

**SKRIPSI**

**PENENTUAN ARUS NOMINAL TERHADAP KAPASITAS  
PENGAMAN *LIGHT HOUSE* PADA *MARINE AIDS TO  
NAVIGATION***



**AMRINO**

**105821104217**

**HERMAN JONI**

**10581105217**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK  
JURUSAN ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2024**

# SKRIPSI

## **PENENTUAN ARUS NOMINAL TERHADAP KAPASITAS PENGAMAN *LIGHT HOUSE* PADA *MARINE AIDS TO NAVIGATION***

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas  
Muhammadiyah Makassar*



OLEH

**AMRINO**

**105821104217**

**HERMAN JONI**

**10581105217**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK  
JURUSAN ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2024**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **Penentuan Arus Nominal Terhadap Kapasitas Pengaman *Light House* Pada Marine AIDS To Navigation**

Nama : 1. Amrino  
2. Herman Joni  
Stambuk : 1. 105821104217  
2. 105821105217

Makassar, 05 September 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Rizal Ahdiyat Duyo, S.T., M.T

Pembimbing II

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

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

NBM : 1044 202





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**PENGESAHAN**

Skripsi atas nama Amrino dengan nomor induk Mahasiswa 105821104217 dan Herman Joni dengan nomor induk Mahasiswa 105821105217, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0009/SK-Y/20201/091004/2024, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Jum'at, 30 Agustus 2024.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar, 02 Rabi'ul Awal 1446 H  
 05 September 2024 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN, Eng

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

b. Sekretaris : I. Adriani, S.T., M.T., IPM

3. Anggota

1. Dr. Umar Katu, ST., MT

2. Anugrah, ST., MM

3. Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, MT

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II

**Rizal Ahdiyati Doyu, S.T., M.T**

**Dr. Eng. Ir. Hj. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng**

Dekan  
  
**Dr. Ir. Hj. Numanaty, S.T., M.T., IPM**  
 NBM : 795 108



Management System  
 021 71601 0218



**Kampus Merdeka**  
 INDONESIA RAYA

## 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 : “Penentuan Arus Nominal Terhadap Kapasitas Pengaman *Light House* Pada *Marine Aids to Navigation*’

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. Ibu DR. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Adriani, ST, MT., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak Dr. Ir. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng, S.T., M.T, selaku Pembimbing I dan Bapak Rizal A Duyo, ST, MT, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. 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.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2017 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 bernabfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, Agustus 2024

Penulis

## ABSTRAK

Adapun tujuan dari pada penelitian ini adalah Mengetahui secara rinci cara kerja, sistem pengoperasian dan pemeliharaan komponen-komponen listrik pada menara suar. Memberikan gambaran secara umum tentang alat-alat yang digunakan pada sistem kelistrikan menara suar. Memberikan perbandingan mengenai kesesuaian diantara peraturan sistem kelistrikan yang telah digunakan dengan peraturan yang berlaku. Metode yang dipergunakan pada penelitiann ini adalah mengadakan penelitian dan pengambilan data di Menara Suar Kodingareng Makassar. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah. Hasil perhitungan keandalan pada sistem penangkap debu Elektrostatik Menara suar (Light House) merupakan salah satu sarana bantu navigasi pelayaran (Marine Aids to Navigation) yang ditempatkan pada daerah-daerah alur pelayaran dan daerah-daerah yang rawan akan kecelakaan. Luas penampang penghantar kabel NYM suplay ke lampu adalah  $1,5 \text{ mm}^2$ , dan sesuai data kabel yang terpasang adalah NYM  $1,5 \text{ mm}^2$ . Berdasarkan KHA penggunaan kabel tersebut sudah sesuai, namun berdasarkan peraturan (PUIL) penggunaan kabel NYM  $2,5 \text{ mm}^2$  jauh lebih baik. Sumber daya listrik utama menara suar kodingareng memanfaatkan jasa pelayanan listrik dari pembangkit PLN. Dari hasil perhitungan kapasitas battere sebesar 202,5 Ah sementara battere yang terpasang adalah 700 Ah. Penggunaan battere lebih besar dari hasil perhitungan disebabkan karena mengingat pada saat cuaca gelap akan terjadi pengurangan pengisian arus listrik oleh solar modul, sehingga penggunaan kapasitas battere lebih besar, mampu memberikan penyediaan energi yang cukup.

