

PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK DAN SISTEM PROTEKSI PADA REPOWERING KAPAL KT. ANGGADA IX

Ade Putrapratama

Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Telp. +6289516166223

E-mail: adeputrapra@gmail.com

ABSTRAKS

Kapal Tugboat atau Kapal Tunda KT. Anggada IX adalah kapal milik Pelindo 4 yang di gunakan untuk membantu menarik atau mendorong kapal yang akan sandar maupun beranjak di Pelabuhan, khususnya di daerah Balikpapan, Kalimantan Timur. Kapal Tunda juga berperan penting dalam kelancaran Transportasi Laut, Kapal Feri antar pulau juga biasa di bantu sandar di Pelabuhan oleh Kapal Tunda. Oleh karena itu, demi terjaganya kestabilan dan kelancaran aktivitas pekerjaan yang di lakukan oleh Kapal Tunda, maka di perlukan perencanaan berkala untuk perbaikan dan perawatan Kapal Tunda itu sendiri. Perawatan ini meliputi perawatan mesin, kelistrikan, gearbox, dll. Ada saatnya kapal tunda melakukan perawatan total yang meliputi semua bagian yang ada pada Kapal Tunda tersebut, yang biasa di sebut Repowering. Repowering Kapal Tunda mencakup banyak hal seperti penggantian MPK (Mesin Penggerak Kapal), MB (Motor Bantu), peremajaan kabel instalasi listrik, pemipaan, penggantian plat kapal, dan pengecatan ulang kapal. Dalam Repowering, diperlukan peremajaan untuk instalasi listrik, baik itu listrik AC maupun DC dan sistem proteksi yang akan digunakan agar kapal dapat berjalan dengan baik dan efisien dalam penggunaan materialnya. Dari perhitungan yang sesuai dengan analisis data perencanaan kemudian dibuatlah gambar diagram kelistrikan. Gambar diagram instalasi listrik itulah yang merupakan hasil dari perencanaan ini yang kemudian akan menjadi acuan untuk mengerjakan instalasi listrik pada Kapal Tugboat yang sesuai dengan analisis data perencanaan. Dari gambar diagram instalasi listrik itu juga yang akan digunakan untuk menghitung kapasitas sumber energy listrik yang akan digunakan serta beban yang terpakai.

Kata Kunci: Instalasi Kapal, Instalasi Listrik Pengaman Utama.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal Tugboat Anggada IX merupakan kapal milik Pelindo 4 yang digunakan untuk beroperasi di Pelabuhan Makassar, Sulawesi Selatan. Seperti kapal yang lainnya sumber energi listrik sangat dibutuhkan untuk menghidupkan berbagai macam peralatan listrik maupun navigasi kapal. Agar energi listrik yang digunakan pada kapal dapat berfungsi dengan baik, aman, dan lebih efisien serta tidak mudah terjadi gangguan maka diperlukan perencanaan instalasi listrik yang aman, benar dan sesuai dengan standar. Pemasangan instalasi listrik yang baik harus sesuai dengan peraturan yang berlaku agar tidak menyebabkan hal yang dapat menimbulkan kerugian dan ketidaknyamanan pengguna kapal itu sendiri. Keandalan Kapal Tugboat Anggada IX sangat bergantung pada listrik khususnya instalasi penerangan, motor listrik, dan peralatan navigasi guna menunjang kebutuhan pengguna kapal saat melakukan pekerjaan. Demi menunjang kelancaran pekerjaan sehari-hari pada saat pelaksanaan Repowering Kapal, maka dibutuhkan peremajaan instalasi listrik, untuk memperhitungkan kembali, dan untuk merencanakan instalasi listrik yang benar dan tepat sesuai standar yang berlaku saat ini, sehingga pelayaran dapat dilakukan dengan baik, nyaman dan tenang tanpa

adanya gangguan dan kerusakan yang terjadi pada kapal tersebut.

1.2 Permasalahan

Perencanaan Instalasi Listrik dan Sistem Proteksi Pada Repowering Kapal KT. Anggada IX dirumuskan beberapa permasalahan, antara lain sebagai berikut:

1. Keandalan dan keamanan Kapal Tugboat Anggada IX sangat bergantung pada perencanaan instalasi listrik yang dilakukan.
2. Perencanaan diperlukan agar penggunaan bahan material lebih efisien.
3. Sistem proteksi yang dipasang sesuai dengan perhitungan beban yang digunakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah suatu sistem untuk menyalurkan energi listrik demi terpenuhinya kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Dalam perencanaan sistem instalasi listrik gedung, instalasi listrik terbagi menjadi 2 yaitu:

1. Instalasi pencahayaan
2. Instalasi daya listrik

Instalasi pencahayaan buatan ialah upaya memberikan daya listrik pada lampu sehingga bisa dijadikan sumber cahaya ketika pencahayaan mengalami kendala dalam segi waktu dan

lingkungan. Pencahayaan buatan ini meliputi lampu, kabel dan sakelar. Instalasi ini memiliki tujuan memberikan rasa nyaman untuk para penghuni gedung dalam menjalankan segala aktivitas sehari-hari.

Sebuah Instalasi listrik harus memenuhi standard dan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia, di Indonesia sendiri sudah ada ketentuan mengenai pedoman dan komponen instalasi listrik yang terangkum dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL). Tujuan dari PUIL adalah untuk melindungi manusia terhadap bahaya yang disebabkan oleh sentuhan maupun kejutan arus listrik, dan menjaga ketenagaan listrik yang aman dan efisien. Tetapi PUIL tidak dapat berlaku untuk beberapa sistem instalasi listrik seperti instalasi tegangan rendah yang di gunakan untuk menyalurkan berita atau isyarat, instalasi untuk telekomunikasi dan instalasi kereta rel listrik.

2.2 Perencanaan Instalasi Penerangan

2.2.1 Pencahayaan

Pencahayaan atau iluminasi ialah kepadatan cahaya dari sumber bercahaya. Sedangkan intensitas pencahayaan ialah flux cahaya yang jatuh pada bidang 1 m² dari bidang tersebut, yang memiliki satuan lux (lx) dan dilambangkan dengan huruf E. Secara matematis :

N = Jumlah lampu

E = Kuat penerangan (Lux)

A = Luas bidang kerja (m²)

Ø = Total nilai pencahayaan lampu dalam satuan lumen

LLF = Light Loss Factor atau faktor kehilangan (0,7 - 0,8)

Cu = Coeffesien of Utilization

n = Jumlah lampu dalam 1 titik

Dimana

Luas bidang kerja (A) = p x l x (h – tb)

p = Panjang ruangan (meter)

l = Lebar ruangan (meter)

h = Tinggi ruangan (meter)

tb = Tinggi bidang kerja (meter)

2.2.2 Lampu

Pada umumnya lampu di klasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu :

1. Lampu Pijar

Lampu ini adalah bohlam yang biasa di pakai untuk penerangan. Cahaya ini berasal dari berpijarnya filamen kawat yang tipis. Filamen ini ditempatkan di dalam lampu

kedap udara supaya panasnya terkonsentrasi di sekitar filamen tersebut.. Kestabilan cahaya yang dihasilkan sangat bergantung pada kestabilan aliran listrik. Jika tegangan listrik turun, maka pijaran cahaya juga meredup.

2. Lampu Pendar

Lampu pendar atau lampu fluorescent diciptakan pada 1938. Cahaya yang dihasilkan berasal dari proses eksitasi gas argon. Cahaya putih yang diperoleh ialah proses lanjutan dari proses eksitasi dengan permukaan fosfor pada bagian dalam tabung lampu.

3. Lampu Light Emitting Diode

Adalah lampu yang memiliki efisiensi yang lebih tinggi dan ramah lingkungan. Dibandingkan jenis lampu pijar dan lampu pendar, penghasil cahaya lampu LED sangat kecil, hanya berukuran kurang dari 1 milimeter persegi.

4. Lampu Halogen

Lampu ini adalah lampu spot yang sangat baik. Lampu spot ialah lampu yang dimana cahayanya hanya mengarah ke satu arah saja. Lampu ini merupakan lampu filamen yang sudah berhasil dikembangkan menjadi lebih terang, namun kebutuhan energi nya (watt) relatif sama.

2.2.3 Kabel

Kabel untuk instalasi listrik terbagi menjadi beberapa macam, yaitu :

1. Kabel NYA

Kabel ini digunakan untuk instalasi kelistrikan rumah dengan ukuran penampang yang biasa digunakan adalah 1,5 milimeter² dan 2,5 milimeter². Kabel ini berinti tunggal, dan memiliki lapisan isolasi PVC. Karena lapisannya hanya satu, kanel ini mudah terkelupas, dan mudah cacat. Kabel ini adalah kabel udara yang mudah di gigit tikus. Untuk pemasangan biasanya kabel ini di pasang di dalam pipa untuk menghindari kerusakan akibat hewan.

