

SKRIPSI
ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN KAPAL PENANGKAP
IKAN TUNA LONG LINEAR 300 GTR



OLEH

SUMARDI

10582108812

ISRAR

1058295412

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2018

SKRIPSI
ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN KAPAL PENANGKAP IKAN TUNA
LONG LINE 300 GTR

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar sarjana
Program studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

SUMARDI
10582108812

I S R A R
1058295412

Pada
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2018



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. III

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, email : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **SUMARDI** dengan nomor induk Mahasiswa 10582108812 dan **ISRAR** dengan nomor induk Mahasiswa 1058295412, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0005/SK-Y/20201/091004/2018,, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis tanggal 31 Mei 2018.

Makassar, 15 Ramadhan 1439 H
 31 Mei 2018 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT

2. Penguji

a. Ketua : Ir. Abd Hafid, MT

b. Sekretaris : Adriani, ST., MT

3. Anggota : 1. Dr. Umar Katu, ST.,MT

2. Dr. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

3. Andi Abd Halik Lateko, ST.,MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, MT

Rizal Ahdiyut Duyo, ST.,MT

Dekan



Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. III

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, email : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana teknik (ST) Progra Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Judul Skrips : **ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN KAPAL IKAN TUNA LONG LINEAR 300**

GTR

NAMA : 1. SUMARDI

2. ISRAR

STAMBUK : 1. 105 82 1088 12

2. 105 82 954 12

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, MT

Rizal Ahdiyati Duyo, ST., MT

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Umar Katu, ST., MT

NBM : 990 410

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah :
“Analisis Sistem Kelistrikan Kapal Ikan Tuna Long Linear 300 GTR”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. H. Abd. Rahman Rahim, SE., M.M. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
2. Bapak Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

3. Bapak Dr. Umar Katu, ST, MT., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Ibu Adriani, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar
4. Bapak. DR. Ir. Hafsah Nirwana, M.T, Selaku Pembimbing I dan Bapak Rizal A Dyu, S.T., M.T, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
5. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutam dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
7. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus angkatan 2012 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, Mei 2018

Penulis

ANALISIS SISTEM KELISTRIKAN KAPAL PENANGKAP IKAN TUNA LONG LINEAR 300 GTR

ISRAR (1058295412)

SUMARDI (10582108812)

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Makassar

email : israrpangkep@gmail.com

email : sumarditeknik12@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya yang diperlukan dari setiap keadaan operasi kapal dan menganalisis perbedaan antara instalasi listrik kapal dengan instalasi di darat. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari observasi, wawancara di Makassar pada PT. Industri kapal Indonesia. Dalam merencanakan instalasi daya listrik kapal laut, faktor yang menentukan adalah jumlah beban diatas kapal disebabkan karena kapasitas generator yang dipilih harus lebih besar dari beban terpasang, jumlah daya yang diperlukan dari setiap keadaan operasi kapal yaitu pada saat kapal menangkap ikan dan membekukan (Fishing and Freezing) jumlah permintaan daya listriknya adalah 233,75 KW, pada saat berlayar normal (normal seagoing) jumlah permintaan daya listriknya adalah 119,84 KW, pada saat kapal berbalik arah (maneuvering) jumlah permintaan daya listriknya adalah 162,78 KW, pada saat kapal istirahat (Loading/Unloading) jumlah permintaan daya listriknya adalah 75,7 KW. Pada Kapal Penangkap Ikan Tuna Long Linear 300 GTR, direncanakan instalasi pembangkit tenaga listrik utama yang terdiri dari: Generator I dan II, dimana output generator harus sekurang-kurangnya 15% lebih tinggi dari daya yang diperlukan untuk pelayanan dikapal laut, jadi output generator yang diperlukan adalah 268,81 KW, kabel yang digunakan pada kapal untuk instalasi tenaga adalah type L-SPYC, L-DPYC, L-TPYC, L-SPYCY, L-DPYCY, L-TPYCY dengan rating tegangan 250 volt. Besar penampang kabel yang digunakan dari panel utama ke panel cabang adalah digunakan kabel TPYC 1,25 mm², 2,0 mm², 3,5 mm², dan 8 mm².

Kata kunci: Sistem Kelistrikan, daya listrik kapal

ABSTRACT

This study aims to determine the required power of each ship operating state and to analyze the difference between the electrical installation of the ship and the installation on land. Data collection techniques in this study consisted of observation, interview in Makassar at PT. Indonesia's shipbuilding industry. In planning the installation of ships' electric power, the decisive factor is the number of loads above the vessel due to the selected generator capacity must be greater than the installed load, the amount of power required from each ship operating state ie when the vessel caught the fish and freeze (Fishing and Freezing) the

amount of electrical power demand is 233,75 KW, during normal sailing (normal seagoing) the amount of power demand listriknya is 119,84 KW, when the ship reverses (maneuvering) the number of electric power demand is 162,78 KW , when the ship breaks (Loading / Unloading) the number of electric power demand is 75,7 KW. In the Long Linear 300 GTR Tuna Fishing Vessel, a major power plant installation is planned: Generators I and II, where the generator output should be at least 15% higher than the power required for sea vessel service, so the required generator output is 268,81 KW, cable used in ship for power installation is type L-SPYC, L-DPYC, L-TPYC, L-SPYCY, L-DPYCY, L-TPYCY with voltage rating 250 volt. Large cross-section cable used from the main panel to the branch panel is used TPYC cable 1.25 mm², 2.0 mm², 3.5 mm², and 8 mm².

Keywords: Electricity System, electric power ship

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| ABSTRAK | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang Masalah | 1 |
| B. Rumusan masalah..... | 1 |
| C. Tujuan Penelitian | 2 |
| D. Batasan Masalah | 2 |
| E. Manfaat Penelitian | 2 |
| F. Metode Penulisan | 3 |
| G. Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| A. Umum | 5 |
| B. Sistem Distribusi, Tegangan dan Frekuensi | 5 |
| 1. Sistem Distribusi | 5 |
| 2. Tegangan Sistem | 6 |
| 3. Frekuensi Sistem | 7 |

| | |
|--|----|
| C. Peralatan Pembangkit Tenaga Listrik | 8 |
| 1. Pembangkit Tenaga Listrik Utama | 8 |
| 2. Pembangkit Tenaga Listrik Darurat | 9 |
| D. Transformator | 10 |
| 1. Berdasarkan Perubahan Tegangan | 10 |
| 2. Berdasarkan Sistem Pendinginnya | 11 |
| 3. Berdasarkan Jumlah Fasanya | 11 |
| E. Motor-motor Listrik | 12 |
| 1. Jenis-jenis Motor Listrik | 12 |
| a. Motor-motor DC | 13 |
| b. Motor-motor AC | 13 |
| F. Instalasi Kabel | 14 |
| 1. Instalasi Kabel di Kapal Laut | 15 |
| 2. Kabel Instalasi Tenaga | 16 |
| 3. Kabel Instalasi Kontrol | 17 |
| 4. Peralatan Penunjang Instalasi Kabel | 17 |
| G. Sistem Pengaman dan Pentanahan | 25 |
| 1. Pengaman Lebur | 26 |
| 2. Pemutus Beban | 27 |
| 3. Saklar Pemisah | 28 |
| H. Sistem Pentanahan Peralatan | 28 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 30 |
| A. Waktu dan Tempat | 30 |

| | |
|--|-----------|
| a. Waktu | 30 |
| b. Tempat Penelitian | 30 |
| B. Metode Penelitian | 30 |
| C. Langkah-langkah Penelitian | 31 |
| D. Kerangka Fikir (Flowchart)..... | 32 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | 33 |
| A. Data Umum Kapal | 33 |
| 1. Ukuran Utama Kapal..... | 33 |
| 2. Tipe dan Konstruksi Kapal | 33 |
| B. Jenis-jenis Motor Listrik yang Digunakan | 33 |
| C. Analisa Jumlah Beban | 35 |
| 1. Analisa Beban Utama | 35 |
| a. Jumlah Beban Terpasang | 38 |
| b. Total Beban | 38 |
| c. Faktor Ketidakteragaman (Diversity Factor) | 39 |
| d. Jumlah Permintaan Daya | 40 |
| D. Penentuan Pembangkit Tenaga Listrik Utama | 41 |
| 1. Output Generator | 41 |
| 2. Faktor Pembebanan Generator (Load Factor Generator)..... | 41 |
| E. Jenis Instalasi Kabel..... | 42 |
| F. Perbedaan Instalasi Listrik di Kapal dan Instalasi Listrik di Darat.... | 44 |
| G. Penentuan Penghantar yang Digunakan..... | 46 |
| H. Kapasitas pengamanan..... | 47 |

| | |
|---|----|
| 1. Kapasitas Pengaman Generator..... | 47 |
| 2. Kapasitas Pengaman Motor-Motor | 48 |
| BAB V PENUTUP..... | 49 |
| A. Kesimpulan | 49 |
| B. Saran | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA | 51 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar.1 Beberapa contoh konstruksi penyangga kabel | 20 |
| Gambar.2 Konstruksi jalur kabel | 22 |
| Gambar.3 Jalur kabel pasangan datar | 23 |
| Gambar.4 Jalur kabusut pasangan tegak | 23 |
| Gambar.5 Kerangka Fikir (Flowchart)..... | 32 |
| Gambar.6 Kabel type TPYC | 44 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel -1 Tips dan ukuran nominal penyangga kabel | 18 |
| Tabel – 2 Jarak kira-kira diantara penjepit-penjepit | 21 |
| Tabel – 3 Data beban saat memancing dan pembekuan | 36 |
| Tabel – 4 Data beban saat pelayaran normal | 37 |
| Tabel – 5 Data beban saat berbalik arah | 37 |
| Tabel – 6 Data beban saat istirahat di pelabuhan (Loading/Unloading) | 37 |
| Tabel – 7 Data beban saat istirahat di pelabuhan (Staying) | 38 |
| Tabel- 8 Jumlah beban terpasang | 38 |
| Tabel – 9 Total beban..... | 39 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki wilayah laut yang lebih luas dibanding daratannya (laut 73% dan daratannya 27%). Keadaan tersebut merupakan problem bagi pemerintah Indonesia untuk menghubungkan antara satu pulau dengan pulau yang lainnya.