**Kata kunci ;** Arus, Light House, Marine Aids to Navigation

## **ABSTRACT**

*The purpose of this study is to find out in detail how the workings, operating systems and maintenance of electrical components in the lighthouse tower. Provide a general description of the tools used in the lighthouse tower electrical system. Provide a comparison of the suitability between the electrical system regulations that have been used with the applicable regulations. The method used in this study is to conduct research and data collection at the Kodingareng Lighthouse Tower, Makassar. The results obtained in this study are. The results of the calculation of reliability on the Electrostatic Dust Capture System The lighthouse tower is one of the navigation aids (Marine Aids to Navigation) which is placed in shipping lane areas and areas prone to accidents. The cross-sectional area of the NYM cable conductor supplying the lamp is 1.5 mm<sup>2</sup>, and according to the data the installed cable is NYM 1.5 mm<sup>2</sup>. Based on the KHA, the use of the cable is appropriate, but based on the regulations (PUIL) the use of NYM 2.5 mm<sup>2</sup> cable is much better. The main electricity source for the Kodingareng lighthouse utilizes electricity services from the PLN generator. From the calculation results, the battery capacity is 202.5 Ah while the installed battery is 700 Ah. The use of a battery is greater than the calculation results because when the weather is dark there will be a reduction in the charging of electric current by the solar module, so the use of a larger battery capacity is able to provide sufficient energy supply.*

**Keywords;** *Current, Light House, Marine Aids to Navigation*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Alasan Memilih Judul .....	2
C. Tujuan Penulisan .....	2
D. Batasan Masalah .....	3
E. Metode Penulisan .....	3
F. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TEORI DASAR</b>	
A. Solar Modul .....	5
1. Sel Surya .....	5
2. Prinsip Kerja Solar Modul .....	5
3. Kemiringan Solar Modul .....	6

4. Jenis-jenis Solar Modul .....	7
5. Spesifikasi Solar Modul .....	8
B. Lampu Halogen .....	8
C. Akkumulator .....	9
1. Akku Timbel-Asam Sulfat .....	9
2. Akku Nikel-Kadmium .....	10
D. Penghantar .....	11
1. Jenis-jenis Kabel .....	11
2. Kemampuan Hantar Arus (KHA) Penghantar .....	15
3. Luas Penampang Penghantar .....	16
E. Pengaman .....	16
1. Miniatur Circuit Breaker .....	17
2. Sekring .....	18
F. Motor Arus Searah (DC) .....	21
1. Konstruksi Motor Arus Searah .....	21
2. Prinsip Kerja Motor DC .....	22
G. Panel.....	23
1. Penempatan Panel .....	24
2. Pembagian Panel .....	24
H. Pentanahan .....	25

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat .....	12
a. Waktu .....	12

b. Tempat.....	12
B. Metode Penelitian .....	12
C. Gambar wiring Penentuan luas penampang penghantar .....	12

#### BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Fisik Bangunan .....	27
B. Rambu Berputar (Revolving Blacon).....	27
1. Perhitungan Daya AC .....	28
2. Komponen Penggerak .....	29
3. Perhitungan Daya DC .....	29
4. Penedip (Flashing) .....	29
C. Penghantar .....	31
D. Pengaman .....	31
E. Solar Modul .....	32
F. Batterie .....	32
G. Penentuan Luas Penampang Penghantar .....	33
1. Perhitungan Luas Penampang Penghantar .....	33
H. Kapasitas Peralatan Pengaman .....	35

#### BAB VI. PENUTUP

A. Kesimpulan .....	40
B. Saran.....	40

#### DAFTARPUSTAKA

#### LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Beberapa bentuk wafer sel surya photovoltaik Silikon ..... 6
Gambar 2,2	Modul Surya M55 ..... 8
Gambar 2.3	Akkumulator Satu Kamar ..... 10
Gambar 2.4	Akkumulator tiga kamar, 6V ..... 10
Gambar 2.5	Konstruksi Kabel NYM ..... 12
Gambar 2.6	Konstruksi Kabel NYAF..... 13
Gambar 2,7	Konstruksi Kabel NYFGby ..... 14
Gambar 2.8	Bentuk Rumah sekering ..... 18
Gambar 2.9	Tudung sekering dilengkapi dengan jendela kaca kecil ..... 19
Gambar 2.10	Bentuk pengepas patron 6A dan 25 A..... 19
Gambar 2.11	Bentuk Fisik Patron lebur ..... 21
Gambar 2.12	Prinsip Kerja Motor DC ..... 22

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Sebagaimana kita ketahui bersama, negara Indonesia merupakan negara kepulauan yang mempunyai luas sekitar 1,5 juta km<sup>2</sup> dengan wilayah laut empat kali lebih luas dari daratan (laut 73% dan daratan 27%) oleh karena itulah Indonesia dijuluki sebagai "Negara Maritim" yaitu negara yang memiliki banyak pulau-pulau besar dan kecil. Dengan demikian kebutuhan akan sarana transportasi laut merupakan faktor utama untuk menghubungkan satu pulau dengan pulau yang lain.