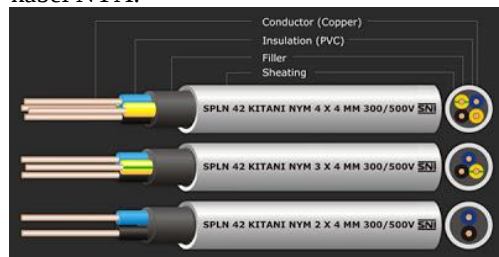


Gambar 2.1 Kabel NYA

2. Kabel NYM

Adalah kabel yang memiliki inti lebih dari 1, dan memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya

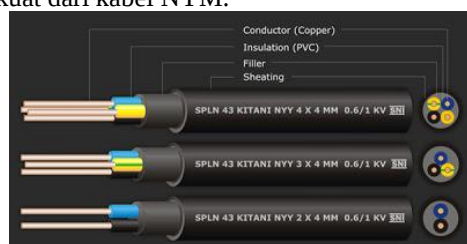
warna putih atau abu-abu). Kabel ini memiliki 2 lapisan isolasi, sehingga lebih aman dari kabel NYA.



Gambar 2.2 Kabel NYM

3. Kabel NYY

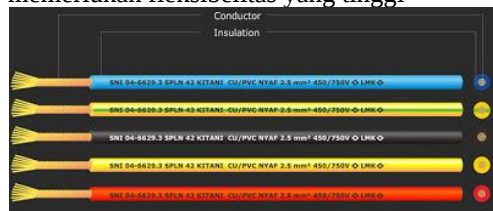
Kabel ini biasa di gunakan pada instalasi dalam tanah dan tetap harus diberikan perlindungan khusus, misalnya memakai duct, atau pipa besi. Kabel ini bisa digunakan untuk instalasi listrik didalam dan diluar ruangan dalam kondisi apapun. Kabel ini berlapis isolasi PVC (biasanya warna hitam), ada yang berinti 2, 3 atau 4 dan memiliki lapisan isolasi yang lebih kuat dari kabel NYM.



Gambar 2.3 Kabel NYY

4. Kabel NYAF

Adalah Kabel yang digunakan pada instalasi di dalam kotak distribusi pipa atau di dalam duct. Jenis kabel ini juga digunakan sebagai kontrol pengendali pada instalasi listrik. Kabel NYAF adalah jenis kabel yang fleksibel, dengan penghantar tembaga serabut ber isolasi PVC. Digunakan untuk instalasi panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi



Gambar 2.4 Kabel NYAF

5. Kabel Marine TPYC

Kabel TPYC adalah kabel dengan bahan penghantar Tined Copper Annealed Stranded Copper (STC) class 2 dengan memiliki bahan pelindung Ethylene Propylene Rubber (EPR). Untuk lapisan ketiganya dilindungi dengan bahan Polyvinyl Chloride (PVC). Sedangkan untuk lapisan keduanya dilindungi dengan pelindung dari Galvernized Steel Wire Braid

(GSWB). Dan untuk lapisan paling luar dilindungi dengan lapisan yang sama pada lapisan ketiga yaitu Polyvinyl Chloride (PVC). Kabel ini biasa digunakan dalam instalasi listrik pada kapal laut karena memiliki ketahanan hingga pada suhu 90° Celcius.



Gambar 2.5 Kabel TPYC

Kabel yang digunakan pada instalasi listrik harus disesuaikan dengan kebutuhannya dan kondisi ruangan yang akan di pasang kabel. Luas penampang kabel juga harus diperhatikan, karena kuat hantar kabel listrik sangat ditentukan oleh penampang kabel dan arus listrik yang mengalir. Berikut adalah tabel kuat hantar arus kabel sesuai dengan ukurannya.

Tabel 2.3 Kuat Hantar Arus Listrik Berdasarkan Luas Penampang Kabel^[6]

No	Luas penampang kabel (mm ²)	Kuat hantar arus (ampere)
1.	1,5	18
2.	2,5	26
3.	4	34
4.	6	44
5.	10	61
6.	16	82
7.	25	108
8.	35	135
9.	50	168
10.	70	207
11.	95	250
12.	120	292

2.2.4 Saklar

Saklar di Instalasi Listrik memiliki fungsi sebagai pemutus dan penghubung arus, baik untuk jaringan listrik arus kuat maupun arus lemah. Saklar Listrik digolongkan menjadi beberapa bagian, menurut jumlah dan kondisi kontak yang dimilikinya, berdasarkan hubungannya, dan berdasarkan pengendalinya.

2.2.4.1 Saklar

Saklar berdasarkan jumlah kontak dan kondisi dibagi menjadi :

1. SPST (*Single Pole Single Throw*)
SPST yaitu Saklar ter sederhana, dimana hanya memiliki 2 Terminal. Contohnya Saklar ON/OFF pada lampu.
2. SPDT (*Single Pole Double Throw*)
SPDT yaitu Saklar yang memiliki 3 Terminal. Saklar ini biasat digunakan sebagai Saklar Pemilih. Contohnya adalah Saklar pemilih Tegangan Input yaitu 110V atau 220V.
3. DPST (*Double Pole Single Throw*)
DPST yaitu saklar yang memiliki 4 Terminal. DPST juga dapat di definisikan sebagai 2 Saklar SPST yang dikendalikan dalam satu mekanisme.
4. DPDT (*Double Pole Double Throw*)
DPDT yaitu saklar yang memiliki 6 Terminal. DPDT dapat di definisikan sebagai 2 Saklar SPDT yang dikendalikan dalam satu mekanisme.

2.2.5 Panel Distribusi

Panel Distribusi merupakan panel pembagi yang berfungsi menyalurkan arus listrik dari sumber daya ke beban listrik. Panel Distribusi terbagi menjadi 2 yaitu, Panel Utama dan Panel Tiap Lantai.

2.2.5.1 Panel Utama

Panel Utama merupakan panel yang digunakan untuk membagi daya listrik dari sumber daya listrik Generator Set maupun listrik PLN ke Panel pembagi pada tiap lantai. Generator Set (genset) merupakan pembangkit listrik yang digunakan kapal untuk memenuhi kebutuhan listrik saat melakukan pelayaran, sedangkan sumber daya listrik dari PLN digunakan pada saat kapal bersandar. Pada panel utama selalu dilengkapi dengan sistem proteksi seperti MCCB dan MCB dimana kapasitas yang dipasang pada panel ini lebih besar dari pada yang dipasang pada panel tiap lantai dan Pada setiap Panel distribusi pada sebuah kapal selalu dilengkapi dengan panel sinkron, yaitu panel yang berfungsi untuk memindahkan beban dari generator satu ke generator yang lainnya tanpa harus memutuskan aliran listrik. Untuk melakukan sinkronisasi generator harus ada kesamaan dari empat kondisi atau parameter. Parameter tersebut yaitu:

1. Tegangan
2. Frekuensi
3. Perbedaan fasa (sudut fasa)
4. Urutan fasa

2.2.5.2 Panel Tiap Lantai

Panel Tiap Lantai merupakan panel yang menyalurkan dan membagi daya listrik dari panel utama menuju peralatan yang membutuhkan daya seperti pencahayaan, stop kontak, maupun panel distribusi yang lebih kecil. Sistem proteksi yang dipasang pada panel ini mempunyai ukuran yang

atau kapasitas yang lebih kecil daripada yang ada di panel utama.

2.3 Sistem Proteksi

Sistem Proteksi pada sistem tenaga listrik ialah sistem pengaman terhadap peralatan maupun instrumen listrik yang terpasang, misal: Generator, Transformator, Jaringan Transmisi dan distribusi terhadap kondisi abnormal dari sistem tersebut. Kondisi abnormal itu misalnya:

1. Korsleting listrik
2. Tegangan hunting / tidak stabil
3. Beban lebih
4. Frekuensi hunting / tidak stabil

Fungsi sistem proteksi adalah :

1. Untuk meminimalisir terjadinya kerusakan peralatan listrik yang disebabkan oleh gangguan listrik.
2. Untuk melayani kebutuhan listrik dengan optimal kepada konsumen.
3. Untuk memberi keamanan pada manusia terhadap bahaya yang di akibatkan oleh listrik.