Dengan semakin meningkatnya peradaban kehidupan manusia, maka kebutuhan hidup pun tidak mungkin dipenuhi hanya dalam satu wilayah saja. Sehingga lautan yang memisahkan antar pulau tersebut bukan lagi menjadi penghalang untuk saling berhubungan. Keadaan tersebut memberikan peluang bagi bidang perikanan dan rancangan kapal untuk berperan dalam pembuatan kapal, baik sebagai sarana transportasi laut maupun sebagai penangkapan hasil laut. Sehubungan dengan hal tersebut diatas, maka untuk mengoptimalkan fungsi kapal tersebut, harus didukung berbagai sarana kelengkapan diatas kapal guna untuk kenyamanan dalam melakukan kegiatan ditengah laut. Salah satu faktor yang dapat menunjang hal tersebut adalah perencanaan instalasi listrik diatas kapal.

B. Rumusan Masalah

Penulisan tugas akhir membahas masalah tentang daya listrik pada kapal laut, sebagai berikut:

- Berapakah daya listrik yang diperlukan dari setiap keadaan operasi kapal ?

- Apakah ada perbedaan instalasi listrik diatas kapal dengan instalasi listrik di darat?

C. Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini membahas masalah instalasi daya listrik pada kapal laut, bertujuan sebagai berikut:

- menganalisis daya listrik yang diperlukan dari setiap keadaan operasi kapal
- Menganalisis perbedaan antara instalasi listrik kapal dengan instalasi di darat

D. Batasan Masalah

Karena luasnya cakupan instalasi kapal tersebut, maka penulis membatasi pokok pembahasan pada tugas akhir ini adalah :

- Pada dasarnya instalasi listrik di kapal terbagi dalam tiga kelompok, yaitu kelompok instalasi tenaga (daya), kelompok instalasi penerangan dan instalasi komunikasi.
- kelompok instalasi tenaga (daya), yang meliputi generator, papan hubung bagi utama serta beban-beban motor pada Kapal Penangkap Ikan Tuna tipe Long Linear 300 GTR.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian tugas akhir ini adalah :

- Fungsi dan penempatan peralihan listriknya dan Jadwal pembebanan dan pengoperasian beban pada instalasi daya listrik kapalnya.
- Penggunaan generator pada Kapal Penangkap Ikan Tuna Long Linear 300.
- Pemakaian besar penampang kabel yang digunakan dari panel utama ke panel cabang

F. Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang akan digunakan pada penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian Lapangan

Yaitu dengan mempelajari gambar-gambar rancangan bangunan kapal dan mengadakan kunjungan ke lokasi pembuatan kapal.

2. Pengambilan Data

Yaitu mengambil data-data mengenai peralatan-peralatan yang digunakan dalam instalasi daya listrik tersebut serta berkonsultasi dengan orang yang menangani hal tersebut.

3. Studi Literatur

Yaitu dengan menelaah literatur-literatur yang berhubungan dengan topik pembahasan.

G. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan teori yang terkandung dalam penulisan ini, penulis membagi penulisan proyek akhir ini dalam 4 (empat) bab, yaitu:

BAB I. PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis mengutarakan latar belakang masalah, alasan memilih judul, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penulisan serta komposisi bab.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, penulis memaparkan data peralatan pembangkit tenaga listrik, penghantar yang digunakan, motor penggerak pompa serta sistem pengaman.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan diuraikan tentang waktu dan tempat penelitian serta metode yang digunakan dan langkah-langkah yang digunakan pada penelitian ini

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan diuraikan tentang pokok permasalahan yaitu instalasi daya listrik pada kapal penangkap ikan.

BAB IV. PENUTUP

Dalam bab penutup ini berisi kesimpulan serta saran-saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Seperti telah diketahui, sejalan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi dalam bidang industri peralatan dan permesinan, maka pemakaian tenaga listrik di kapal laut merupakan hal yang pokok untuk menunjang sistem operasional kapal laut

Untuk merencanakan suatu sistem pelayanan bagi peralatan listrik di kapal laut, diperlukan suatu proses mulai dari desain dasar (basic design) sampai dengan proses yang terakhir yang disebut desain produksi (production design). Perencanaan tersebut merupakan hasil analisa dan kerja sama antara perencanaan bagian kapal yang satu dengan yang lain.

Peralatan listrik dari sebuah kapal yang akan dibangun mempunyai kriteria yang tersendiri serta mengikuti kebutuhan bagian perencanaan lainnya sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan untuk memenuhi permintaan pemilik (owner) dan spesifikasi yang disetujui.

B. Sistem Distribusi, Tegangan dan Frekuensi

1. Sistem Distribusi

Sistem distribusi tenaga listrik berfungsi menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit ke seluruh beban.

Sistem distribusi tenaga listrik dapat dibagi dua macam, yaitu:

- a. Sistem distribusi primer, yaitu sistem yang mempunyai hubungan kelistrikan langsung dengan papan hubung utama.
- b. Sistem distribusi sekunder, yaitu sistem yang tidak mempunyai hubungan kelistrikan langsung dengan papan hubung utama, misalnya dipisahkan oleh double wound transformer

Bentuk sistem distribusi yang umum digunakan di kapal laut adalah sistem radial. Bentuk ini mudah pengoperasiannya dan perawatannya, sederhana dan dapat diandalkan.

Secara umum sistem distribusi tenaga listrik pada kapal laut di Indonesia adalah:

- Bentuk sistem adalah sistem radial.
- Jenis sistem yang dipakai adalah sistem arus bolak-balik tiga fasa, tiga kawat yang terisolasi dari lambung kapal dan untuk sistem satu fasa dengan dua kawat yang terisolasi dari lambung kapal, sedang untuk sistem arus searah adalah dengan mempergunakan sistem dua kawat.
- Daya listrik untuk penggerak motor-motor dan peralatan lainnya yang sesuai dengan tegangan generator disuplai langsung dari panel utama (main-switchboard), sedangkan peralatan pemakai daya listrik yang relatif kecil disuplai dari panel distribusi.

2. Tegangan Sistem

Pada perencanaan instalasi listrik kapal laut, penentuan besarnya tegangan tidak dapat diabaikan, karena besarnya tegangan tersebut mempengaruhi pemilihan masing-masing peralatan yang diperlukan. Di

dalam perencanaan perlu dilakukan pertimbangan keseragaman tegangan peralatan/beban listrik terhadap sumber daya, sehingga peralatan tersebut dapat dioperasikan dengan baik.

Penentuan sistem tegangan dalam instalasi listrik kapal laut adalah salah satu permasalahan yang harus diperhatikan dari segi teknis maupun non teknis.

Terdapat empat faktor yang menentukan pemilihan besarnya tegangan, yang pada prinsipnya harus mengutamakan keselamatan/keamanan penumpang dan peralatan kapal.

Adapun faktor-faktor yang menentukan pemilihan tegangan adalah:

- Besarnya beban yang dilayani .
- Panjang penghantar
- Faktor keselamatan
- Peraturan dan standar

Standar tegangan kerja yang diperbolehkan bagi perlengkapan pemakai daya listrik di kapal telah ditentukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia dimana batas-batas tegangan kerja tersebut tidak dapat dilampaui.

3. Frekuensi Sistem

Frekuensi daya yang umum dipakai baik pada rekayasa umum maupun rekayasa kemaritiman adalah 50 Hz dan 60 Hz. Biro Klasifikasi Indonesia belum mempunyai ketetapan mengenai sistem frekuensi di

kapal, tetapi memberikan rekomendasi untuk menggunakan frekuensi yang distandarkan. Standar frekuensi yang direkomendasikan oleh EC disesuaikan dengan tegangan sistem.

Dalam perencanaan instalasi listrik, jika telah dipilih frekuensi daya yang pada salah satu frekuensi yang distandarkan maka semua peralatan pemakai daya harus dioperasikan pada frekuensi tersebut.

C. Peralatan Pembangkit Tenaga Listrik

1. Pembangkit Tenaga Listrik Utama

Setiap kapal laut umumnya memiliki sekurang-kurangnya dua pembangkit tenaga listrik utama, yaitu:

- a. Generator utama (main generator)
- b. Generator cadangan (stand by generator)

Jika dalam pelayanan generator utama mengalami kerusakan, maka stand by generator dapat dioperasikan dan harus menanggung beban operasi sebelumnya. Demikian pula pada kapal yang menggunakan dua atau lebih generator utama, bila salah satu generator utama mengalami gangguan maka stand by generator harus dapat diparalelkan dengan generator utama yang tidak mengalami kerusakan untuk menanggung beban operasi sebelumnya diparalelkan dengan generator utama yang tidak mengalami kerusakan untuk menanggung beban operasi sebelumnya

Pada saat stand by generator menggantikan fungsi generator utama yang mengalami kerusakan maka pemakai daya listrik yang tidak penting harus diputuskan. Setelah stand by generator mencapai putaran

nominalnya maka perlengkapan pemakai daya listrik dihubungkan kembali ke rangkaiannya.

2. Pembangkit Tenaga Listrik Darurat

Pembangkit tenaga Listrik darurat dipersiapkan untuk menyuplai peralatan pemakai daya listrik yang penting jika terjadi gangguan dan kerusakan pada pembangkit tenaga listrik utama.

Suatu sumber daya listrik darurat pada kapal laut harus disediakan yang mampu memberi daya kepada seluruh perlengkapan listrik dan peralatan pemakai daya yang diperlukan bagi keselamatan penumpang dan awak kapal untuk jangka waktu 36 jam.

Penyediaan daya listrik bagi sistem-sistem berikut ini harus dijamin secara khusus :

- a. Lampu-lampu navigasi termasuk lampu penerangan di tempat-tempat penting.
- b. Instalasi radio.
- c. Sistem komunikasi, indikasi dan tanda bahaya, penentu arah dan penolong navigasi.
- d. Lampu-lampu signal light harian, apabila diberi daya dari jaringan listrik kapal.
- e. Sistem tanda bahaya umum.
- f. Sistem tanda bahaya CO₂

Pembangkit listrik tenaga darurat ini diperhitungkan mampu mengatasi pelayanan beban-beban utama pada keadaan darurat

Sumber daya listrik darurat yang umum dipakai adalah baterai penyimpan (storage batteries) atau generator yang ditempatkan di bangunan atas kapal. Sumber ini mengambil alih suplai daya secara otomatis dalam hal main failure dan tetap dalam suatu posisi guna memberi daya peralatan-peralatan pemakai daya yang disebutkan di atas selama periode tertentu tanpa pengisian kembali dan tanpa jatuh tegangan.

D. Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang berfungsi untuk mentransformasikan daya bolak-balik ke daya bolak-balik lainnya tanpa mengubah frekuensi. Dalam proses pemindahan daya listrik ini umumnya disertai dengan perubahan tegangan.

Klasifikasi transformator dapat dibedakan antara lain berdasarkan atas:

- a. Perubahan tegangan
- b. Sistem pendinginnya
- c. Jumlah fasanya

1. Berdasarkan Perubahan Tegangan

Berdasarkan perubahan tegangannya pada saat pemindahan daya, transformator dapat dibedakan atas:

- a. Step Up transformer, yaitu transformator yang menerima energi pada tegangan tertentu dan memindahkan energi tersebut ke tegangan yang lebih tinggi.

- b. Step Down Transformer, yaitu transformator yang menerima energi pada tegangan tertentu dan memindahkan energi tersebut ke tegangan yang lebih rendah.

Dari kedua transformator tersebut diatas, pada umumnya transformator yang digunakan dikapal laut adalah step-down transformer.

2. Berdasarkan Sistem Pendinginnya

Berdasarkan sistem pendinginnya, transformator dapat dibedakan atas:

- a. Dry-type Transformer,

Yaitu transformator jenis kering yang mempergunakan peredaran udara sebagai sistem pendinginnya.

- b. Liquid-immersed Type Transformer

Yaitu transformator yang mempergunakan minyak sebagai jenis pendinginnya Pada umumnya dari jenis ini dirancang untuk pemakaian tegangan tinggi dan kapasitas besar.

Dari kedua jenis transformator yang telah disebutkan di atas, pada prinsipnya yang diizinkan penggunaannya dikapal laut oleh BKI adalah transformator jenis kering (dry-type transformer).

3. Berdasarkan Jumlah Fasanya

Berdasarkan jumlah fasanya transformator tersebut dapat dibedakan atas transformator satu fasa dan transformator tiga fasa,

Kedua transformator tersebut, dalam penggunaannya mempunyai kelebihan dan kekurangan, antara lain:

- a. Untuk Transformator Satu Fasa Keuntungannya:

- Dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga bila salah satu fasa mengalami gangguan maka fasa yang lain masih dapat beroperasi dengan sistem open-delta (V-V).

Kerugiannya:

- Harganya lebih mahal.
- Lebih berat dari trafo tiga fasa
- Dibutuhkan ruangan yang lebih luas

b. Untuk Transformator Tiga Fasa Keuntungan:

- Pemasangan lebih mudah dan cepat
- Keandalan lebih tinggi.
- Lebih ringan dari transformator satu fasa pada kapasitas yang sama.

Kerugiannya :

- Bila diperlukan instalasi cadangan, memerlukan biaya yang lebih tinggi.
- Tidak dapat mentransformasikan daya listrik dengan sistem open-delta

Pemilihan kedua transformator tersebut untuk digunakan pada kapal laut, maka selain hal-hal yang telah disebutkan di atas juga harus diperhitungkan kemungkinan pergeseran titik berat kapal sebagai akibat perletakan transformator tersebut, serta volume ruang yang tersedia.

E. Motor-motor Listrik

1. Jenis-Jenis Motor Listrik

Motor-motor listrik yang sering dipakai di kapal untuk keperluan seperti disebutkan di atas .dapat dibagi dua Jenis, yaitu:

- Motor-motor DC
- Motor-motor AC

Pemakaian motor-motor listrik tersebut tergantung dari kebutuhan. Untuk suatu keperluan tertentu, jenis motor dapat dipilih dengan melihat faktor teknis dan ekonomis. Dari segi teknis dapat diperhatikan karakteristik motor, yaitu:

- a. Torsi, misalnya kapasitas torsi awal terhadap arus starting,
- b. Kecepatan, misalnya bagaimana pengaruh beban terhadap kecepatan putar
- c. Konstruksi dan lain-lain.

a. Motor-motor DC

Karakteristik motor-motor DC tidak terlalu sulit dipahami dan hanya memerlukan referensi ringkas. Motor-motor DC shunt dan motor-motor kompon, variasi perubahan kecepatan akibat perubahan beban tidak besar dan sering dipakai pada kipas angin dan lain-lain. Jika diperlukan suatu variasi kecepatan, dapat dipasang suatu resistansi seri pada rangkaian motor.

b. Motor-Motor AC

Ada dua tipe utama motor-motor AC yang dapat dipilih yaitu:

- 1) Motor tak sinkron atau motor induksi
- 2) Motor sinkron

Motor induksi adalah tipe yang paling umum dipakai di kapal. Kemungkinan dipilih tipe rotor sangkar (squirrel cage-type) atau rotor belitan (wound rotor) tipe slipring.

Motor sinkron terdiri dari belitan AC serta dilengkapi belitan untuk sistem medan DC atau berputar pada kecepatan sinkron. Biasa dipakai pada AC electric propulsion.

F. Instalasi Kabel

Instalasi kabel yang di maksud ialah instalasi kabel yang umum digunakan di darat, sedangkan untuk instalasi kabel pada kapal laut akan dibahas pada sub bab berikutnya.

Kabel adalah kawat yang berisolasi, dimana pada umumnya bahan isolasi yang digunakan adalah Polivinilklorida atau PVC. Pada suhu kamar PVC ini keras dan rapuh. Supaya dapat digunakan sebagai bahan isolasi kabel, PVC dapat dicampur dengan bahan pelunak . Bahan pelunak yang dicampurkan umumnya sebanyak 20 - 40 % kadang-kadang lebih. Campuran ini disebut kompon PVC. Oleh karena itu sifat kompon PVC menjadi sangat dipengaruhi oleh sifat bahan pelunak yang digunakan. Untuk kompon PVC kabel harus digunakan bahan pelunak dengan sifat-sifat listrik yang baik. Selain itu bahan pelunaknya tidak boleh menguap dan tidak menyalakan api. Selain bagian pelunak, kompon PVC untuk isolasi kabel juga mengandung bahan stabilisator untuk memperbaiki sifat-sifatnya.

Sebagai bahan penghantar untuk kabel listrik digunakan tembaga atau aluminium. Tembaga yang digunakan untuk penghantar umumnya dari jenis

tembaga elektrolitis dengan kemurnian sekurang-kurangnya 99,9 %. Tahanan jenis tembaga telah ditentukan secara internasional yaitu $1/58$ atau $0,017241$ ohm mm^2/m pada suhu 20°C .

Aluminium yang digunakan sebagai bahan penghantar kabel juga harus mempunyai kemurnian sekurang-kurangnya 99,5 %. Tahanan jenisnya telah dibakukan secara internasional yaitu $0,028264$ ohm mm^2/m pada suhu 20°C .

1. Instalasi Kabel di Kapal Laut

Kabel pada sistem distribusi dipergunakan sebagai saluran penghantar daya listrik dari sumber tenaga listrik ke beban-beban yang merupakan bagian penting pada instalasi listrik kapal.

Pada prinsipnya saluran penghantar di kapal harus sesuai dengan suatu bentuk yang disetujui oleh Biro Klasifikasi Indonesia, yaitu:

- Kabel dan kawat yang dispesifikasikan dalam publikasi IEC 92-3 dan pembuatannya sesuai dengan standar peraturan yang tersebut di dalamnya.
- Kabel dan kawat yang dibuat sesuai dengan standar dan peraturan lain yang diakui oleh BKI, akan tetapi peraturan umum yang dikeluarkan oleh BKI juga harus dipenuhi.

Menurut penggunaannya kabel/penghantar pada instalasi listrik kapal laut dapat dibedakan atas:

- Kabel instalasi tenaga
- Kabel instalasi penerangan
- Kabel instalasi kontrol dan signal
- Kabel instalasi telepon dan instrumen

Kabel yang dipakai pada kapal yang direncanakan ini adalah sesuai dengan standar Jepang yaitu JIS (Japanese Industrial Standart), yang mana telah memenuhi ketentuan yang dikeluarkan oleh BKI.

2. Kabel Instalasi Tenaga

Kabel instalasi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah jenis kabel yang dapat dipergunakan untuk beban tenaga.

Jenis kabel JIS yang dipergunakan untuk instalasi tenaga kapal adalah:

- H-SPYC, H-DPYC, H-TPYC, H-SPYCY, H-DPYCY, H-TPYCY dengan rating tegangan 250 volt
- L-SPYC, L-DPYC, L-TPYC, L-SPYCY, L-DPYCY, L-TPYCY dengan rating tegangan 250 volt.
- a. Kabel jenis H-SPYC, H-DPYC, H-TPYC dan L-SPYC, L-DPYC, L-TPYC.

Kabel jenis ini terdiri dari satu, dua dan tiga urat dengan konduktor tembaga berisolasi karet ethylene propylene dengan simbol "P", kemudian dibungkus plastik polyvinyl-chlorida dengan simbol "CY" dan sebagai pelindung luar (armour) adalah logam yang berbentuk anyaman (steel wire braided) dengan simbol "C" dan sebagai pelapis akhir adalah lapisan cat.

Penggunaan kabel ini biasanya hanya digunakan dalam ruangan mesin dan sebagainya. Ukuran kabel instalasi tenaga ini terdiri dari 1,25; 2,0; 3,5; 5,5; 8,0; 14; 22; 30 sampai 325 mm².

- b. Kabel jenis H-SPYCY, H-DPYCY, H-TPYCY dan L-SPYCY, I-DPYCY,

Kabel jenis ini juga. terdiri dari satu, dua dan tiga urat yang mana konduktornya terbuat dari tembaga berisolasi ethylene propylene dengan simbol "T" yang dibungkus dengan plastik polyvinyl-chlorida dengan simbol "Y" dan pelindung logam anyaman dengan pelapis luarnya dari plastik polyvinyl-chlorida dengan simbol "CY".

Kabel jenis ini digunakan pada ruang atau dek terbuka atau untuk pemasangan dalam pipa Luas penampang kabel jenis ini adalah 1,25 sampai 325 mm .

3. Kabel Instalasi Kontrol

Untuk instalasi kontrol yaitu kabel yang dipergunakan untuk penghubung jarak jauh dengan mempergunakan tombol tekan (push-button), yang mana dipergunakan kabel jenis H-MPYC, H-MPYCY dan L-MPYC, L-MPYCY

Kabel jenis ini mempunyai bahan yang sama dengan kabel lainnya, hanya jumlah urat dan luas penampangnya yang berbeda.