Pulau Sulawesi khususnya Sulawesi Selatan dengan luas lautan ± 68.000 nm<sup>2</sup> panjang garis pantai 1271 mil, dan jumlah pulau-pulau sebanyak 152 buah merupakan salah satu lintasan transportasi laut yang sangat rawan. Dengan banyaknya pulau-pulau besar dan kecil yang terdapat pada perairan laut Sulawesi Selatan menjadikan kapal-kapal dari berbagai penjuru untuk berhati-hati dalam melewati kawasan perairan tersebut pada saat malam hari maupun saat cuaca gelap.

Pulau Kodingareng merupakan salah satu pulau yang sering dilalui kapal-kapal baik yang dari atau yang akan menuju pelabuhan Makassar. Untuk menghindari bahaya terhadap kapal-kapal maka oleh Distrik Navigasi Kelas I Makassar dibangun sebuah marka laut berupa menara suar.

Pengoperasian menara suar pada malam hari atau pada saat cuaca gelap sangat berarti sekali bagi keselamatan kapal-kapal dengan jarak tampaknya yang mencapai 20 mil tersebut dapat memberikan kode atau isyarat akan terjadinya suatu bahaya.

Karena sangat vital dan begitu pentingnya suatu menara suar maka perlu adanya pengkoordinasian dan pengawasan yang ketat terhadap sistem kelistrikannya, karena untuk dapat mengaktifkan fungsi menara suar tersebut, sangat dibutuhkan energi listrik yang memadai serta kehandalan dari komponen-komponen listrik penunjang lainnya.

Dengan adanya penanganan tersebut, dapat memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi kapal-kapal yang melintasi perairan sekitar pulau Kodingareng maupun bagi penduduk yang bermukim di pulau tersebut.

Atas dasar uraian seperti tersebut di atas, maka penulis mengangkat judul: "Kajian Sistem Kelistrikan Pada Sarana Bantu Navigasi Menara Suar Kodingareng Makassar"

## **B. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Oleh karena umur sistem kelistrikan menara suar kodingareng sudah sangat lama keberadaannya, dan sering terjadi kegagalan dalam setiap pengoperasiannya serta kurangnya penanganan secara profesional
2. Bagaimana sistem kelistrikan menara suar dan membandingkan sistem kelistrikan terhadap hasil analisa penulis yang berdasarkan peraturan sistem kelistrikan yang berlaku.

## **C. Tujuan Penulisan**

Untuk memahami masalah yang sebenarnya dari system kelistrikan menara suar kodingareng, maka dipandang perlu untuk mengemukakan beberapa tujuan.

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

- Mengetahui secara rinci cara kerja, sistem pengoperasian dan pemeliharaan komponen-komponen listrik pada menara suar
- Memberikan gambaran secara umum tentang alat-alat yang digunakan pada sistem kelistrikan menara suar.
- Memberikan perbandingan mengenai kesesuaian diantara peraturan sistem kelistrikan yang telah digunakan dengan peraturan yang berlaku.

#### **D. Batasan Masalah**

Karena sistem kelistrikan mempunyai ruang lingkup yang sangat luas dan karena keterbatasan penulis serta untuk mendapatkan penulisan yang baik dan jelas, maka penulis membatasi permasalahan yang meliputi;

1. Perhitungan pemakaian daya AC dan DC, Perhitungan jarak tampak cahaya (Luminous Range)
2. Penentuan kapasitas peralatan pengaman, Penentuan luas penampang penghantar.
3. Penentuan kapasitas solar modul, Penentuan kapasitas Batterie.

#### **E. Manfaat Penulisan**

Adapun manfaat pada penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk pengkoordinasian dan pengawasan yang ketat terhadap sistem kelistrikannya karena sangat vital dan begitu pentingnya suatu menara suar.
2. Dapat mengaktifkan fungsi menara suar tersebut, sangat dibutuhkan energi listrik yang memadai serta kehandalan dari komponen-komponen listrik penunjang lainnya.

3. Dapat memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi kapal-kapal yang melintasi perairan sekitar pulau Kodongareng maupun bagi penduduk yang bermukim di pulau tersebut.

## **F. Metode Penulisan**

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan beberapa metode penulisan yaitu:

1. Observasi

Melakukan peninjauan langsung ke lokasi untuk mengambil data-data yang berhubungan dengan tugas akhir.

2. Literatur

Penulis melakukan studi dari berbagai buku-buku katalog, diktat-diktat, brosur-brosur yang ada kaitannya dengan judul tersebut di atas.

3. Diskusi

Penulis melakukan tanya jawab pada semua pihak yang memahami tentang permasalahan yang akan penulis bahas.

## **G. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dari tugas akhir ini adalah:

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Dalam bab ini dibahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penulisan, metode penulisan dan sistematika penulisan,

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dibahas teori-teori yang berhubungan dengan tugas akhir.

### BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

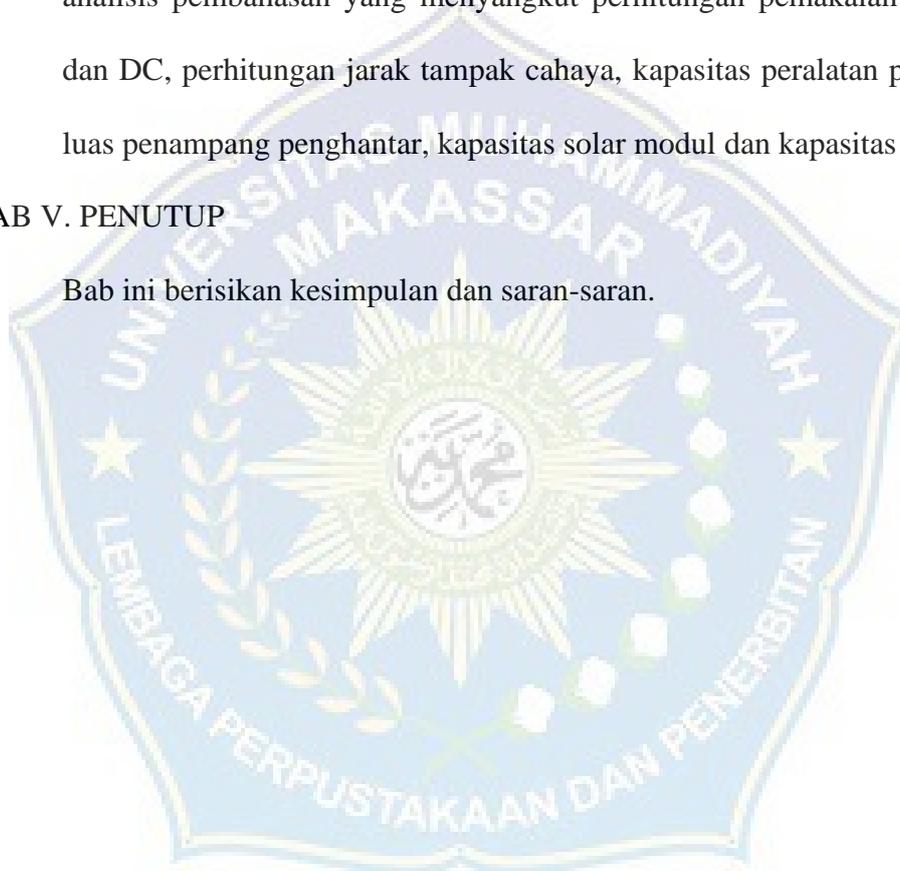
Pada bab ini akan membahas tentang waktu, tempat dan metode penelitian

### BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi tentang data-data sistem kelistrikan menara suar serta analisis pembahasan yang menyangkut perhitungan pemakaian daya AC dan DC, perhitungan jarak tampak cahaya, kapasitas peralatan pengaman, luas penampang penghantar, kapasitas solar modul dan kapasitas battere.

### BAB V. PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran-saran.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Solar Modul**

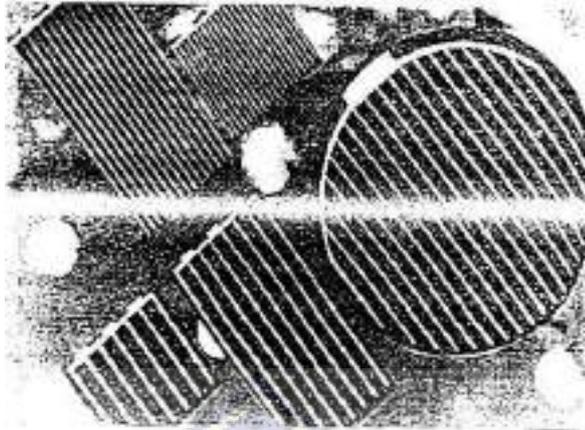
Solar modul adalah gabungan beberapa wafer sel silikon (Si) yang dipasang pada sebuah bingkai aluminium atau baja tahan karat, dan dilindungi oleh lapisan kaca atau plastik.

##### **1. Sel surya**

Sel surya (Solar cell) adalah sebuah photovoltaik yaitu bahan semi konduktor yang mengubah secara langsung energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada awalnya sel surya dirancang hanya untuk keperluan pengadaan listrik pada satelit. Sekarang, karena kemajuan pabrikan tentang sel surya yang lebih murah sehingga pemakaiannya lebih luas lagi misalnya untuk catu daya.

##### **2. Prinsip kerja solar modul**

Bila sel-sel silikon (Si) terkena sinar matahari, maka photon-photon yang mendarat sekitar sambungan P-N akan menghasilkan pasangan-pasangan elektron-lubang, elektron-elektron akan cenderung untuk berjalan ke arah silikon type - n, sedangkan lubang akan cenderung untuk berjalan ke arah daerah bermuatan positif. Bilamana wilayah N (negatif) dan wilayah P (positif) diberi sambungan listrik, maka dapat mengalirkan arus listrik dalam sambungan itu. Dengan sendirinya besar arus listrik atau tenaga listrik yang diperoleh tergantung banyaknya jumlah energi cahaya yang mencapai sel-sel silikon tersebut. Dalam hal ini satu sel silikon yang berukuran 10 cm<sup>2</sup> menghasilkan tegangan sebesar 0,5 volt.