Supaya sistem proteksi dapat di kategorikan baik dan benar, maka perlu memperhatikan faktor-faktor berikut :

1. Macam-macam saluran yang di proteksi
2. Pentingnya saluran yang di amankan
3. Kemungkinan banyaknya gangguan

Peralatan inti yang di gunakan untuk mendeteksi dan memerintahkan peralatan proteksi bekerja adalah relay.

2.3.1 Syarat-syarat Relay Pengaman

1. Cepat bereaksi

Relay cepat merespon bila mengalami gangguan atau trouble. Kecepatan reaksi relay ialah pada saat relay merasakan adanya gangguan sampai pelepasan circuit breaker (C.B) karena perintah dari relay tersebut. Waktu bereaksi ini harus secepat mungkin sehingga menghindarkan kerusakan pada alat-alat.

2. Selektif

Selektif adalah cermat memilih pada saat melaksanakan pengamanan, dimana ini menyangkut koordinasi pengaman dari sistem secara keseluruhan. Untuk mendapatkan keandalan yang lebih tinggi, maka relay pengaman harus mempunyai kemampuan selektif yang baik. Dengan ini relay dapat bekerja dengan tepat dan dapat meminimalisir gangguan menjadi sekecil mungkin.

3. Stabilitas

Stabilitas merupakan sifat yang tetap inoperatif bila gangguan terjadi diluar zona yang melindungi (gangguan luar).

2.3.2 Klasifikasi Relay

Relay dapat dibedakan menurut klasifikasinya, yaitu:

1. Relay menurut prinsip kerjanya :
 - a. Relay elektromagnetik
 - b. Relay termis
 - c. Relay elektronis
2. Relay menurut konstruksinya :
 - a. Relay angker tarikan
 - b. Relay batang seimbang
 - c. Relay cakram induksi
 - d. Relay kap induksi
3. Relay menurut besaran yang diukur
 - a. Relay tegangan
 - b. Relay arus
 - c. Relay impedansi
 - d. Relay frekuensi
4. Relay menurut cara hubung sensing element
 - a. Relay Primer, yaitu relay yang elementnya berhubungan dengan sirkit yang di amankan secara langsung
 - b. Relay Sekunder, yaitu relay yang elementnya mendapat arus maupun tegangan dari dari trafo secara tidak langsung

2.3.3 Menentukan Besar Kapasitas MCB

MCB merupakan peralatan proteksi yang berfungsi untuk memberikan perlindungan terhadap resiko hubungan singkat (korsleting) dan beban lebih. Pemasangan MCB juga dapat membatasi daya listrik yang digunakan di rumah agar tidak kelebihan beban yang dapat menyebabkan MCB trip. Untuk menentukan MCB yang sesuai perlu menentukan besarnya total daya listrik (watt) dan total arus listrik (ampere) yang terpakai di rumah. Kapasitas MCB yang akan digunakan dapat ditentukan dengan rumus :

$$P = V \times I \times \cos \Phi \text{ untuk listrik 1 fasa (2.2)}$$

$$P = V \times I \times \cos \Phi \times \sqrt{3} \text{ untuk listrik 3 fasa (2.3)}$$

P = Daya listrik(watt)
V = Tegangan listrik(volt)
I = Arus listrik(ampere)
Cos Φ = Faktor daya

2.3.4 Sistem Grounding

Dalam instalasi kelistrikan, pentanahan adalah hal wajib pada suatu jaringan listrik. Suatu tegangan diukur pada satu titik dengan titik lainnya, dan sebagai titik acuannya adalah grounding. Bila referensi pada sat pengukuran tegangan adalah tanah maka titik pentanahan itu menjadi grounding. Karena titik pembumian pada kapal tidak berhubungan dengan tanah, maka lambung kapal digunakan sebagai pengganti bumi.

2.4 Diagram Pengawatan

Diagram Pengawatan adalah gambar elektro teknik yang di wakilkkan dengan simbol yang menyatakan hubungan antara suatu bagian atau suatu rangkaian dalam peralatan atau suatu instalasi listrik.

2.4.1 Manfaat Diagram Pengawatan

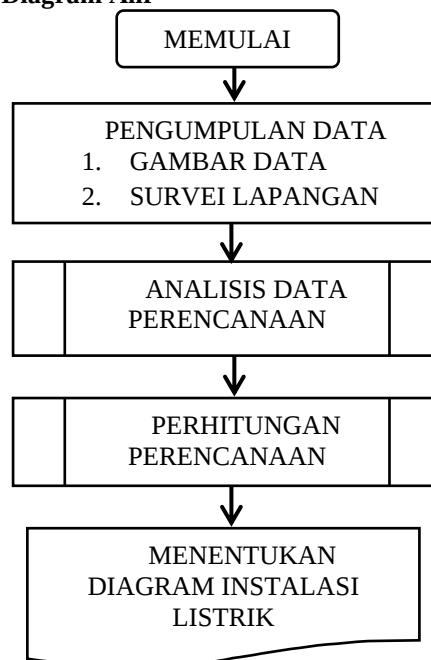
1. Untuk mengerti cara kerja pada suatu instrument, peralatan, atau sebuah instalasi.
2. Untuk membantu pada saat akan menginstall suatu peralatan listrik maupun instalasi listrik.
3. Untuk mempermudah dan mencari trouble pada peralatan listrik atau pada sebuah instalasi

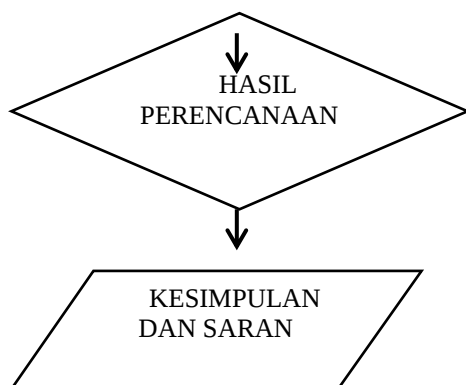
2.4.2 Macam-macam Diagram Pengawatan

1. Diagram Layout, untuk menunjukkan letak suatu alat, saklar, terminal dan lain-lain.
2. Diagram Internal, untuk menunjukkan rangkaian suatu alat secara internal.
3. Diagram Penyambungan, untuk menunjukkan penomoran terminal suatu alat, dan harus di sambung ke nomor terminal lain.
4. Diagram Terminal, untuk menunjukkan penghantar dengan suatu kode pengawatan tertentu yang di sambung pada suatu terminal.
5. Diagram garis tunggal, untuk menggambarkan suatu rangkaian sangat sederhana dari suatu sirkit yang hanya menunjukan cara operasi dan fungsi dari instalasi listrik.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir





Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan.

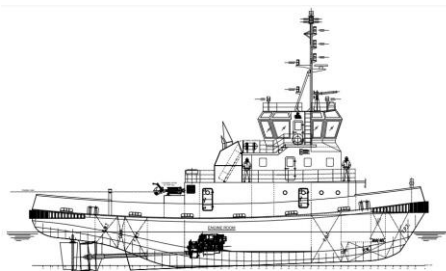
3.2 Tahapan Perencanaan

Tahapan perencanaan Instalasi listrik pada sebuah kapal terbagi menjadi:

1. Diskripsi Kapal
2. Perhitungan jumlah beban
3. Perhitungan pencahayaan ruangan
4. Perhitungan kapasitas pengaman
5. Menentukan sistem proteksi terpasang
6. Diagram garis tunggal

3.2.1 Tahapan Perencanaan

Kapal Tugboat Anggada IX merupakan Kapal milik Pelindo 4 yang berada di wilayah Makassar, Sulawesi Selatan. Kapal Ini memiliki ukuran panjang 29 meter, lebar 8,2 meter, dan tinggi 10 meter. Memiliki 4 lantai yang terdiri dari lantai bawah (*bottom deck*), lantai utama (*main deck*), lantai atas (*upper deck*) dan lantai anjungan (*wheel house*). *Bottom deck* terdiri dari 5 ruangan, yaitu ruang steering gear, ruang MCR atau ECR (*Engine Control Room*), ruang mesin, ruang Diesel Generator, dan Ruang Jangkar. Untuk ruang *main deck* terdiri dari 7 ruangan, yaitu ruang perlengkapan, dapur, toilet 1, toilet 2, toilet 3, kamar abk 1, dan kamar abk 2. Untuk ruang Upper Deck terdiri dari 8 ruangan, yaitu ruang KKM, ruang Captain, Lounge room, toilet, ruang perlengkapan, dan deck depan, samping, dan belakang. Dan untuk lantai Anjungan memiliki 1 ruangan yaitu ruang Radio dan ruang Navigasi yang menjadi satu. Beban listrik yang akan direncanakan pada kapal ini yaitu, AC, Lampu penerangan AC dan DC, Motor listrik, Peralatan Navigasi, dan sistem Proteksi untuk mengamankan Diesel Generator.



