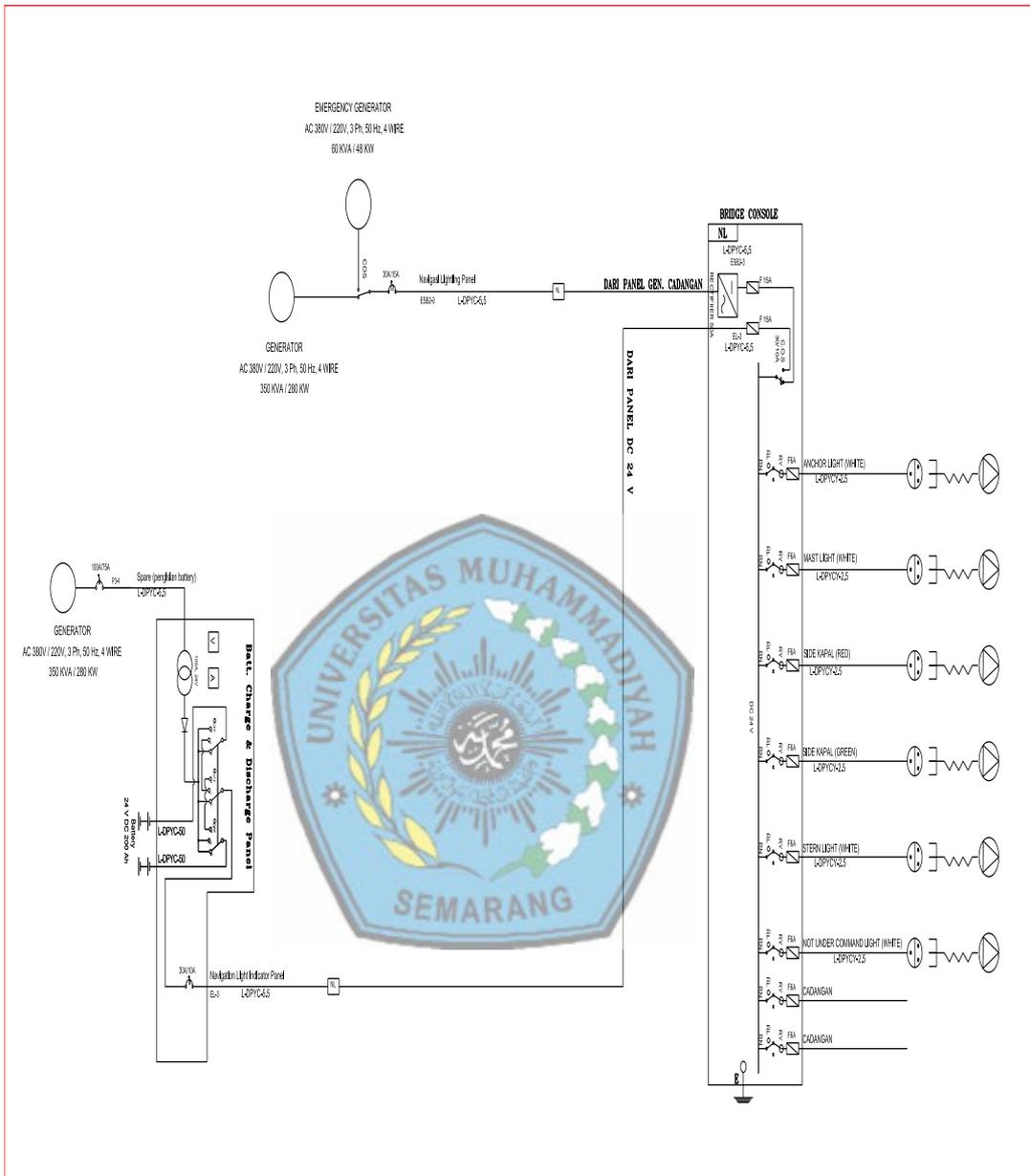
2.15 Diagram Satu Garis

Diagram satu garis (*one line diagram*) sering juga disebut dengan diagram garis tunggal (*single line diagram*). Diagram satu garis merupakan diagram dari suatu sistem tenaga listrik yang disederhanakan. Dengan suatu garis tunggal dan lambang standar, diagram segaris menunjukkan saluran transmisi dan peralatan-peralatan yang berhubungan dari suatu sistem tenaga listrik. Kegunaan dari sistem segaris adalah untuk memberikan keterangan-keterangan yang penting tentang sistem tenaga listrik dalam bentuk ringkas.

Dalam diagram satu garis suatu sistem instalasi, maka akan kita jumpai kode-kode angka pada keterangan gambarnya, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah kita dalam membuat penamaan suatu peralatan, merepresentasikan komponen-komponennya dengan simbol-simbol standar berdasarkan rangkaian pada diagram, dan melihat arah dari jalur distribusi listrik menuju ke peralatan-peralatan yang terpasang.

Keterangan gambar di baawah ini adalah sebagai berikut :

1. Generator utama masuk ke *main switch board* lalu ke panel distribusi outputnya lampu navigasi.
2. Emergency generator digunakan apabila generator utama rusak yang outputnya langsung bisa ke lampu navigasi dimana dalam sistem distribusi di lengkapi COS (*Change Over switch*).
3. Dan baterai bisa di gunakan apabila generator utama dan generator emergency rusak yang sumbernya dari geneator utama dan emergency generator.



Gambar II.14 : Single line diagram Power System

2.16 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 51 Tentang Perkapalan

Bagian Kelima Instalasi Mesin dan Instalasi Listrik Pasal 62

- a. Mesin penggerak utama dan mesin bantu, harus dari jenis yang diperuntukkan bagi kapal dan harus bekerja dengan baik.
- b. Pemasangan mesin penggerak utama dan mesin-mesin bantu harus memenuhi persyaratan keselamatan, kekuatan, keamanan dan memiliki pondasi yang kuat.
- c. Bahan bakar mesin penggerak utama dan mesin bantu harus dari jenis yang memenuhi persyaratan.
- d. Tata susunan kamar mesin, pintu utama dan pintu darurat, tangga-tangga, lampu lampu penerangan, sistem perangan dalam kamar mesin harus dapat menjamin keselamatan dan keamanan bagi petugas jaga kamar mesin.
- e. Ketentuan lebih lanjut mengenai mesin penggerak utama mesin bantu, bahan bakar dan tata susunan kamar mesin sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2), dan ayat (4) diatur dengan Keputusan Menteri.

Bagian kedelapan Perlengkapan Navigasi Kapal Pasal 72

- a. Kapal sesuai dengan jenis, ukuran dan daerah pelayarannya harus dilengkapi dengan perlengkapan navigasi dan navigasi elektronika kapal yang memenuhi persyaratan.
- b. Ketentuan lebih lanjut mengenai perlengkapan navigasi dan navigasi elektronika kapal sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) diatur dengan Keputusan Menteri.

Bagian Kesembilan Perangkat Komunikasi Radio Kapal Pasal 73

- a. Kapal sesuai dengan jenis, ukuran dan wilayah pelayarannya dalam dinas bergerak pelayaran, wajib dilengkapi dengan perangkat komunikasi radio dan kelengkapannya yang memenuhi persyaratan.

- b. Setiap perangkat komunikasi radio kapal sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga terjamin keamanan dan fungsi kerjanya.
- c. Ketentuan lebih lanjut mengenai persyaratan komunikasi radio, dan persyaratan penempatan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2), diatur dengan Keputusan Menteri.