Gambar 2.1. Beberapa bentuk wafer sel surya Photovoltaik Silikon

### 3. Kemiringan solar modul

Sistem solar modul yang telah ditentukan ukurannya dan dipasang dengan baik akan membutuhkan biaya investasi dan pemeliharaan yang rendah. Untuk memasang di tempat terpencil dan tempat-tempat dimana pemasangan sumber daya utama tidak praktis beberapa pengukuran sederhana dibutuhkan pada waktu pemasangan untuk memastikan rehabilitasi operasi sistem.

Orientasi perangkat solar modul harus menghadap dalam batas  $10^\circ$  dari khatulistiwa. Hal ini memberikan pengumpulan energi keseluruhan yang paling baik sepanjang siklus tahun. Kemiringan solar modul harus dimiringkan terhadap khatulistiwa di ukuran antara bidang solar modul dengan horizontal. Demikian pula untuk bayangan dari pergerakan sinar matahari sewaktu matahari berada pada titik tertinggi (horizon), sudut antara horizon dan matahari adalah  $113^\circ$  dikurangi lintang. Arah ini dilihat dari sisi atas solar modul yaitu sudut terjauh dari khatulistiwa untuk menentukan batas atas dari halangan matahari teknik penentuan dengan meletakkan mata pada sisi atas solar modul dimana suatu bidang imajiner dari timur melalui suatu arah di atas horizon yang sama dengan  $113^\circ$  dikurangi

lintang, terus ke arah barat dimana tiap objek akan menjadi halangan yang potensial.

#### **4. Jenis-jenis solar modul**

##### **a. M55, M50 dan M75**

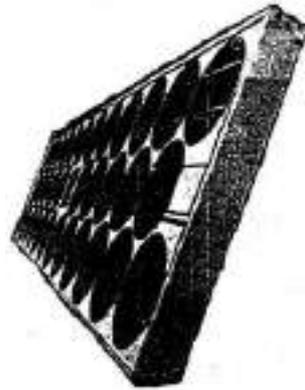
M55 terdiri dari 35 sel hubung dan cocok untuk penggunaan listrik surya apa saja, termasuk pengisian aki dan iklim panas, sambungan langsung ke motor DC dan pemakaian bersama pengendali alur tenaga puncak

M50 dan M75 dengan 33 sd hubung seri dirancang sebagai modul listrik surya pengisi aki di semua iklim kecuali yang sangat panas, dimana kdebihan voltase dari M55 dibutuhkan, M50 dan M75 dapat juga dipakai untuk sambungan langsung ke motor DC tertentu- Sebuah pengatur diperlukan bila M55, M50 dan M75 dipakai untuk pengisian aki.

##### **b. M65**

Modul pengatur sendiri ini dirancang untuk sambungan langsung dengan aki. Dimaksudkan untuk pemakaian dimana terdapat kebutuhan akan tenaga listrik bagi berbagai maksud, terutama penerangan, alat rumah tangga dan peralatan lain di pemukiman terpencil atau di kendaraan rekreasi dan kapal kecil.

Modul ini terdiri dari 30 sel hubungan seri, mengatur sendiri bila dipakai untuk isi aid dengan kapasitas yang cocok, karena sifat kelistrikannya sangat sepadan dengan kebutuhan pengisian aki timbel asem.



Gambar 2.2 Modul Surya M55

### 5. Spesifikasi solar modul

Model .	Siemens M55/55W	M50	M75	M65
Ciri kelistrikan				
Tenaga terbesar, watt	55WP	50WP	48WP	43WP
Alir teg. Terbuka (VOC)	21,7	19,8	19,8	18,8
Arus hubung pendek (ISC)	3,40	3,45	335	3,32
Tegangan pembebanan	17,4	15,9	15,9	14,6
Kekuatan arus pembebanan	3,15	3,15	3,02	2,95

### B. Lampu Halogen

Lampu halogen juga dikenal sebagai lampu yodium. Lampu ini diisi gas dengan campuran sedikit yodium, kira-kira 0,1 mg per cm<sup>3</sup>. Karena adanya yodium ini, dalam lampu akan terjadi suatu reaksi lamia, yang mengembalikan wolfram yang telah menguap ke kawat pijar lampu, suhu dinding bola lampu relatif rendah. Pada dinding lampu ini terjadi reaksi antara wolfram yang telah menguap dengan yodium.