Jumlah uratnya terdiri dari 5, 7, 9, 12 sampai 33, sedangkan luas penampang per urat 1,25 mm².

4. Peralatan Penunjang Instalasi Kabel

Peralatan bantu instalasi kabel ialah peralatan yang berfungsi untuk membantu atau penunjang instalasi kabel dalam menyalurkan daya listrik dari

pembangkit ke peralatan yang membutuhkan di kapal, sekaligus sebagai pelindung kabel dari pengaruh kerusakan mekanis.

Peralatan bantu instalasi kabel di kapal terdiri dari:

- a. Jalur kabel
- b. Tembusan kabel
- c. Pipa pelindung

a. Jalur Kabel

Instalasi kabel di kapal terdiri dari kabel-kabel yang terentang, diusahakan agar rentangan-rentangan kabel tersebut disatukan dalam satu alur penyangga atau penyangga kabel (cable hanger) dan diatur sedemikian rupa sehingga memberikan kemudahan terhadap pekerjaan-pekerjaan perbaikan dan pemeliharaan

Jalur kabel terdiri dari:

- Penyangga kabel

Material penyangga kabel terbuat dari baja galvanis yang berbentuk seperti huruf U dengan berbagai macam ukuran dan tipe standar.

Tipe-tipe penyangga kabel dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut:

Tabel 1. Tipe dan ukuran nominal penyangga kabel

| Type | Nominal dimension mm | | | | | | | | | | | | | |
|------|----------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | 1 | 70 | 65 | 100 | 120 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | |
| A | 2 | - | | | | | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | |
| | 1 | - | | | | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | |
| B | 2 | - | | | | | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | |
| | 1 | - | | | | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | |
| DW | 1 | - | | | | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | |

| | | | | | | | | | | |
|----|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 2 | | | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| C | 1 | | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| | 2 | | | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| CW | 1 | | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| | 2 | | | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |

Remark : Type symbol and figures denote following meanings :

A = without bent flange

B = single Bent flange

C = double bent flange

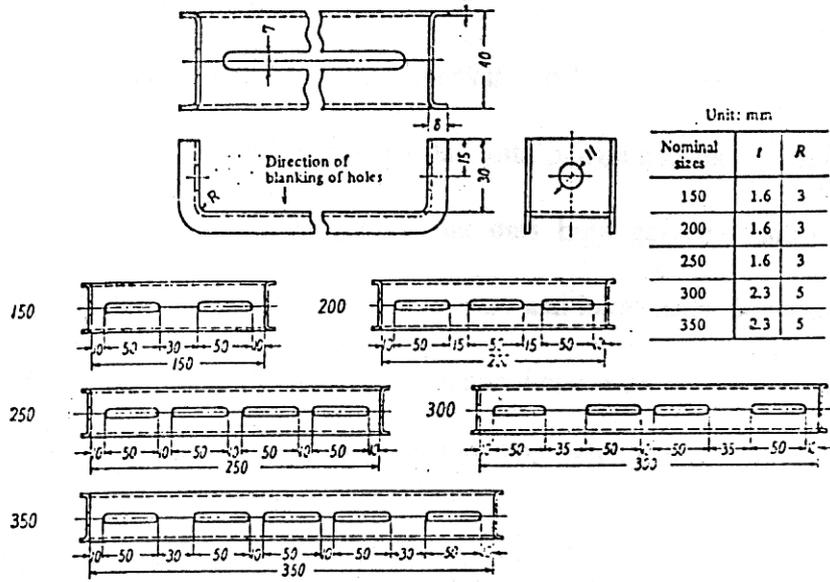
W = flange bent to inside

1 = single row strapping hole

2 = double row strapping hole

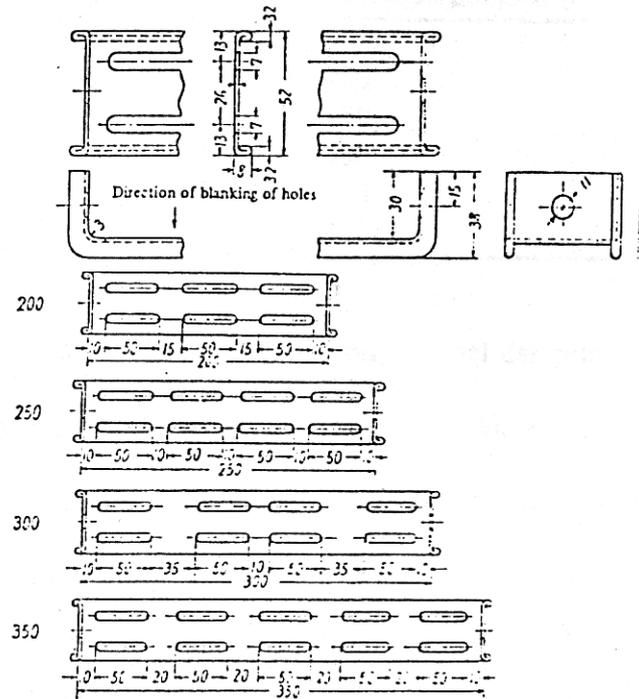
Common Dimensions for Nominal Sizes 150 to 350

Unit: mm



Penyangga kabel tipe B 1

Common Dimensions for Nominal Sizes 200 to 350



Penyangga kabel tipe C 2

Gambar.1 Beberapa contoh konstruksi penyangga kabel

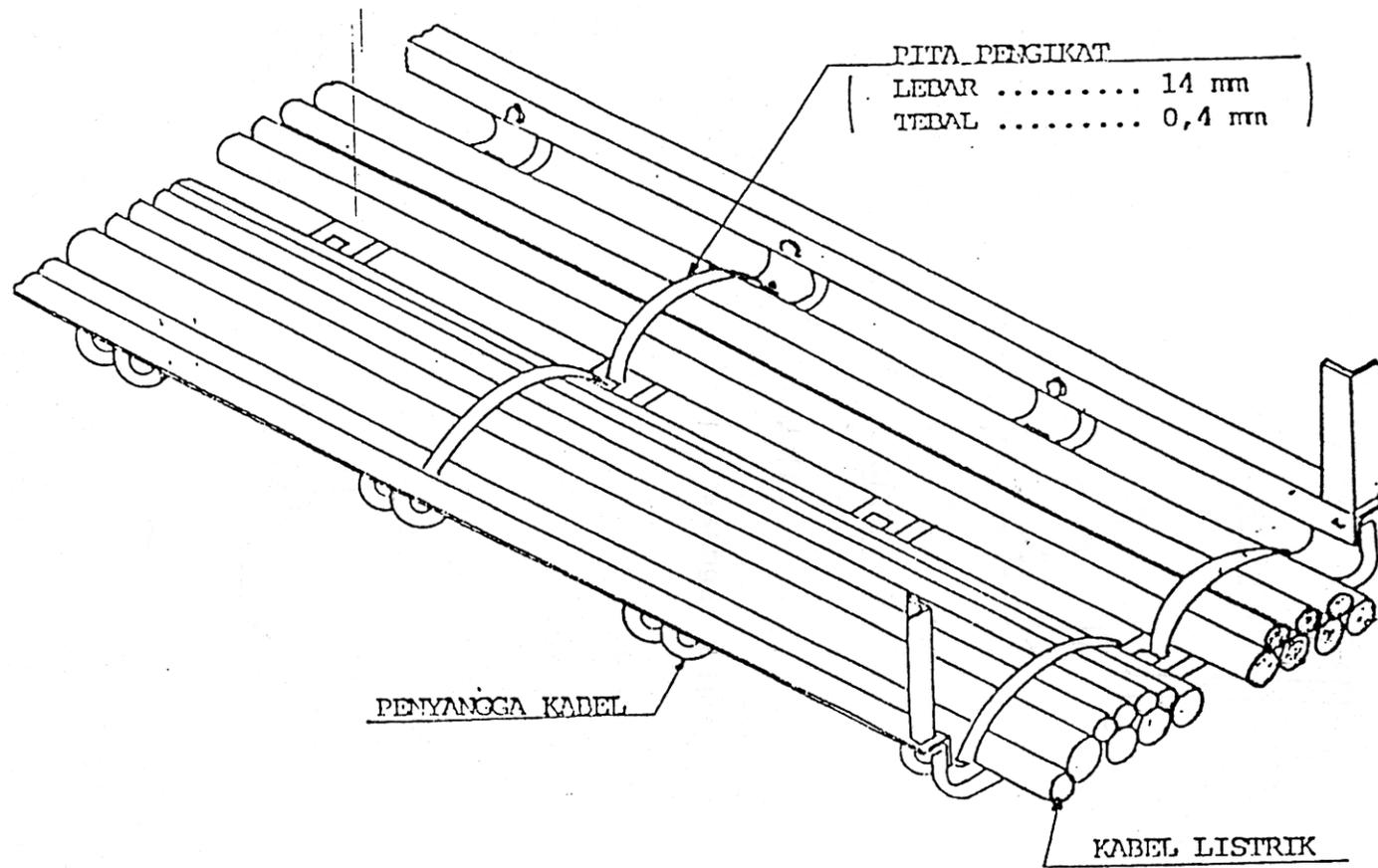
- Pengikat kabel

Pengikat kabel berfungsi untuk menyatukan kabel-kabel yang diletakkan pada jalur tersebut. Pengikat kabel ini terdiri dari pita pengikat (binding tape) dan kancing pengikat/buckle (buckle). Bahannya terbuat dari baja galvanis untuk pemakaian di ruang-ruang dalam kecuali ruang basah dan baja anti karat untuk pemakaian luar, ruang terbuka, kamar mandi/wc, ruang cuci dan dapur. Lebar pita pengikat adalah 14 mm dan tebalnya 0,4 mm. Jarak antara pengikat kabel, BKI telah menetapkan peraturan seperti pada tabel berikut:

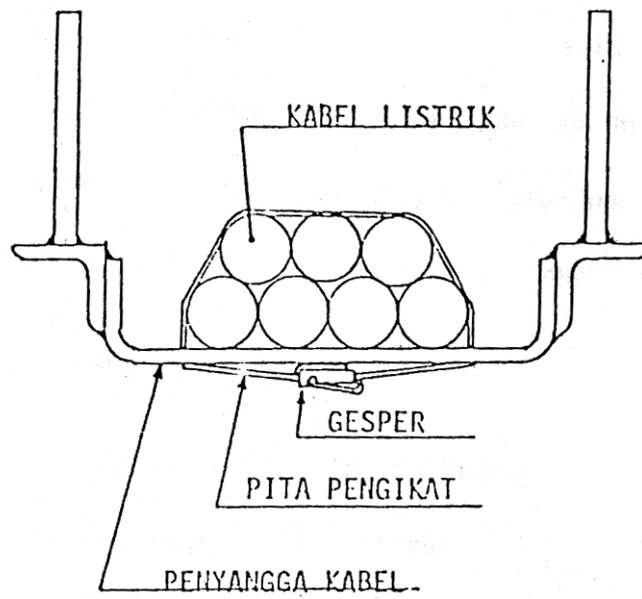
Tabel - 2 Jarak kira-kira diantara penjepit-penjepit

| Diameter luas kabel (mm) | | Jarak kira-kira diantara penjepit-penjepit (mm) |
|--------------------------|----|---|
| Diatas sampai dengan | | |
| 8 | 8 | 200 |
| 13 | 13 | 250 |
| 20 | 20 | 300 |
| 30 | 30 | 350 |

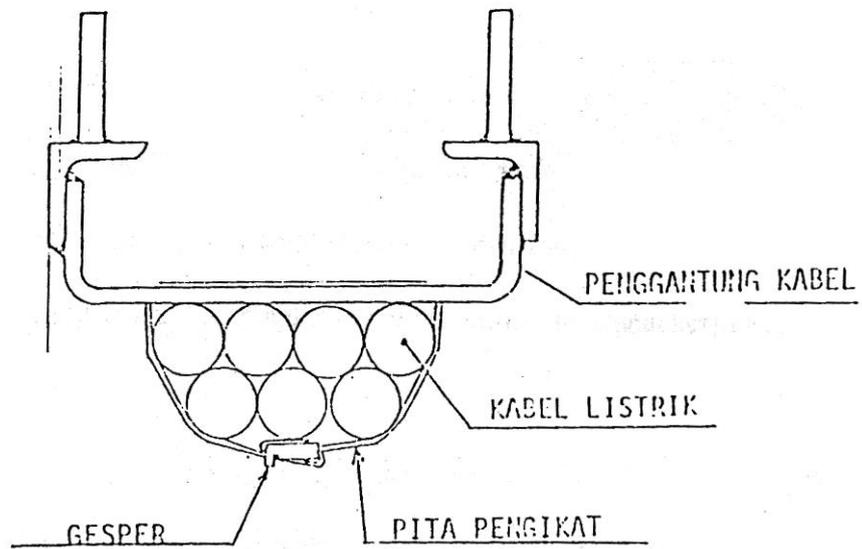
Jadi jalur kabel terdiri dari penyangga kabel dan pita pengikat. Agar berbentuk suatu jalur kabel, maka beberapa penyangga kabel tersebut disatukan dengan mempergunakan peralatan penghubung yang terdiri dari besi berbentuk huruf L, mur dan baut pengikat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar.2 Konstruksi jalur kabel



Gambar.3 Jalur kabel pasangan datar



Gambar.4 jalur kabel pasangan tegak

b. Tembusan Kabel

Penyaluran kabel harus diatur sedemikian rupa guna mencegah keterbukaan terhadap kerusakan mekanis dan sedapat mungkin lurus dan mudah dicapai. Bila instalasi kabel menghendaki adanya tembusan kabel pada dek atau dinding lekat, maka instalasi kabel tersebut harus diamankan dengan coaming steel.

c. Pipa Pelindung Kabel

Yang dimaksud dengan pipa pelindung kabel adalah pipa untuk melindungi instalasi kabel terhadap kerusakan mekanis.

Pipa pelindung kabel pada kabel dapat dibedakan atas:

- Pipa Pelindung Baja

Pipa pelindung ini harus dapat melindungi kabel terhadap kerusakan mekanis (cacat) dan pipa jenis ini hanya terhubung konduktif dengan lambung kapal.

- Pipa Pelindung Non Metalik (bukan logam)

Pipa pelindung jenis ini dipakai untuk melindungi kabel dimana bilamana kabel ditempatkan di ruang akomodasi dan hanya semata-mata untuk pelayanan instalasi penerangan dan rangkaian yang memiliki tegangan kerja sampai dengan 250 volt

- Pipa Pelindung Fleksibel

Jenis pipa pelindung ini digunakan apabila kabel dipasang di bawah lantai grating atau sejenisnya di dalam kamar mesin, dimana

penggunaan plica tube ini lebih praktis digunakan dari tipe pipa pelindung lainnya.

- **Pipa Pelindung Untuk Tembusan Kabel**

Bilamana instalasi kabel menghendaki adanya tembusan, maka digunakan pipa pelindung, yaitu pipa coaming. Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) telah menetapkan syarat-syarat pengisian kabel dalam pipa pelindung, yaitu kabel-kabel hanya boleh maksimum sampai dengan 40 % dari penampang bersih pipa pelindung. Penampang seluruh kabel adalah jumlah dari masing-masing penampang yang dihitung dari garis-garis tengah luar kabel.

G. Sistem Pengaman dan Pentanahan

Sistem pengaman yaitu sistem yang dapat mencegah timbulnya kerusakan atau mengurangi efek yang diakibatkan oleh gangguan pada sistem instalasi listrik kapal.

Gangguan-gangguan yang biasa timbul pada sistem instalasi listrik kapal adalah:

a. **Over-Load (beban lebih)**

Over-Load adalah semua arus yang menyebabkan kerusakan rangkaian jika terjadi selama jangka waktu yang panjang.

b. **Short-Circuit (hubung singkat) :**

Short-Circuit adalah kelebihan arus yang disebabkan oleh kecelakaan atau peristiwa terhubungnya dua titik pada suatu rangkaian yang mempunyai beda potensial dengan impedansi sepanjang kedua titik tersebut diabaikan.

Untuk mencegah efek dari kondisi gangguan, maka digunakan peralatan pengaman. Rating arus dari masing-masing pengaman tidak boleh lebih kecil dari arus

Untuk mencegah efek dari kondisi gangguan, maka digunakan peralatan pengaman. Rating arus dari masing-masing pengaman tidak boleh lebih kecil dari arus maksimum pada dalam rangkaian yang dilindungi dan kapasitas pemutus dari masing-masing pengaman juga tidak boleh lebih kecil dari arus hubung singkat sesaat yang bisa terjadi pada instalasi listrik.

Sistem pengaman harus selektif dengan kata lain harus menjamin bahwa hanya sebuah peralatan pengaman yang paling dekat dengan gangguan akan memutus rangkaian yang mengalami gangguan.

Adapun jenis peralatan pengaman instalasi yang dipergunakan di kapal adalah:

- Pengaman lebur
- Pemutus beban
- Saklar pemisah

1. Pengaman Lebur

Pengaman lebur atau fuse adalah suatu peralatan pengaman yang berfungsi melindungi sistem instalasi terhadap hubung singkat dan beban lebih.

Pengaman lebur yang umum dipakai ada dua macam, yaitu:

- a. Pengaman ulir (diazed &se)
- b. Pengaman pisau (HRC fuse)

Dari kedua jenis pengaman lebur diatas, HRC fuse lebih praktis digunakan karena karakteristik operasinya, daya tahan dan limit arus konsisten.

2. Pemutus Beban

Pemutus beban adalah alat pengaman yang memutus arus pada suatu rangkaian secara otomatis, jika arus mengalir melebihi suatu nilai yang telah ditentukan. Keuntungan pemutus beban ini bila dibandingkan dengan pengaman lebur, yaitu masih dapat difungsikan kembali setelah pemutusan.

Pemutus beban yang biasa digunakan pada instalasi listrik kapal adalah:

a. Miniature Circuit Breaker (MCB)

MCB adalah pemutus beban yang bentuknya kecil, kompak, mempunyai rating arus yang tidak melebihi 100 A dan mempunyai kapasitas pemutus mencapai 900 A.

Umumnya dipakai pada rangkaian sub-distribusi. Tipe satu fasa dan tiga fasa dapat digunakan tetapi tegangan nominal tidak melebihi dari 250 volt MCB mempunyai dua komponen penggerak mekanisme tripping, yaitu komponen bimetal dan komponen elektromagnetik. Komponen bimetal bereaksi terhadap efek kenaikan temperatur karena arus yang lebih besar dari kapasitas nominal MCB tersebut, sedangkan komponen elektromagnetik bereaksi terhadap pengaliran arus yang sangat besar. Umumnya pemutusan secara elektromagnetik ini berlangsung tanpa perlambatan Kalau arus yang mengalir melebihi nilai yang telah

ditentukan arusnya akan segera diputuskan. Waktu pembukaan total dari pemutus beban sangat tergantung dari waktu operasi pada pemutus, yang mana dipengaruhi oleh konstruksi dari pemutus.

b. Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)

Moulded Case Circuit Breaker ditempatkan dalam suatu rumah kotak untuk melindungi seluruh komponen dalam satu unit, dengan model demikian hanya memerlukan sedikit perawatan yang biasa ditambahkan fasilitas untuk memilih kotak (change-over-switch).

Mekanisme penggerak trip biasanya dengan tipe megnetic-tfaenual, walaupun beberapa pabrik melengkapi pemutus hanya dengan magnetic-trip (no fuse breaker). Pada MCCB yang mederen kompensasi thermal sering digunakan dengan operasi yang hanya tergantung dari arus dan tidak dipengaruhi oleh temperatur lingkungan udara.

3. Saklar Pemisah

Saklar pemisah yang sering digunakan di kapal adalah Disconnection Switch (DS), yaitu saklar untuk memutuskan atau menghubungkan rangkaian pada keadaan tanpa beban.

H. Sistem Pentanahan Peralatan

Pentanahan peralatan ialah pemburaian bagian-bagian peralatan yang pada operasi normal tidak dilalui arus. Menurut rekomendasi BKI salah satu tujuan pentanahan adalah menghindari tegangan sentuh yang tidak diperkenankan.