Gambar 3.2 Kapal Tugboat Anggada IX

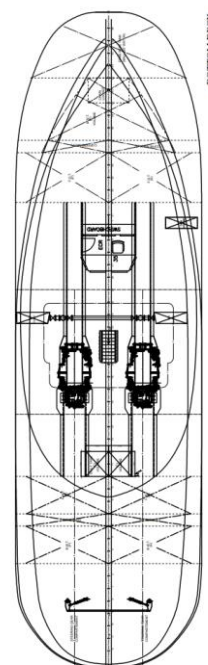
3.2.2 Beban Ruangan

3.2.2.1 Buttom Deck

Bottom deck terbagi menjadi 5 ruangan. Berikut adalah data ruangan beserta beban yang terpasang pada ruangan tersebut.

Tabel 3.1 Beban Ruangan Buttom Deck

No	Ruangan	Luas Ruangan	Lampu dan stopkontak
1.	Steering gear	12 m ²	Lampu Flouresent 18 watt, lampu DC, stopkontak 1980 watt
2.	MCR	13,8 m ²	Lampu Flouresent 18 watt, lampu DC, stopkontak 1980 watt
3.	Ruang Engine	58 m ²	Lampu Flouresent 18 watt, lampu DC, stopkontak 1980 watt
4.	Ruang Diesel Generator	15 m ²	Lampu Flouresent 18 watt, lampu DC, stopkontak 1980 watt
5.	Ruang Jangkar	3 m ²	Lampu Ceiling 20 watt



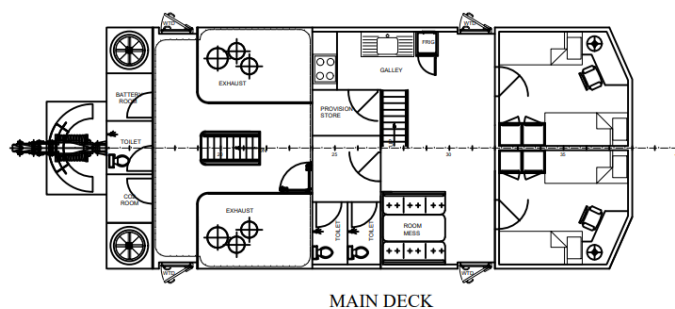
Gambar 3.2 Buttom Deck

3.2.2.2 Main Deck

Main deck terbagi menjadi 7 ruangan, berikut adalah data ruangan beserta beban yang terpasang pada ruangan tersebut.

Tabel 3.2 Beban Ruangan Main Deck

No	Ruangan	Luas Ruangan	Jenis Lampu
1.	Ruang Toilet 1	5 m ²	Lampu flouresent 18 watt
2.	Ruang Toilet 2	5 m ²	Lampu flouresent 18 watt
3.	Ruang Toilet 3	5 m ²	Lampu flouresent 18 watt
4.	Ruang Perlengkapan	8 m ²	Lampu flouresent 18 watt, stopkontak 1980 watt
5.	Dapur	9,4 m ²	Lampu flouresent 18 watt
6.	Koridor Belakang	6 m ²	Lampu ceiling(lampu pijar) 20 watt
7.	Koridor Depan	9 m ²	Lampu flouresent 18 watt, Lampu DC
8.	Ruang ABK 1	5 m ²	Lampu flouresent 18 watt, Lampu DC, stopkontak 2 x 396 watt, lampu tidur 5 watt
9.	Ruang ABK 2	5 m ²	Lampu flouresent 18 watt, Lampu DC, stopkontak 2 x 396 watt, lampu tidur 5 watt
10.	Deck Samping	8 m ²	Lampu Ceiling 20 watt, Lampu DC
11.	Deck Depan	18 m ²	Spot light 2 x 100 watt



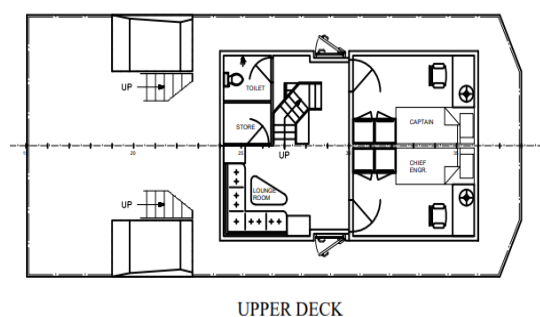
Gambar 3.3 Main Deck

3.2.2.3 Upper Deck

Upper deck terbagi menjadi 5 ruangan, berikut adalah data ruangan beserta beban yang terpasang pada ruangan tersebut.

Tabel 3.3 Beban Ruangan Upper Deck

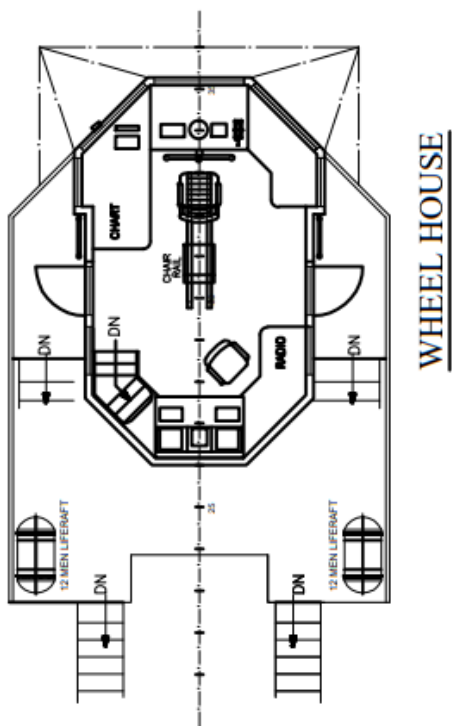
No	Ruangan	Luas Ruangan	Lampu dan stopkontak
1.	Kamar Chief Engineer/ KKM	12 m ²	Lampu Flouresent 18 watt, lampu DC, stopkontak 1980 watt
2.	Kamar Captain	12 m ²	Lampu Flouresent 18 watt, lampu DC, stopkontak 1980 watt
3.	Lounge Room	12 m ²	Lampu Flouresent 18 watt, lampu DC, stopkontak 1980 watt
4.	Toilet	6 m ²	Lampu Flouresent 18 watt, lampu DC, stopkontak 1980 watt
5.	Ruang Perlengkapan	6 m ²	Lampu Ceiling 20 watt
6.	Deck Depan	4 m ²	Spot light 1 x 100 watt
7.	Deck samping	6 m ²	Spot light 1 x 100 watt
8.	Deck Belakang	5 m ²	Spot light 1 x 100 watt



Gambar 3.4 Upper Deck

Anjungan terbagi menjadi 3 ruangan, berikut adalah data ruangan beserta beban yan terpasang pada ruangan tersebut.

No	Ruangan	Luas ruangan	Jenis Lampu
1.	Ruang radio	3 m ²	Lampu downlight(lampu pijar) 10 watt, stopkontak 396 watt
2.	Ruang navigasi	12 m ²	Lampu flourescent 18 watt, stopkontak 396 watt
3.	Dashboard	6 m ²	Lampu ceiling 20 watt, stopkontak 396 watt
4.	Deck belakang atas	12 m ²	Spot light 2 x 100 watt



Motor listrik yang di pakai adalah jenis motor 1 fasa dan 3 fasa. Yang dipasang pada ruang mesin, ruang steering, ruang DG, dan ruang jangkar, yaitu:

No	Kegunaan	Jumlah	Keterangan
1.	Blower hisap mesin	2	3 fasa

2.	Blower tekan mesin	2	3 fasa
3.	Blower hisap DG	1	3 fasa
4.	Blower tekan DG	1	3 fasa
5.	Pompa Lensen	2	3 fasa
6.	Pompa Gearbox	2	
7.	Pompa transfer BBM	2	1 fasa
8.	Pompa air tawar	1	1 fasa
9.	Separator	1	3 fasa
10.	Pompa Steering	1	3 fasa
11.	Motor Jangkar	1	3 fasa

Pada sistem proteksi, ada beberapa komponen yang digunakan dan memiliki fungsi masing masing. Komponen tersebut adalah

1. MCB, yaitu pengaman arus bocor dan beban lebih yang langsung dihubungkan dan untuk mengamankan beban listrik. Dipasang di dalam panel utama ruang mesin dan panel distribusi yang terdapat pada lower deck, upper deck, serta yang ada pada anjungan.
2. MCCB, yaitu pengaman arus bocor dan beban lebih pada rangkaian instalasi listrik. Sama seperti MCB akan tetapi pemasangannya hanya terdapat pada panel utama.
3. Fuse, yaitu pengaman arus bocor dan beban lebih. Seperti mcb akan tetapi pemasangan fuse ini selalu dibawah rangkaian instalasi mcb dan berada lebih dekat dengan beban yang diamankan.