Wolframiodida ini mudah menguap, sehingga dapat mencapai kawat pijar lampu. Suhu kawat pijar ini tinggi, karena itu wolframiodida yang mengenai kawat

pijar akan diuraikan kembali. Lampu pijar yodium ini merupakan sebuah lampu yang kecil dengan bola lampu yang sangat panas. Suhu dinding bola lampu dapat mencapai suhu kira-kira  $600^{\circ}\text{Q}$  supaya reaksinya dapat berlangsung dengan baik, maka bola lampu ini dibuat dari kwarsa.

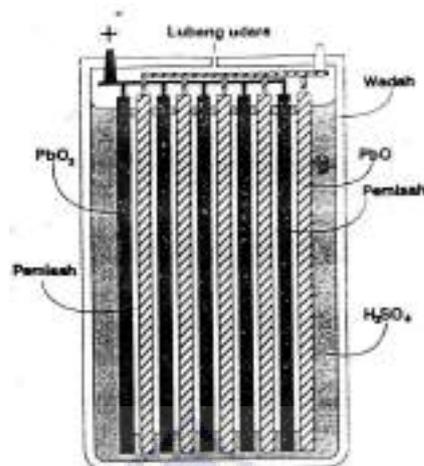
Lampu yodium masa kini memiliki fluks cahaya spesifikasi 20 lm/W, untuk lampu dengan umur 2000 jam nyala dan 25 lm/W untuk dengan lampu umur 200 jam nyala.

### **C. Akkumulator**

Akkumulator atau akku disebut juga elemen sekunder yaitu sumber listrik dari bahan kimia yang reaksi kimiannya dapat dibalik atau diperbaharui berulang-ulang dengan jalan mengisinya.

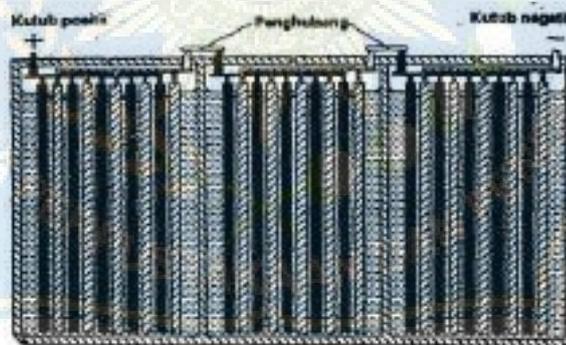
#### **1. Akku timbel-asam sulfat**

Jenis akku ini mungkin yang paling banyak digunakan, terutama untuk kendaraan bermotor. Akku jenis ini menggunakan asam sulfat sebagai elektrolit dan senyawa timbel sebagai kutub-kutub. Pada akkumulator yang sebenarnya, lempeng-lempeng yang digunakan tidak hanya satu melainkan banyak. Dalam satu "sel" (kamar) terdapat 5 lempeng  $\text{PbO}_2$  (dioksid timbel) yang dihubungkan satu sama lain, dan 5 lempeng  $\text{PbO}$  yang juga dihubungkan dengan lempeng yang satu dengan lempeng yang lain terdapat lempeng pemisah yang terbuat dari bahan berpori. Lempeng  $\text{PbO}_2$  (dioksid tembél) merupakan kutub positif akkumulator dan lempeng  $\text{PbO}$  (timbel murni) Merupakan kutub negatifnya.



Gambar 2.3. Akumulator Satu Kamar

Energi kimia yang tersimpan di dalam akumulator dinyatakan dalam ampere-jam atau amperer-hours (Ah). Sebuah akumulator biasanya terdiri atas 3 atau 6 kamar masing-masing kamar sesungguhnya merupakan satu akumulator dengan ggl kira-kira 2,1 V. gabungan beberapa akumulator baik seri atau paralel disebut batere. Battere dengan 3 kamar memiliki kira-kira 6,3 V ini disebut battere 6 Volt.



Gambar 2.4 Akumulator 3 kamar, 6 V

## 2. Akku nikel-kadmium

Akku nikel-kadmium. menggunakan kalium hidroksid sebagai elektrolit, nikel sebagai kutub positif, dan campuran logam kadmium sebagai kutub negatif. Akku nikel-kadmium banyak dibuat dengan bentuk seperti elemen kering (batu

battere), akan tetapi harganya jauh lebih mahal dari pada battere biasa. Keuntungannya ialah dapat diisi ulang seperti halnya akku dan tahan disimpan lama.

#### **D. Penghantar**

Penghantar adalah komponen listrik berupa konduktor yang dapat menyalurkan energi listrik dari satu titik ke titik yang lain, Penghantar yang lazim digunakan untuk instalasi listrik yaitu konduktor berupa tembaga dan aluminium dengan kawat terisolasi terselubung thermoplastik.