Tegangan sentuh ini cukup membahayakan karena dapat mengakibatkan kecelakaan sampingan. Untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan

yang tidak dilalui arus dan antara bagian-bagian ini dengan massa lambung sampai pada suatu harga yang aman (tidak membahayakan) pada semua kondisi operasi normal atau tidak normal, ini dapat dicapai dengan memakai suatu sistem pentanahan peralatan yang merata dalam semua bagian struktur dan peralatan. Selain itu juga untuk menjaga operator atau orang yang berada didaerah instalasi itu berada pada potensial yang sama dan tidak berbahaya setiap waktu. Dengan dicapainya potensial yang merata pada semua titik dalam daerah sistem pentanahan ini, kemungkinan timbulnya perbedaan potensial yang besar pada jarak yang dapat dicapai oleh manusia sewaktu terjadi hubung singkat ke tanah menjadi sangat diperkecil.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

a. Waktu

Pembuatan tugas akhir ini akan dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Februari 2018 sampai dengan Juni 2018 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

b. Tempat

Penelitian dilaksanakan di Makassar pada PT. Industri Kapal Indonesia .

B. Metode Penelitian

Metode penelitian ini berisikan langkah-langkah yang ditempuh penulis dalam menyusun tugas akhir ini. Metode penelitian ini disusun untuk memberikan arah dan cara yang jelas bagi penulis sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.

C. Langkah-langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah yang ditempuh oleh penulis dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Metode Pustaka

Yaitu mengambil bahan-bahan penulisan tugas akhir ini dari referensi-referensi serta literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah yang dibahas.

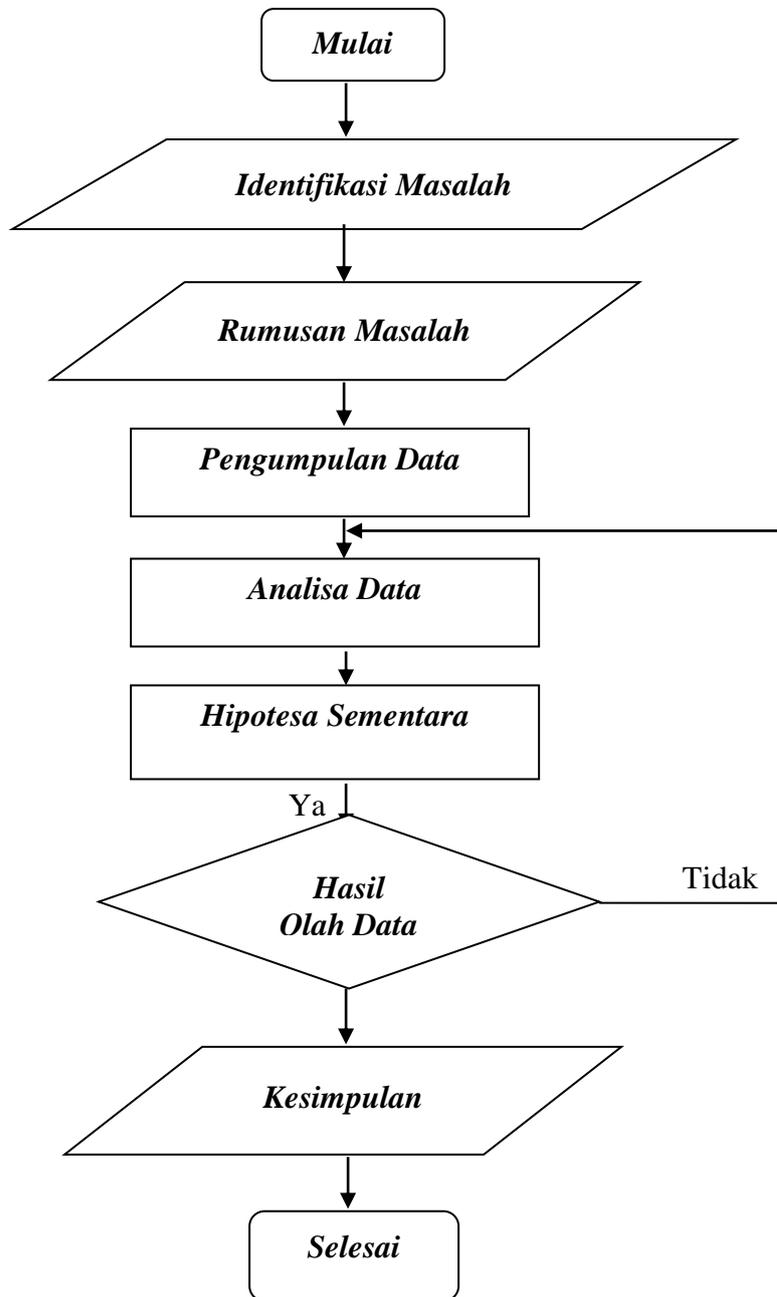
Metode Penelitian

Mengadakan penelitian dan pengambilan data di Makassar pada PT. Industri kapal Indonesia. Kemudian mengadakan pembahasan/analisa hasil pengamatan dan menyimpulkan hasil analisa tersebut.

Metode Diskusi/Wawancara

Yaitu mengadakan diskusi/wawancara dengan dosen yang lebih mengetahui bahan yang akan kami bahas atau dengan pihak praktisi di Makassar pada PT. Industri Kapal Indonesia.

D. Kerangka Fikir (Flowchart)



Gambar.5 Kerangka Fikir (Flowchart)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Data Umum Kapal

1. Ukuran Utama Kapal

Panjang keseluruhan = 50,70 m

Panjang per Pendicular (Lpp) = 43,00 m

Lebar Moulded = 08,40 m

Tinggi Moulded = 03,20m

Rata-rata sarat Moulded = 03,20m

Sarat tertinggi = 03,50 m

Rata-rata tenaga pada putaran mesin

Maksimum (MCR) = 1000 BHP

2. Type dan Konstruksi Kapal

Kapal didesain dan dibangun sedemikian rupa sebagai suatu Kapal Ikan Tuna Long Line untuk perairan samudera dengan baling-baling tunggal, digerakkan dengan mesin diesel, mempunyai geladak tunggal, akil (Forecastle), timbul (Poop) serta kamar mesin yang bertempat di bagian belakang, ruang muat ditengah kapal yang ditunjukkan pada gambar rencana umum (general arrangement).

B. Jenis-jenis Motor listrik yang Digunakan

1. Sea Water Pump (Jumlah 1 unit, kapasitas input per motor 8,83 KW)
2. Starting Air Compressor (1 unit, 3,68 KW)

3. Hydrophore Fresh Water Pump (1 unit, 1,10 KW)
4. Hydrophore Sea Water Pump (1 unit, 1,10 KW)
5. Conveyor Belts Hydr. Sets Cooling Pump (1 unit, 0,37 KW)
6. Bilge Separator (1 unit, 0,36 KW)
7. Fresh Water Pump Fresh Water Generator (1 unit, 0,55 KW)
8. Sea Water Pump-Fresh Water Generator (1 unit, 2,20 KW)
9. Tackle (1 unit, 0,40 KW)
10. Gas Oil Transfer Pump (1 unit, 1,47 KW)
11. Gas Oil Separator (1 unit, 0,75 KW)
12. Oil Separator (1 unit, 0,75 KW)
13. OH Heater (\1 unit, 8,00 KW)
14. Sludge Tank Discharger Pump (1 unit, 1,50 KW)
15. Engine Supply-Fan (2 unit. 3,00 KW)
16. Bow Windlass (1 unit, 11,04KW)
17. Bow Discharging Winch (1 unit, 7,36 KW)
18. Capstan (1 unit, 11,04 KW)
19. Servo Gear Pump (2 unit, 2,94 KW)
20. Hydraulic Unit Of Slow Conveyor Ben (1 unit, 0,25 KW)
21. Hydraulic Unit For Three Conveyor Betts (1 unit, 2,20 KW)
22. Hydraulic Unit Of Line Hauler (1 unit, 15,00 KW)
23. Hydraulic Unit Of Aut. Line Arranger (1 unit, 5,50 KW)
24. Bran Fee* (1 unit, 0,75 KW)
25. Float Reel (1 unit, 2,20 KW)

26. Electric Range (4 Hot Plate) (4 unit, 2,00 KW)
27. Oven (1 unit, 3,00 KVV)
28. Accommodation Supply-Fan (1 unit, 0,36 KW)
29. Toilets Exhaust-Fan (1 unH, 0,22 KW)
30. Galley Exhaust-Fen (1 unit, 0,22 KW)
31. Main Refrig. Plant Compressor (3 unit, 60,00 KW)
32. Main Refrig. Plant S.W. Clrculat Pump (2 unit, 4,00 KW)
33. Main Refrig. Tunnels Supply-Fan (8 unit, 2,20 KW)
34. Bait Hold Refrig. Compressor (1 unit, 4,00 KW)
35. Bait Hold S.W. Circulat. Pump (1 unit, 0,40 KW)
36. Bridge Air Acond. Autonomous Unity (1 unit, 2,6 KW)

C. Analisa Jumlah Beban

Dalam merencanakan instalasi daya listrik kapal laut, faktor yang menentukan adalah jumlah beban diatas kapal. Hal ini disebabkan karena kapasitas generator yang dipilih harus lebih besar dari beban terpasang.