1. Under Voltage Relay(UVR), komponen listrik yang digunakan untuk mengamankan tegangan terendah tiap fase yang dikeluarkan oleh diesel generator. Komponen ini hanya dipasang pada panel utama.
2. Open Current Relay(OCR), komponen listrik yang terdapat pada panel utama, dan digunakan untuk mengamankan arus listrik yang dikeluarkan dari diesel generator saat melebihi setingan dari OCR.
3. Reverse Power Relay(RPR), komponen listrik yang digunakan untuk memonitor daya dari diesel generator yang sedang beroperasi secara paralel agar mencegah kondisi berbaliknya arah aliran daya.

4. HASIL PERENCANAAN

4.1 Kuat Penerangan dan Banyaknya Titik Lampu

Untuk menghitung banyaknya lampu yang dibutuhkan pada masing masing ruangan, semua tergantung pada fungsi dan luas ruangan. Perhitungan yang baik bermaksud untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang sesuai fungsi ruangan tersebut. Sebagai contoh perhitungan lampu, penulis mengambil contoh pada 2 buah ruangan. Yaitu MCR dan Kamar tidur ABK 1, untuk ruangan yang lain perhitungannya dapat melihat pada tabel 4.1

1. Contoh perhitungan penerangan ruang MCR

Data ruangan :

p = 2 meter

l = 6 meter

h = 1,9 meter

tb = 0,75 meter

ϕ = 18 watt x 75 lumen = 1350 lumen

n = 2 lampu.

Pada sistem penerangan secara langsung dengan warna plafon dan dinding terang, nilai koefisien atau Cu adalah 0,5 sampai 0,65. Sebagai contoh untuk perhitungan ini digunakan nilai Cu sebesar 0,5.

LLF atau Light Loss Factor tergantung pada kebersihan sumber cahaya, tipe kap lampu, dan penyusutan cahaya dari lampu. Nilai LLF sebesar 0,7 sampai 0,8. Sebagai contoh untuk perhitungan ini digunakan LLF sebesar 0,7.

MCR adalah ruang kerja untuk mengontrol kondisi mesin saat berlayar, sehingga besarnya kuat penerangan pada ruangan itu antara 120 lux sampai 250 lux. Dan untuk perhitungan ini digunakan kuat penerangan sebesar 250 lux.

Berdasarkan persamaan (2.1), maka dapat dihitung jumlah lampu :

$$N = \frac{E \times A}{\phi \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{250 \text{ lux} \times 13,8}{1350 \text{ lumen} \times 0,7 \times 0,5 \times 2 \text{ lampu}}$$

$$N = \frac{3450}{945}$$

$$N = 3,65$$

Sehingga dibutuhkan 4 (dibulatkan) titik lampu untuk ruang MCR.

2. Contoh perhitungan penerangan ruang ABK 1

Data ruangan :

p = 3 meter

l = 1,5 meter

h = 1,8 meter

tb = 0,75 meter

ϕ = 18 watt x 75 lumen = 1350 lumen

n = 2 lampu.

Untuk sistem penerangan secara langsung dengan warna plafon dan dinding terang, nilai koefisien atau Cu adalah 0,5 sampai 0,65. Sebagai contoh untuk perhitungan ini digunakan nilai Cu sebesar 0,5.

LLF atau Light Loss Factor tergantung pada kebersihan sumber cahaya, tipe kap lampu, dan penyusutan cahaya dari lampu. Nilai LLF sebesar 0,7 sampai 0,8. Sebagai contoh untuk perhitungan ini digunakan LLF sebesar 0,7.

Kuat penerangan untuk ruang tidur adalah 120 sampai 250 lux. Dan untuk perhitungan ini digunakan kuat penerangan sebesar 250 lux.

Berdasarkan persamaan (2.1), maka dapat dihitung jumlah lampu :

$$N = \frac{E \times A}{\phi \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{250 \text{ lux} \times 4,725}{1350 \text{ lumen} \times 0,7 \times 0,5 \times 2 \text{ lampu}}$$

$$N = \frac{1181}{945}$$

$$N = 1,25$$

Sehingga titik lampu yang dibutuhkan untuk kamar tidur ABK 1 adalah 1 titik lampu (dibulatkan).

Berdasarkan 2 contoh perhitungan dengan menggunakan persamaan (2.1) maka hasil perhitungan kuat penerangan sesuai dengan standar pada setiap ruangan kapal dapat ditentukan.

4.1.1 Kuat Penerangan dan Banyaknya Titik Lampu Pada Bottom Deck

Bottom deck adalah deck paling bawah pada KT. ANGGADA IX, terdiri dari beberapa ruangan. Ruangan tersebut adalah :

1. Ruang steering gear
2. Ruang MCR
3. Ruang mesin
4. Ruang Diesel Generator
5. Ruang jangkar.

Untuk perhitungan titik lampu menggunakan persamaan (2.1) dan berdasarkan tabel 2.1, 2.2, dan 3.1 maka didapatkan hasil seperti tabel 4.1. Banyaknya titik lampu pada tabel 4.1 adalah jumlah titik lampu minimal dan maksimal yang dapat dipasang pada setiap ruangan.

Untuk jumlah titik lampu minimal menggunakan nilai Cu sebesar 0,65 , nilai LLF sebesar 0,8 dan standar pencahayaan yang paling minimal.

Untuk jumlah titik lampu maksimal menggunakan nilai Cu sebesar 0,5 , nilai LLF sebesar 0,7 dan standar pencahayaan yang paling maksimal.

Tabel 4.1 Banyaknya Titik Lampu Pada Ruangan Bottom Deck

No	Ruangan	Luas Ruangan	Jenis Lampu	Standar pencahayaan	Titik lampu	
					Min	Max
1.	Steering gear	12 m ²	Lampu Flouresen t 36 watt	120 lux – 250 lux	1	3
2.	MCR	13,8 m ²	Lampu Flouresen t 18 watt	120 lux – 250 lux	1	4
3.	Ruang Engine	58 m ²	Lampu flouresent 18 watt	120 lux – 250 lux	5	15
4.	Ruang Diesel Generator	15 m ²	Lampu flouresent 18 watt	120 lux – 250 lux	2	4
5.	Ruang Jangkar	3 m ²	Lampu Ceiling 20 watt	120 lux – 250 lux	1	1

4.1.2 Kuat Penerangan dan Banyaknya Titik Lampu Pada Main Deck

Main deck adalah deck inti atau deck tengah pada KT. ANGGADA IX, terdiri dari beberapa ruangan. Ruangan tersebut adalah :

1. Ruang Toilet 1
2. Ruang Toilet 2
3. Ruang Toilet 3
4. Ruang Perlengkapan
5. Dapur
6. Koridor Belakang
7. Ruang ABK 1
8. Ruang ABK 2
9. Deck Samping
10. Deck Depan

Untuk perhitungan titik lampu menggunakan persamaan (2.1) dan berdasarkan tabel 2.1, 2.2, dan 3.2 maka didapatkan hasil seperti tabel 4.2. Banyaknya titik lampu pada tabel 4.2 adalah jumlah titik lampu minimal dan maksimal yang dapat dipasang pada setiap ruangan.

Untuk jumlah titik lampu minimal menggunakan nilai Cu sebesar 0,65 , nilai LLF sebesar 0,8 dan standar pencahayaan yang paling minimal.

Untuk jumlah titik lampu maksimal menggunakan nilai Cu sebesar 0,5 , nilai LLF sebesar 0,7 dan standar pencahayaan yang paling maksimal.