Tembaga atau aluminium yang digunakan hams mempunyai kemurnian yang tinggi yaitu 99,5% sehingga daya hantarnya tinggi. aluminium lebih ringan dibanding tembaga sehingga kekuatan tarik aluminium lebih kecil dari kekuatan tarik tembaga. Untuk itu penghantar aluminium yang ukurannya besar dan pemasangannya direntangkan memerlukan penguat baja atau panduan aluminium pada bagian tengahnya.

#### **1. Jenis-jenis kabel**

##### **a. Kabel NYM**

Kabel NYM adalah penghantar tembaga polos berisolasi PVC. Untuk luas penampang 1,5 mm<sup>2</sup> sampai dengan 10 mm<sup>2</sup> penghantarnya terdiri dari kawat tunggal, sedang untuk 16 mm<sup>2</sup> ke atas penghantarnya terdiri dari sejumlah kawat yang dipilin jadi satu.

Jumlah uratnya satu hingga lima, kalau ada lebih dari satu, urat-uratnya dibelit jadi satu dan kemudian diberi lapisan pembungkus inti dari kawat atau

plastik lunak supaya bentuknya menjadi bulat. Lapisan pembungkus inti ini harus lunak dan rapuh, supaya mudah dikupas pada waktu pemasangan, sesudah itu harus diberi selubung PVC berwarna putih.



Gambar 2.5. Konstruksi Kabel NYM

Tentang penggunaan kabel NYM berlaku ketentuan-ketentuan berikut ini(ayat742BJ):

- NYM boleh dipasang langsung pada plesteran atau kayu atau ditanam langsung dalam plesteran, juga di ruang lembab atau basah, di tempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran atau ledakan.
- NYM boleh juga dipasang langsung pada bagian-bagian lain dari bangunan, konstruksi, rangka dan sebagainya, asalkan cara pemasangannya tidak merusak selubung luar kabelnya.
- NYM tidak boleh dipasang langsung dalam tanah. Arti huruf-huruf kode yang digunakan ialah:
  - N = kabel jenis standar dengan penghantar tembaga
  - Y = Selubung isolasi dari PVC
  - M = Berselubung

## b. Kabel NYAF

Kabel NYAF merupakan kabel fleksibel yang terdiri dari kawat-kawat tembaga halus dengan isolasi PVC. Luas penampang penghantarnya 0,5 atau 0,75 mm<sup>2</sup>.

Jumlah urat NYAF dua hingga empat urat, urat-urat ini dibelit jadi satu dan diberi selubung luar PVC, sedemikian hingga urat-uratnya dapat bergerak dalam selubungnya.

Kabel ini digunakan dalam ruang kering, basah, lembab, maupun di alam terbuka.



Gambar 2.6. Konstruksi Kabel NYAF

Arti huruf-huruf kode yang digunakan ialah :

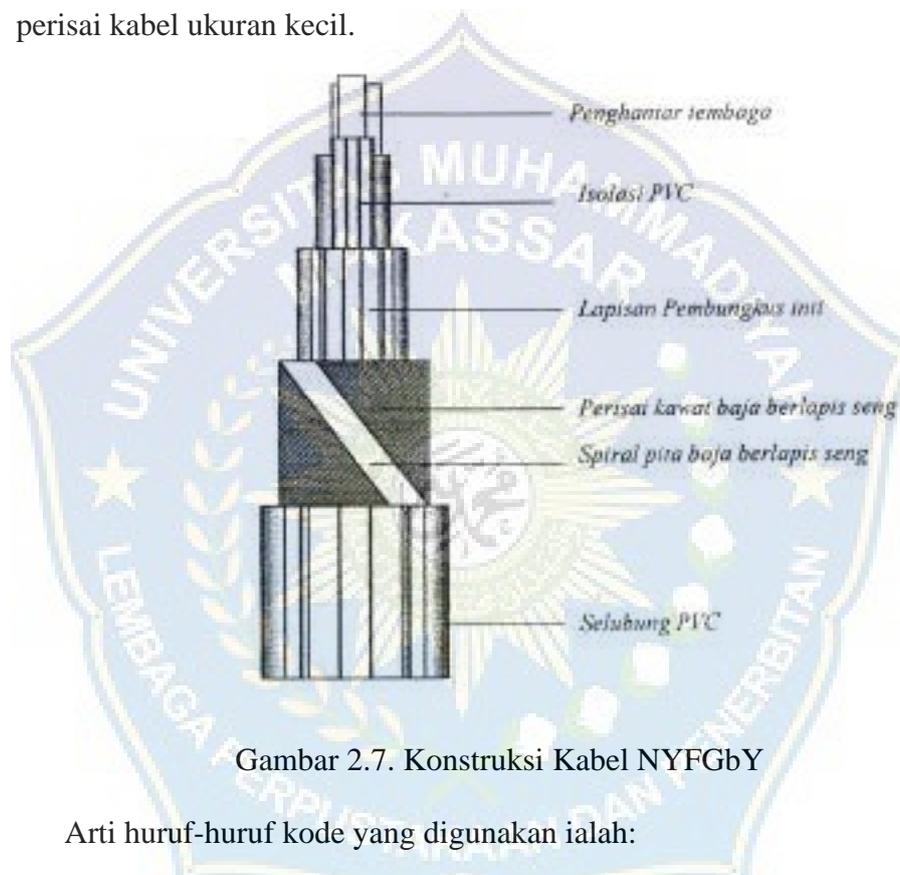
- N = kabel jenis standar dengan penghantar tembaga
- Y = Isolasi PVC
- A = Kabel berisolasi tunggal
- F = Penghantar kawat halus