1. Analisa Beban Utama

Analisa jumlah beban utama dibuat karena diperlukan dalam menentukan kapasitas daya generator yang akan digunakan pada kapal tersebut. Untuk menganalisa jumlah beban utama diperlukan:

- Data-data beban
- Jadwal pembebanan

Jadwal beban yang harus dilayani pada kapal penangkap ikan Tuna Long Linear 300 GTR, dapat dikelompokkan berdasarkan sifat operasinya, yaitu:

- Beban terus-menerus (continuous load)
- Beban sesaat (intermittent load)

Penyerapan daya listrik oleh peralatan kapal Penangkap Ikan Tuna ini tergantung pada saat pengoperasian kapal, yaitu:

- Pada saat memancing dan pembekuan (Fishing and Freezing)
- Pelayaran normal (Normal seagoing)
- Berbalik arah (Maneuvering)
- Istirahat di Pelabuhan (Loading/Unloading)
- Istirahat di Pelabuhan (Staying)

Adapun data-data beban dan jadwal pembebanan kapal sebagai berikut:

Tabel - 3. Data beban saat memancing dan pembekuan (Fishing and Freezing)

| NO | SERVICE | QNTY (UNIT) | OUTPUT (KW) | FISHING AND FREEZING | | | REMARKS |
|----|-----------------------------|-------------|-------------|----------------------|--------|----------|---------|
| | | | | % | CON T. | INCON T. | |
| 1 | SEA WATER PUMP | 1 | 10.38 | 0.8 | | 8,31 | |
| 2 | STARTING AIR COMPRESSOR | 1 | 4,38 | 0,6 | | 3.50 | |
| 3 | HYDROPHORE FRESH WATER PUMP | 1 | 1,46 | 0.7 | | 1,02 | |

Tabel - 4. Data beban saat pelayaran normal

| NO | SERVICE | QNT Y (UNI T) | OUTP UT (KW) | NORMAL SEA GOING | | | REMA RK S |
|----|-----------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|-----------|------|--------------|
| | | | | % | CON T. | INT. | |
| 1 | SEA WATER PUMP | 1 | 10,39 | 0.8 | | 831 | |
| 2 | STARTING AIR COMPRESSOR | 1 | 438 | 0,8 | | 3.50 | |
| 3 | HYDROPHORE FRESH WATER PUMP | 1 | 1,46 | 0.7 | | 1.02 | |

Tabel - 5. Data beban saat berbatik arah (Manoeuvring)

| NO | SERVICE | QNT Y (UNI T) | OUTP UT (KW) | MANOEUVRIN G | | | REMAR KS |
|----|-----------------------------|------------------------|--------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|
| | | | | % | CON T. | INCO NT. | |
| 1 | SEA WATER PUMP | 1 | 1038 | 0.8 | 8.31 | | |
| 2 | STARTING AIR COMPRESSOR | 1 | 4.38 | 0.8 | 3.50 | | |
| 3 | HYDROPHORE FRESH WATER PUMP | 1 | 1,46 | | | | |

Tabel - 6. Data beban saat istirahat di pelabuhan (Loading/Unloadmg)

| NO | SERVICE | QNT Y (UNI T) | OUTP UT (KW) | IN PORT/LOADING UNLOAD | | | REMA RK S |
|----|---------|------------------------|--------------------|------------------------------|-----------|-------------|--------------|
| | | | | % | CON T. | INCO NT. | |

| | | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|-------|-----|------|--|--|
| 1 | SEA WATER PUMP | 1 | 10.38 | 0.8 | 831 | | |
| 2 | STARTING AIR COMPRESSOR | 1 | 438 | 0.8 | 3.50 | | |
| 3 | HYDROPHORE FRESH WATER PUMP | 1 | 1.48 | 0.7 | 1.02 | | |

Tabel - 7. Data beban saat pelayanan istirahat di pelabuhan (Staying)

| NO | SERVICE | QNT Y (UNI T) | OUTP UT (KW) | IN PORT/STAYING | | | REMA RK S |
|----|-----------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|-----------|-------------|--------------|
| | | | | % | CON T. | INCO NT. | |
| 1 | SEA WATER PUMP | 1 | 1038 | | | | |
| 2 | STARTING AIR COMPRESSOR | 1 | 438 | 0.8 | 350 | | |
| 3 | HYDROPHORE FRESH WATER PUMP | 1 | 1.46 | 0.7 | 1.02 | | |

a. Jumlah Beban Terpasang

Jumlah beban terpasang sama dengan jumlah input peralatan listrik yang tersedia pada kapal, hal ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel - 8. Jumlah beban terpasang

| ITEM | FISHING AND FREEZING (KW) | NORMAL SEAGOING (KW) | MANOEUVRI NG (KW) | IN PORT LOADING/UNL OAD (KW) | IN PORT STAYI NG (KW) |
|----------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Continous Load | 253,06 | 235,83 | 298,13 | 80,69 | 64,65 |
| Intermittent Load | 65,44 | 48,91 | 0 | 0 | 0 |
| Jumlah | 318,5 | 284,74 | 298,13 | 80,69 | 64,65 |

b. Total Beban (Load)

Total beban adalah jumlah penyerapan tenaga listrik oleh beban secara terus-menerus dan beban sesaat yang beroperasi pada saat yang sama, hal ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel - 9. Total Beban

| ITEM | FISHING AND FREEZING (KW) | NORMAL SEA GOING (KW) | MANOEUVRI NG (KW) | IN PORT LOADING /UNLOAD (KW) | IN PORT STAYIN G (KW) |
|-------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------|
| Continuous Load | 185,66 | 104,2 | 162,78 | 75,7 | 56,82 |
| Intermittent Load | 61,56 | 32,55 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 247,22 | 136,75 | 162,78 | 75,7 | 56,82 |

c. Faktor Ketidakteragaman (Diversity Factor)

Faktor ketidakteragaman adalah faktor penyerapan daya listrik yang tidak seragam oleh beban karena adanya pengoperasian peralatan listrik pada waktu yang berbeda.

$$\text{Diversity Factor} = \frac{\text{jumlah beban terpasang}}{\text{total beban}}$$

Faktor ketidakteragaman dari tiap keadaan operasi pada kapal Penangkap ikan Tuna adalah:

- 1) Kapal memancing dan pembekuan (Fishing and Freezing)

$$\text{Diversity Factor} = \frac{318,5}{247,22} = 1,28$$

2) Kapal berlayar normal (Normal Sea Going)

$$\text{Diversity Factor} = \frac{287,74}{136,75} = 2,08$$

3) Kapal berbalik arah (Maneuvering)

$$\text{Diversity Factor} = \frac{298,13}{162,78} = 1,83$$

4) Kapal istirahat (Loading/Unloading)

$$\text{Diversity Factor} = \frac{80,69}{75,7} = 1,28$$

5) Kapal istirahat (Staying)

$$\text{Diversity Factor} = \frac{64,65}{56,82} = 1,13$$

d. Jumlah Permintaan Daya

Dalam peraturan klasifikasi dan konstruksi kapal laut tentang Instalasi Listrik BKI, permintaan daya listrik dari setiap operasi kapal adalah:

Jumlah permintaan daya listrik =

$$\text{Total beban terus-menerus} + \frac{1}{\text{Diversity Factor}} \times \text{total beban sesaat}$$

Jumlah permintaan daya dari tiap keadaan operasi kapal adalah sebagai berikut:

1) Kapal menangkap ikan dan membekukan (Fishing and Freezing)

$$\text{Jumlah permintaan daya listrik} = 185,664 + \frac{1}{1,28} \times 61,56 = 233,75 \text{ KW}$$

2) Kapal berlayar normal (normal seagoing)

$$\text{Jumlah permintaan daya listrik} = 104,2 + \frac{1}{2,08} \times 32,55 = 119,84 \text{ KW.}$$

3) Kapal berbalik arah (Maneuvering)

$$\text{Jumlah permintaan daya listrik} = 162,78 + \frac{1}{1,83} \times 0 = 162,78 \text{ KW}$$

4) Kapal istirahat (Loading/Unloading)

$$\text{Jumlah permintaan daya listrik} = 75,7 + \frac{1}{1,06} \times 0 = 75,7 \text{ KW}$$

5) Kapal istirahat (Staying)

$$\text{Jumlah permintaan daya listrik} = 56,82 + \frac{1}{1,13} \times 0 = 56,82 \text{ KW}$$

Jumlah permintaan daya listrik yang digunakan adalah jumlah permintaan daya yang terbesar dari keadaan operasi pada kapal tersebut. Jumlah permintaan daya listrik pada Kapal Penangkap Ikan Tuna yang direncanakan adalah 233,75 KW.

D. Penentuan Pembangkit Tenaga Listrik Utama

Dari hasil analisa beban yang harus disuplai dapat dilakukan penentuan pembangkit tenaga listrik utama (generator).

Pada Kapal Penangkap Ikan Tuna Long Linear 300 GTR, direncanakan instalasi pembangkit tenaga listrik utama yang terdiri dari:

- Generator I dan II merupakan generator utama yang bekerja secara paralel dimana apabila generator I mengalami kerusakan atau pemeliharaan, maka generator II yang akan digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik utama begitu pula sebaliknya dimana kapasitas dari kedua generator tersebut sama.

1. Output Generator

Menurut peraturan instalasi listrik BKI, output generator harus sekurang-kurangnya 15% lebih tinggi dari daya listrik yang diperlukan untuk pelayanan dikapal laut. Jadi output generator adalah:

$$1,15 \times \text{Jumlah permintaan daya listrik}$$

Berdasarkan rumus diatas, maka output generator I maupun II adalah:

$$1,15 \times 233,75 = 268,81 \text{ KW}$$

Sehingga dipilih generator dengan kapasitas 336 KVA \approx 350 KVA

2. Faktor Pembebanan Generator (Load Factor Generator)

Faktor pembebanan generator bertujuan untuk menentukan persentase pembebanan yang ditanggung oleh generator saat menyuplai daya listrik. Untuk mendapatkan faktor pembebanan generator, dipergunakan persamaan berikut:

$$\text{Load Factor} = \frac{\text{output generator}}{\text{kapasitas terpasang generator}} \times 100\%$$

Pada perencanaan instalasi listrik kapal Penangkap Ikan Tuna Long Linear 300 GTR, faktor pembebanan generator adalah:

$$\begin{aligned} \text{Load factor generator I dan II} &= \frac{268,81}{350,00} \times 100\% \\ &= 76,8\% \end{aligned}$$

Dan hasil analisa tersebut diatas, maka generator yang digunakan pada kapal Penangkap Ikan Tuna Long Linear 300 GTR adalah:

- Generator I dan II dengan kapasitas 350 KVA, 380 volt, 50 Hz, 4 wire dan $\text{Cos } \phi$ 0,8.

E. Jenis Instalasi Kabel

Jenis Menurut penggunaannya kabel/penghantar pada instalasi listrik kapal laut dapat dibedakan atas:

- Kabel instalasi tenaga

Kabel instalasi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah jenis kabel yang dapat dipergunakan untuk beban tenaga. Jenis kabel JIS yang dipergunakan untuk instalasi tenaga kapal adalah:

- H-SPYC, H-DPYC, H-TPYC, H-SPYCY, H-DPYCY, H-TPYCY dengan rating tegangan 250 volt
- L-SPYC, L-DPYC, L-TPYC, L-SPYCY, L-DPYCY, L-TPYCY dengan rating tegangan 250 volt.

Kabel jenis H-SPYC, H-DPYC, H-TPYC dan L-SPYC, L-DPYC, L-TPYC terdiri dari satu, dua dan tiga urat dengan konduktor tembaga berisolasi karet ethylene propylene dengan simbol "P", kemudian dibungkus plastik polyvinyl-chlorida dengan simbol "CY" dan sebagai pelindung luar (armour) adalah logam yang berbentuk anyaman (steel wire braided) dengan simbol "C" dan sebagai pelapis akhir adalah lapisan cat.