Tabel 4.2 Banyaknya Titik Lampu pada Ruangan Main Deck

No	Ruangan	Luas Ruangan	Jenis Lampu	Standar pencahayaan	Titik lampu	
					Min	Max
1.	Toilet 1	5 m ²	Lampu Ceiling (lampu pijar) 20 watt	250 lux	1	1
2.	Toilet 2	5 m ²	Lampu Ceiling 20 watt	250 lux	1	1
3.	Toilet 3	5 m ²	Lampu Ceiling 20 watt	250 lux	1	1
4.	Ruang Perlengkapan	6,3 m ²	Lampu Ceiling 20 watt	150 lux	1	1
5.	Dapur	9,4 m ²	Lampu	250 lux	1	2

			Flouresen t 18 watt			
6.	Koridor	4,4 m ²	Lampu Flouresen t 20 watt	100 lux	1	1
7.	Ruang ABK 1	5 m ²	Lampu Flouresen t 18 watt	120 lux – 250 lux	1	1
8.	Ruang ABK 2	5 m ²	Lampu flouresent 18 watt	120 lux – 250 lux	1	1
9.	Deck Samping	5 m ²	Lampu Ceiling 20 watt	60 lux	1	2
10.	Deck Depan	15 m ²	Lampu Spotlight 100 watt	120 lux – 250 lux	1	1
11.	Deck Belakang	21 m ²	Lampu Spotlight 100 watt	120 lux – 250 lux	1	1

4.1.3 Kuat Penerangan dan Banyaknya Titik Lampu Pada Upper Deck

Upper deck adalah deck di atas main deck tengah pada KT. ANGGADA IX, terdiri dari beberapa ruangan. Ruangan tersebut adalah :

1. Kamar Chief Engineer
2. Kamar Captain
3. Toilet
4. Ruang Perlengkapan
5. Lounge Room
6. Deck Depan
7. Deck Samping
8. Deck Belakang

Tabel 4.3 Banyaknya Titik Lampu pada Ruangan Upper Deck

No	Ruangan	Luas Ruangan	Jenis Lampu	Standar pencahayaan	Titik lampu	
					Min	Max
1.	Ruang Chief Engineer	12 m ²	Lampu Flouresent 18 watt	120 lux – 250 lux	1	2
2.	Ruang Captain	12 m ²	Lampu Flouresent 18 watt	120 lux – 250 lux	1	2
3.	Toilet	6 m ²	Lampu Ceiling 20 watt	250 lux	1	1
4.	Ruang Perlengkapan	6 m ²	Lampu Ceiling 20 watt	150 lux	1	1
5.	Lounge Room	12 m ²	Lampu Flouresent 18 watt	120 lux – 250 lux	1	2
6.	Deck Depan	5 m ²	Lampu Spotlight 100 watt	120 lux – 250 lux	1	1
7.	Deck Samping	6 m ²	Lampu Spotlight 100 watt	120 lux – 250 lux	1	1
8.	Deck Belakang	6 m ²	Lampu Spotlight 100 watt	120 lux – 250 lux	1	1

4.1.4 Kuat Penerangan dan Banyaknya Titik Lampu Pada Anjungan

Anjungan atau Wheel House adalah ruang kemudi pada KT. ANGGADA IX, terdiri dari beberapa ruangan. Ruangan tersebut adalah :

1. Ruang Radio
2. Ruang Navigasi
3. Dashboard
4. Deck Belakang

Tabel 4.4 Banyaknya Titik Lampu pada Ruangan Anjungan

No	Ruangan	Luas Ruangan	Jenis Lampu	Standar pencahayaan	Titik Lampu	
					Min	Max
1.	Ruang Radio	3 m ²	Lampu Ceiling 18 watt	120 lux – 250 lux	1	2
2.	Ruang Navigasi	12 m ²	Lampu Fluorescent 18 watt	120 lux – 250 lux	1	3
3.	Dashboard	6 m ²	Lampu Ceiling 20 watt	120 lux – 250 lux	1	1
4.	Deck Belakang	6 m ²	Lampu Spotlight 100 watt	120 lux – 250 lux	1	1

4.1.5 Lampu Emergency

Lampu emergency merupakan lampu yang digunakan pada saat penerangan utama padam. Lampu ini di setting pada panel DC agar dapat menyala secara otomatis saat sumber listrik pada penerangan utama tiba tiba padam. Lampu emergency menggunakan tegangan 24 volt DC yang bersumber dari baterai, sehingga saat sumber listrik berupa generator maupun PLN padam tidak akan mempengaruhi nyala pada lampu ini. Lampu emergency tidak dipasang pada setiap ruangan akan tetapi hanya dipasang pada ruangan yang harus mendapat penerangan setiap saat seperti koridor, ruang mesin, ruang DG, MCR dan lainnya. Untuk penjelasan ruangan yang dipasang lampu emergency terdapat pada gambar 4. 11

4.2 Pemilihan Penghantar dan Pengaman Instalasi

Pemilihan penghantar lebih baik dilihat dahulu dari pengenalan yang tertulis di kabel tersebut. Yaitu sekurang kurangnya pada kabel tersebut tertera :

1. Tanda pengenal atau cap stempel standar SNI, SPLN
2. Tanda pengenal produsen atau pabrik pembuatnya
3. Jumlah ukuran dan inti pada kabel tersebut

Untuk menghindari kerusakan pada penghantar maka harus memperhitungkan luas penghantar dengan cermat. Kerusakan pada penghantar disebabkan arus yang mengalir pada penghantar tersebut melebihi kapasitas KHAny.

Untuk mendapatkan besar nilai KHA suatu penghantar, maka harus terlebih dahulu ditentukan

nilai arus maksimal yang akan melewati penghantar tersebut.

1. Perhitungan luas penampang penghantar pada panel bottom deck (ruang MCR)
Karena beban yang dipakai adalah 2 lampu 18 watt, dan 2 stopkontak 396 watt. Sehingga total beban adalah 838 watt, dengan cos Φ di asumsikan 0,9 maka berdasarkan persamaan (2.2) arus maksimal yang melewati penghantar tersebut adalah :

$$I = \frac{P}{V \times \cos \Phi}$$

I pada Daya 1 fasa

$$I = \frac{838 \text{ watt}}{220 \text{ volt} \times 0,9}$$

I = 4,23 ampere

Berdasarkan tabel 2.3, dengan nilai I sebesar 4,23 ampere maka ukuran penghantar yang sesuai adalah 1,5 mm² dan ukuran penghantar kabel yang dipilih adalah 2 x 1,5 mm². Dengan pengaman MCB yang dipasang adalah 6 ampere.

2. Perhitungan luas penampang penghantar pada panel upper deck (ruang captain)
Karena beban yang dipakai adalah lampu 2 lampu 18 watt, 1 lampu tidur 5 watt, dan 2 stopkontak 396 watt. Sehingga total beban adalah watt, dengan cos Φ adalah 0,9 maka arus maksimal yang melewati penghantar tersebut adalah :

$$I = \frac{P}{V \times \cos \Phi}$$

I pada daya 1 fasa

$$I = \frac{833 \text{ watt}}{220 \text{ volt} \times 0,9}$$

I = 4,2 ampere

Berdasarkan tabel 2.3, dengan nilai I sebesar 4,2 ampere maka ukuran penghantar yang sesuai adalah 1,5 mm² dan ukuran penghantar kabel yang dipilih adalah 2 x 1,5 mm². Dengan pengaman MCB yang dipasang adalah 6 ampere.

Untuk perhitungan luas penampang penghantar dan besar kapasitas pengaman berdasarkan persamaan (2.2) dan contoh diatas didapatkan hasil seperti table di bawah :

Tabel 4.4 Besarnya Ukuran Penghantar dan Pengaman MCB Pada Ruangan Lower Deck.

No.	Ruangan	Tegangan (volt)	Cos Φ	Beban (watt)	Ukuran penghantar (mm ²)	Pengaman MCB (ampere)
1.	Steering gear	220	0,9	2.052	2,5	16
2.	MCR	220	0,9	2.052	1,5	16
3.	Ruang Engine	220	0,9	2.268	2,5	16
4.	Ruang Diesel	220	0,9	2.052	2,5	16

	Generator					
5.	Ruang Jangkar	220	0,9	20	1,5	2

Tabel 4.5 Besarnya Ukuran Penghantar dan Pengaman MCB Pada Ruangan Main Deck.

No.	Ruangan	Tegangan (volt)	Cos Φ	Beban (watt)	Ukuran penghantar (mm ²)	Pengaman MCB (ampere)
1.	Toilet 1	220	0,9	22,5	1,5	2
2.	Toilet 2	220	0,9	22,5	1,5	2
3.	Toilet 3	220	0,9	22,5	1,5	2
4.	Ruang Perlengkapan	220	0,9	20	1,5	2
5.	Dapur	220	0,9	72	1,5	2
6.	Koridor	220	0,9	20	1,5	2
7.	Ruang ABK 1	220	0,9	891	1,5	6
8.	Ruang ABK 2	220	0,9	891	1,5	6
9.	Deck Samping	220	0,9	112,5	1,5	2
10.	Deck Depan	220	0,9	112,5	1,5	2
11.	Deck Belakang	220	0,9	112,5	1,5	2

Tabel 4.6 Besarnya Ukuran Penghantar dan Pengaman MCB Pada Ruangan Upper Deck.