Penggunaan kabel ini biasanya hanya digunakan dalam ruangan mesin dan sebagainya. Ukuran kabel instalasi tenaga ini terdiri dari 1,25; 2,0; 3,5; 5,5; 8,0; 14; 22; 30 sampai 325 mm².

Sedangkan Kabel jenis H-SPYCY, H-DPYCY, H-TPYCY dan L-SPYCY, I-DPYCY, terdiri dari satu, dua dan tiga urat yang mana konduktornya terbuat dari tembaga berisolasi ethylene propylene dengan

simbol "T" yang dibungkus dengan plastik polyvinyl-chlorida dengan simbol "Y" dan pelindung logam anyaman dengan pelapis luarnya dari plastik polyvinyl-chlorida dengan simbol "CY". Kabel jenis ini digunakan pada ruang atau dek terbuka atau untuk pemasangan dalam pipa. Luas penampang kabel jenis ini adalah 1,25 sampai 325 mm².

- Kabel instalasi kontrol

Untuk instalasi kontrol yaitu kabel yang dipergunakan untuk penghubung jarak jauh dengan menggunakan tombol tekan (push-button), yang mana dipergunakan kabel jenis H-MPYC, H-MPYCY dan L-MPYC, L-MPYCY. Kabel jenis ini mempunyai bahan yang sama dengan kabel lainnya, hanya jumlah urat dan luas penampangnya yang berbeda. Jumlah uratnya terdiri dari 5, 7, 9, 12 sampai 33, sedangkan luas penampang per urat 1,25 mm².



Gambar 6. Kabel type TPYC

F. Perbedaan Instalasi Listrik di Kapal dan Instalasi Listrik di Darat

Listrik di kapal memegang peranan penting dalam operasional kapal, terutama untuk pengoperasian peralatan-peralatan pendukung. Seperti halnya listrik di darat, listrik di kapal pada prinsipnya sama dengan di darat. Hanya saja di atas kapal ada beberapa keadaan khusus. Ini berkaitan dengan lingkungannya yang khusus pula sehingga memerlukan persyaratan tertentu. Termasuk sistem kelistrikan seperti apa yang akan dipakai.

Lingkungan yang ada pada sebuah kapal sangatlah bervariasi dibandingkan lingkungan yang ada di bangunan darat. Karena ruang-ruangan yang ada di kapal 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 di kapal 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 digunakan pada beberapa kabel. Kabel las yang digunakan pada reparasi kapal dan pekerjaan pada bangunan pengeboran minyak lepas pantai (off-shore drilling rig), dan lain-lain menggunakan aluminium sebagai kawat konduktornya (kawat kabel)—(deter pilfering).

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 listrik dari konduktor dan juga arus listrik akan tergantung pada kondisi dari konduktor. Secara singkat beberapa kerusakan pada konduktor akan mengurangi 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 di kapal dan di sekitar lokasi dimana kabel akan ditempatkan sebelum mempertimbangkan standar mutu (tipe) kabel yang mampu melindungi kabel dari situasi yang bersifat dapat merusak.

G. Penentuan Penghantar yang Digunakan

Dalam sistem kelistrikan, peralatan kabel memegang peranan yang sangat penting. Karena menjadi sarana tempat mengalirkan daya listrik dari pembangkit ke beban pemakai tenaga listrik.

Penggunaan kabel pada pendistribusian tenaga listrik ini pada tiap bagian si stem kelistrikan berbeda jenisnya, tergantung pada daya kabel yang digunakan

a. Kabel penghantar generator

Kapal Penangkap Ikan Tuna (Long Linear) 300 GTR menggunakan generator dengan data-data sebagai berikut:

- Generator I dan II adalah generator 350 KVA, 380 V/220 V, 3 ϕ , 4 wire, 0,8 pf dan frekuensi kerja 50 Hz.

Maka arus nominal dari generator tersebut ialah:

$$I_G = \frac{350.000}{\sqrt{3} \times 380} = 531,7 \text{ ampere}$$

Maka pada generator I dan II digunakan kabel FPYC 325 mm²,

b. Kabel penghantar untuk motor-motor

- Sea Water Pump, dengan kapasitas 8,83 KW, sistem 3 fasa dan $\cos \phi$ 0,8 sehingga;

$$I_n = \frac{8830}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8} = 16,8 \text{ Ampere}$$

Dengan memperhitungkan kemungkinan penambahan daya sebesar 110% (Peraturan BKI), maka kapasitas arus beban:

$$1,1 \times 16,8 = 18,48 \text{ Ampere}$$

Berdasarkan hasil tersebut diatas, maka dipilih penghantar jenis TPYC dengan penampang 3,5 mm².

- Hydrophore Fresh Water Pump, dengan kapasitas 1,10 KW, sistem 3 fasa dan $\cos \phi$ 0,7 sehingga;

$$I_n = \frac{1100}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,7} = 2,4 \text{ Ampere}$$

dengan kapasitas arus beban sebesar:

$$1,1 \times 2,4 = 2,64 \text{ Ampere}$$

Maka dipilih penghantar TPYC dengan luas penampang 1,25 mm². Untuk ukuran penghantar dari pompa lainnya dapat dilihat pada lampiran.

H. Kapasitas Pengaman

1. Kapasitas Pengaman Generator

Generator yang digunakan terdiri dari 2 (dua) unit, maka peralatan pengaman dipasang pada masing-masing unit. Kapasitas per unit adalah 350 KVA, 380 volt dengan $pf = 0,8$, maka sesuai dengan standar BKI, pengaman lebih, harus ditempatkan 10% diatas arus nominal, maka:

$$I = 1,1 \times 531,7 = 584,87 \text{ Ampere}$$

Maka dipilih pengaman ACB tipe ME 630, dengan rating arus 200-630 A, 3 pole.

2. Kapasitas Pengaman Motor-Motor

Untuk pengaman motor-motor digunakan dua buah pengaman, yaitu MCB dan TOR.

Untuk Sea Water Pump, dengan $I_n = 16,8$ Ampere, maka dapat ditentukan ukuran pengaman yang digunakan.

- MCB

$$\begin{aligned} I_{\text{MCB}} &= 250 \% \times I_n \text{ motor} \\ &= 2,5 \times 16,8 \\ &= 42 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Maka dipilih MCB tipe 3P6 dengan rating arus sebesar 45 Ampere.

- TOR

$$I_{\text{TOR}} = I_n \text{ peralatan}$$

= 18-20 Ampere

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebelumnya, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah daya listrik yang diperlukan dari setiap keadaan operasi kapal yaitu :

a) Kapal menangkap ikan dan membekukan (Fishing and Freezing)

$$\text{Jumlah permintaan daya listrik} = 185,664 + \frac{1}{1,28} \times 61,56 = 233,75$$

KW

b) Kapal berlayar normal (normal seagoing)

$$\text{Jumlah permintaan daya listrik} = 104,2 + \frac{1}{2,08} \times 32,55 = 119,84 \text{ KW}$$

c) Kapal berbalik arah (Maneuvering)

$$\text{Jumlah permintaan daya listrik} = 162,78 + \frac{1}{1,83} \times 0 = 162,78 \text{ KW}$$

d) Kapal istirahat (Loading/Unloading)

$$\text{Jumlah permintaan daya listrik} = 75,7 + \frac{1}{1,06} \times 0 = 75,7 \text{ KW}$$

e) Kapal istirahat (Staying)

$$\text{Jumlah permintaan daya listrik} = 56,82 + \frac{1}{1,13} \times 0 = 56,82 \text{ KW}$$

2. Menurut peraturan instalasi listrik BKI, output generator harus sekurang-kurangnya 15% lebih tinggi dari daya listrik yang diperlukan untuk pelayanan dikapal laut. Jadi output generator adalah:

1,15 x Jumlah permintaan daya listrik

Berdasarkan rumus diatas, maka output generator I maupun II adalah:

$$1,15 \times 233,75 = 268,81 \text{ KW}$$

3. Perbedaan instalasi listrik di kapal dengan di darat yaitu kabel yang digunakan pada kapal untuk instalasi tenaga adalah type L-SPYC, L-DPYC, L-TPYC, L-SPYCY, L-DPYCY, L-TPYCY dengan rating tegangan 250 volt.
4. Besar penampang kabel yang digunakan dari panel utama ke panel cabang adalah digunakan kabel TPYC 1,25 mm², 2,0 mm², 3,5 mm², dan 8 mm².

B. Saran

Di samping persyaratan umum Instalasi Listrik dan peraturan mengenai kelistrikan yang berlaku, hendaklah memperhatikan pula persyaratan lain dalam pemasangan instalasi listrik, antara lain:

- a. Memperhatikan jumlah permintaan daya listrik yang diperlukan pada setiap komponen kelistrikan pada kapal.
- b. Instalasi listrik hendaklah memiliki kehandalan sistem yang baik, sehingga menimbulkan rasa aman dan nyaman.

Dan bagi peneliti, semoga dengan adanya laporan penelitian ini dapat menambah wawasan, dan semoga hal ini dapat menjadi referensi untuk peneliti selanjutnya sehingga dapat mengembangkan hasil-hasil dari pengamatan yang akan dilakukannya.

DAFTAR PUSTAKA

A. Astuti Kasim, Berkati, "STUDI PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK PADA KAPAL PERRY RQ-RO 300 GTR , 2016.

Biro Klasifikasi Indonesia, "PERATURAN INSTALASI LISTRIK", Jakarta : Kantor Pusat 2016.

Fresti, Santi (2013) "*KABEL LISTRIK (ELECTRIC CABLESI)*", dikutip dari <https://navalwomengineer.wordpress.com/2013/01/16/kabel-listrik/>

Panitia Revisi PUIL UPI, "PERATURAN UMUM INSTALASI LISTRIK INDONESIA", Jakarta: 2016

Muhaimin, Instalasi Listrik, Pusat Pengembangan ITB Bandung., 2016.

Harten, Van., Setiawan, P, E, Ir., Instalasi Listrik Arus Kuat I, II, III, Bina Cipta, Bandung, 2015.

Hutauruk, T.S. 2016. Pengetanahan Netral Sistem Tenaga & Pengetanahan Peralatan. Jakarta: Erlangga.

LIPI, Peraturan Umum Instalasi Listrik. Indonesia 2016.