No.	Ruangan	Tegangan (volt)	Cos Φ	Beban (watt)	Ukuran penghantar (mm ²)	Pengaman MCB (ampere)
1.	Kamar Chief Engineer	220	0,9	879,75	1,5	6
2.	Kamar Captain	220	0,9	4236,5	1,5	25
3.	Toilet	220	0,9	22,5	1,5	2
4.	Deck Depan	220	0,9	112,5	1,5	2
5.	Deck Samping	220	0,9	112,5	1,5	2
6.	Deck Belakang	220	0,9	112,5	1,5	2
7.	Ruang Perlengkapan	220	0,9	861,75	1,5	6
8.	Lounge Room	220	0,9	4236,5	1,5	25

Tabel 4.7 Besarnya Ukuran Penghantar dan Pengaman MCB Pada Ruangan Anjungan

No.	Ruangan	Tegangan (volt)	Cos Φ	Beban (watt)	Ukuran penghantar (mm ²)	Pengaman MCB (ampere)
1.	Ruang Radio	220	0,9	4236,5	1,5	25
2.	Ruang Navigasi	220	0,9	4257	1,5	25
3.	Dashboard	220	0,9	22,5	1,5	2
4.	Deck Belakang	220	0,9	112,5	1,5	2

4.3 Pemilihan Peralatan Listrik Untuk Luar Ruangan

Pemilihan peralatan listrik pada instalasi perkapalan sama dengan pemilihan peralatan listrik untuk instalasi pada bangunan untuk dalam ruangan, tetapi untuk di luar ruangan memiliki sedikit perbedaan. Pada kapal, peralatan listrik seperti lampu, stopkontak, steker, dan saklar yang di pasang pada luar ruangan harus memiliki standar *marine*,

karena itu merupakan standar yang di gunakan untuk keamanan instalasi listrik yang di pasang.

4.4 Pemilihan Motor Listrik

Sesuai data terlampir pada tabel 3.4, terdapat beberapa motor yang membutuhkan torsi besar maupun torsi kecil tetapi memiliki kecepatan yang tinggi. Motor yang harus memiliki torsi besar yaitu, blower tekan mesin, pompa steering, pompa pendingin gearbox, dan motor jangkar. Dan untuk motor yang membutuhkan kecepatan yang tinggi dengan torsi kecil yaitu blower hisap mesin, blower hisap DG, blower tekan DG, separator, pompa lensen, pompa transfer bbm, dan pompa air tawar.

Tabel 4.7 Besar daya pada listrik motor dan pengaman yang digunakan pada KT. ANGGADA IX

No.	Kegunaan	Daya listrik (watt)	Hubungan	Rangkaian control	Kapasitas pengaman (ampere)
1.	Blower hisap mesin	1500	Star	Starter DOL	10
2.	Blower tekan mesin	4000	Star	Starter DOL	20
3.	Blower hisap DG	1500	Star	Starter DOL	10
4.	Blower tekan DG	1500	Star	Starter DOL	10
5.	Pompa lensen	1500	Star	Starter DOL	10
6.	Pompa Gearbox	2200	Star	Starter DOL	20
7.	Pompa transfer BBM	746	Star	Starter DOL	6
8.	Pompa air tawar	250	-	-	6
9.	Separator	1500	Star	Starter DOL	10
10.	Pompa Steering	5500	Star	Starter DOL	25
11.	Motor Jangkar	2000	-	Forward reverse	10

4.5 Pemilihan Penghantar dan Pengaman Instalasi

Sistem Proteksi pada suatu sistem tenaga listrik adalah sistem pengaman yang di lakukan terhadap peralatan-peralatan listrik yang terpasang pada sistem tenaga listrik yang terdapat pada KT. ANGGADA IX yaitu Beban Listrik dan Generator terhadap kondisi abnormal dari sistem itu sendiri. Untuk mengamankan hubung singkat dan beban lebih pada beban listrik menggunakan pengaman MCB dan MCCB unruk kapasitas MCB yang dipake pada beban listrik di KAL Sangihe terdapat pada data diatas sedangkan untuk pengaman atau sistem proteksi pada generator terdapat di bawah ini.

4.5.1 Reverse Power Relay

Reverse power Relay adalah relay yang mendeteksi arah aliran daya yang biasanya

digunakan untuk memonitor daya sebuah generator yang beroperasi secara paralel dengan generator lain. Fungsi relay ini adalah mencegah berbaliknya arah aliran daya sehingga mengalir dari bus (saluran utama) menuju generator tersebut. Kondisi ini muncul karena terjadinya gangguan pada penggerak utama (prime mover seperti : turbin atau engine) dari salah satu generator yang bekerja paralel.

4.5.2 Over Current Relay

Over Current Relay merupakan relay yang bekerja berdasar adanya kenaikan arus dimana arus tersebut dinilai melebihi nilai dari pengaman dalam jangka waktu tertentu sehingga relai ini dapat dipakai sebagai pola pengaman arus lebih. Over Current Relay (OCR) berfungsi memproteksi peralatan listrik terhadap arus lebih yang disebabkan oleh gangguan arus hubung singkat.

4.5.3 Under Voltage Relay

Under Voltage Relay adalah komponen listrik yang digunakan untuk mengamankan tegangan terendah tiap fase yang dikeluarkan oleh diesel generator. Komponen ini hanya dipasang pada panel utama.

4.5.4 Sistem Grounding

Sistem grounding pada KT. ANGGADA IX berbeda dengan yang terdapat pada bangunan dikarenakan pada setiap kapal pasti tidak akan ada yang bersentuhan langsung dengan bumi. Sesuai dengan buku yang ditulis dari Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, maka pada kapal ini grounding dipasang pada lambung kapal. Dipasang di lambung kapal karena lambung kapal merupakan titik yang paling dekat dengan bumi.

Untuk peralatan yang dipasang grounding yaitu semua peralatan navigasi, radio, stop kontak dan generator. Dengan titik grounding dijadikan satu pada sea chest kapal.

4.6 Panel Distribusi

Panel distribusi digunakan sebagai penyalur dan mendistribusikan energi listrik dari generator maupun aliran darat menuju panel panel distribusi selanjutnya maupun menuju beban listrik yang terpasang pada kapal. Pada kapal KT. ANGGADA IX terdapat 6 panel distribusi, 6 panel distribusi tersebut adalah:

4.6.1 Panel Distribusi Utama

Panel distribusi utama merupakan panel yang terdapat pada ruang MCR pada kapal KT. ANGGADA IX. Panel ini digunakan untuk mendistribusikan energi listrik dari generator menuju panel panel di setiap ruangan. Terdapat kontrol dan sistem proteksi pada panel ini yang digunakan untuk mengamankan generator dan juga panel panel di bawah panel utama ini. Tidak hanya

generator utama akan tetapi panel ini juga digunakan untuk mendistribusikan energi listrik dari generator emergency maupun aliran listrik darat. Panel ini juga digunakan untuk mensinkronisasi antara generator satu dan generator dua sehingga peralatan proteksi pada panel ini lebih banyak dibandingkan panel panel kecil yang berada di bawah panel ini.

4.6.2 Panel Distribusi Bottom Deck

Panel distribusi bottom deck merupakan panel yang terdapat pada Bottom Deck KT. ANGGADA IX. Panel ini digunakan untuk mendistribusikan energi listrik dari panel utama menuju beban beban listrik seperti lampu dan stopkontak pada ruangan ruangan yang terdapat pada bottom deck. Panel ini berisi MCB yang digunakan untuk mengamankan beban listrik yang terdapat pada bottom deck dan magnetic kontaktor yang digunakan untuk mengontrol debit air yang terdapat pada tangki pembuangan kamar mandi. Berikut adalah dimensi panel lower deck.

4.6.3 Panel Distribusi Main Deck

Panel Distribusi main deck merupakan panel yang terdapat pada Main Deck KT. ANGGADA IX. Panel ini digunakan untuk mendistribusikan energi listrik dari panel utama menuju beban beban listrik seperti lampu dan stopkontak pada ruangan ruangan yang terdapat pada main deck. Panel ini lebih simple dan praktis dari pada panel yang terdapat pada bottom deck karena hanya berisi MCB yang digunakan untuk mengamankan beban listrik yang terdapat pada main deck.

4.6.4 Panel Distribusi Upper Deck

Panel Distribusi upper deck merupakan panel yang terdapat pada Upper Deck KT. ANGGADA IX. Panel ini digunakan untuk mendistribusikan energi listrik dari panel utama menuju beban beban listrik seperti lampu dan stopkontak pada ruangan ruangan yang terdapat pada upper deck. Panel ini lebih simple dan praktis dari pada panel yang terdapat pada bottom deck karena hanya berisi MCB yang digunakan untuk mengamankan beban listrik yang terdapat pada main deck.

4.6.5 Panel Distribusi 12-24 Volt DC

Panel distribusi 12 – 24 Volt DC merupakan panel yang terdapat pada Main Deck KT. ANGGADA IX dan dipasang bersebelahan dengan panel main deck. Panel ini digunakan untuk mendistribusikan energi listrik 12 volt dan 24 volt DC dari baterai aki maupun power supply menuju beban beban listrik DC yaitu lampu, panel navigasi anjungan, radio, dan panel pemadam kebakaran. Panel ini digunakan untuk mengontrol dan mengamankan beban listrik DC yang terdapat pada seluruh ruangan di kapal KT. ANGGADA IX. Pada panel ini juga terdapat magnetic kontaktor yang digunakan untuk mengamankan atau sebagai

kontrol emergency yaitu menyalakan lampu DC secara otomatis saat sumber listrik AC padam.

4.6.6 Panel Distribusi Dashboard Anjungan 12-24 Volt DC

Panel distribusi dashboard anjungan 12 – 24 Volt DC merupakan panel yang terdapat pada dashboard anjungan KAL Sangihe. Panel ini digunakan untuk mendistribusikan energi listrik dari panel distribusi 12 – 24 volt DC yang terdapat pada upper deck menuju navigasi yang terdapat pada dashboard anjungan. Panel ini juga hanya berisi MCB yang digunakan untuk mengamankan peralatan navigasi yang terdapat pada dashboard anjungan.

4.7 Sumber Kelistrikan

4.7.1 Generator

Generator merupakan sumber listrik utama pada KT. ANGGADA IX saat melakukan pelayaran, dikarenakan generator merupakan pembangkit listrik yang paling efektif dan efisien. Akan tetapi saat kapal bersandar, sumber energi listrik pada kapal ini dapat menggunakan aliran listrik darat atau PLN. Sehingga listrik PLN hanya digunakan saat kapal sedang bersandar saja.

Generator yang digunakan pada KT. ANGGADA IX ada 2, yaitu 1 generator utama dan 1 generator emergency. Meskipun statusnya sebagai generator emergency, generator ini biasanya di gunakan bergantian dengan generator utama agar lebih Panjang lifetime perawatan dan perbaikannya. Generator utama memiliki kapasitas yang sama dengan generator emergency yaitu sebesar 135Kv. Berikut spesifikasi generator yang di gunakan pada KT. ANGGADA IX :

Tabel 4.8 Spesifikasi Generator Utama Pada KAL Sangihe

No.	Nama Peralatan	Spesifikasi Peralatan	Jumlah
1.	Main diesel Generator	Marine Generator Set Caterpillar C7.1 125 kVA, 100 kW, 1500 RPM, 50 Hz, 3 phase, 380 VAC, Electric starter.	1 Unit
2.	Emergency Diesel Generator	Marine Generator Set Caterpillar C7.1 125 kVA, 100 kW, 1500 RPM, 50 Hz, 3 phase, 380 VAC, Electric starter.	1 Unit

4.7.2 Baterai atau Accu

Baterai atau accu pada KT. ANGGADA IX merupakan sumber listrik utama untuk aliran arus DC baik 12 volt maupun 24 volt. Sumber listrik 12 sampai 24 volt DC pada KT. ANGGADA IX digunakan untuk mensuplai power peralatan navigasi, radio, lampu emergency, dan starting mesin maupun generator. Untuk starting mesin maupun generator menggunakan baterai yang berbeda dengan baterai yang digunakan untuk mensuplai peralatan navigasi maupun lampu emergency. Berikut penjelasan baterai yang digunakan pada KT. ANGGADA IX.

1. Baterai untuk navigasi

Baterai yang digunakan pada peralatan navigasi merupakan baterai atau aki basah yang harus diisi dengan air aki (Accu Zuur), dengan tegangan 12 volt dan kapasitas 200AH. Untuk mensuplai listrik pada navigasi, radio dan lampu emergency KT. ANGGADA IX menggunakan 4 baterai yang dipasang Seri-Paralel sehingga menghasilkan tegangan dan arus yang lebih besar sesuai kebutuhan kapal.

2. Baterai untuk starting mesin dan generator.

Baterai yang digunakan untuk starting mesin dan generator merupakan baterai atau aki basah sama seperti yang dipakai pada baterai navigasi akan tetapi memiliki jenis yang berbeda. Untuk starting mesin dan generator memerlukan tegangan 24 volt DC sehingga baterai yang digunakan untuk starting ini adalah 2 buah baterai yang dipasang seri. Untuk starting generator menggunakan 2 baterai 100AH sedangkan untuk mesin menggunakan 2 baterai 200AH.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan perhitungan diatas maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Banyaknya titik penerangan setiap ruangan pada KT. ANGGADA IX sudah memenuhi Standar Pencahayaan Nasional Indonesia.
2. Kapasitas pengaman yang dipasang sudah sesuai dengan ukuran dan kebutuhan tiap tiap ruangan serta sudah sesuai dengan standar nasional Indonesia.
3. Untuk kabel instalasi listrik penerangan, motor listrik, dan power utama menggunakan kabel type TPYC. Sedangkan untuk kabel control pada panel utama menggunakan kabel type NYAF.
4. Pemilihan peralatan listrik pada luar ruangan kapal harus menggunakan peralatan dengan standar marine.
5. Total daya keseluruhan yang dipakai pada KT. ANGGADA IX adalah 72.900 Watt(ditambahkan AC Central 5 PK) dengan kapasitas setiap generator utama adalah 100

kW dan untuk generator emergency adalah 100 Kw.

6. Beban layar KT. ANGGADA IX bukan merupakan beban keseluruhan, karena hanya beberapa peralatan saja yang digunakan saat melakukan pelayaran, sehingga untuk munsuplai energi listrik dapat menggunakan 1 generator.
7. Generator emergency berkapasitas sama dengan generator utama karena digunakan bergantian dengan generator utama agar lifetime keduanya dapat lebih optimal.

5.2 Saran

Instalasi listrik pada setiap kapal maupun bangunan hendaklah dibuat perencanaan yang sebaik mungkin sesuai dengan Standar Nasional Indonesia sehingga sehingga akan tercipta instalasi listrik yang aman dan nyaman untuk digunakan. Perencanaan instalasi listrik hendaknya dibuat sebaik mungkin sehingga mudah untuk dilakukan pemeliharaan saat terjadi kerusakan. Perencanaan instalasi listrik sangat diperlukan agar harga pengeluaran dari instalasi listrik dapat seefisien mungkin

DAFTAR PUSTAKA

- Kartika, Budi. 2017. *Perencanaan Instalasi Listrik 220 Volt Gedung Hanggar Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia*. Jurnal Perencanaan Instalasi Listrik 220 volt.
- Triyanto, Andi. 2017. *Perencanaan Instalasi Listrik dan Air Bersih Gedung Al Mahad. Fakultas teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan*.
- Ismansyah. 2009. *Perencanaan Instalasi Listrik Pada Rumah Dengan Daya Listrik Besar*. Depok : Universitas Indonesia.
- JR., Ricci Rahmatillah. 2015. *Inovasi Lampu. Sekolah Tinggi Krguruan dan Ilmu Pendidikan. Bengkinang : Yayasan Pahlawan Tuanku Tambusai Riau*
- Manual Book KAL Pulau Sangihe. 2016. *General Managemen dan Diagram Kelistrikan KAL 28*.
- Mardensyah, Adrial. 2008. *Gangguan Hubung Singkat dan Proteksi Sistem Tenaga Listrik. Universitas Indonesia : Fakultas Teknologi Industri*.
- Nuh, Prof. Dr. Muhammad. 2013. *Teknik Dasar Kelistrikan Kapal. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia*.
- Suprianto. 2015. *Konstruksi Motor Listrik 3 Fasa*. Blog UNNES.
- Bagia, I Nyoman dan Parsa, I made. 2018. *Motor – Motor Listrik*. Universitas Nusa Cendana : CV. Rasi Terbit.