## c. Kabel NYFGbY

Penghantar ini adalah jenis penghantar/kabel tanah termoplastik berperisai yang paling banyak digunakan di Indonesia. Uratnya terdiri dari penghantar tembaga tanpa lapisan timah putih, dengan isolasi PVC. Jumlah uratnya kebanyakan tiga atau empat dan kadang-kadang dua. Urat-uratnya ini dibelit menjadi satu, kemudian diberi lapisan pembungkus inti dari karet atau

plastik lunak, dan perisai kawat baja pipih berlapis seng. Perisai kawat baja ini diikat dengan spiral pita baja berlapis seng.

Untuk pelindung perisainya terhadap korosi, kabelnya diberi selubung luar PVC berwarna hitam. Perisai dan kawat baja itu juga berfungsi sebagai pelindung elektrostatis yang baik, kawat baja pipih ini tidak dapat digunakan perisai kabel ukuran kecil.



Gambar 2.7. Konstruksi Kabel NYFGbY

Arti huruf-huruf kode yang digunakan ialah:

- N = kabel jenis standar dengan penghantar tembaga
- Y = IsolasiPVC
- F = Perisai kawat baja pipih
- Gb = Spiral dari pita baja
- Y = Selubung luar PVC

## 2. Kemampuan hantar arus penghantar

Kemampuan hantar arus (KHA) suatu kabel adalah kemampuan maksimal kabel untuk dialiri arus secara terus menerus, tanpa menyebabkan kerusakan kabel itu, Untuk menentukan kemampuan hantar arus suatu penghantar maka terlebih dahulu harus diketahui arus yang dipakai berdasarkan daya beban, dan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Untuk arus searah (DC)  $I = \frac{P}{V}$
- Untuk arus bolak-balik (AC) satu fasa  $I = \frac{P}{V \cos \phi}$
- Untuk arus bolak-balik (AC) tiga fasa  $I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \phi}$

Dimana: I = Arus nominal (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

P = Daya (Watt)

Cos  $\phi$  = Faktor Daya

Ketentuan mengenai kemampuan hantar arus suatu penghantar rangkaian motor menurut PUIL (1987) adalah sebagai berikut:

- a. Penghantar rangkaian akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 110% arus nominal beban penuh (pasal 520 C1).
- b. Penghantar rangkaian akhir yang menyuplai KHA kurang dari jumlah arus beban penuh motor terbesar dalam motor yang mempunyai arus nominal tertinggi (Pasal 520 C2)

Dengan mengetahui besarnya KHA suatu penghantar maka luas penampang penghantar dapat ditentukan.

### **3. Luas penampang penghantar**

Luas penampang suatu penghantar yang akan digunakan pertama-tama ditentukan oleh kemampuan hantar arus yang diperlukan dan suhu keliling yang harus diperhitungkan selain itu harus juga diperhatikan rugi tegangan, Menurut ayat 413 A5, rugi tegangan antara perlengkapan hubung bagi utama (yaitu yang berada di dekat Kwh-meter PLN) dan setiap titik beban pada keadaan stasioner dengan beban penuh tidak boleh melebihi 5% dari tegangan di perlengkapan hubung bagi utama- Disamping itu harus juga dipertimbangkan kemungkinan perluasan instalasi di kemudian hari, dan kekuatan mekanis hantarnya.

Saluran dua kawat, hantaran netralnya harus memiliki luas penampang sama dengan luas penampang hantaran fasanya (Ayat 413 A4 sub a),

### **E. Pengaman**

Pengaman adalah suatu peralatan yang digunakan pada instalasi listrik yang berfungsi untuk melindungi manusia atau peralatan yang tersambung pada instalasi itu jika terjadi arus gangguan akibat dari keadaan yang tidak normal.

Alat-alat pengaman umumnya digunakan untuk:

1. Mengamankan hantaran, aparatur dan motor listrik terhadap beban lebih.
2. Pengamanan terhadap hubung singkat antar fasa atau antar fasa dan netral dan terhadap hubung singkat dalam aparatur atau motor listrik.
3. Pengamanan terhadap hubung singkat dengan badan mesin atau aparat.

## 1. Miniatur circuit breaker

Miniatur circuit breaker (MCB) adalah pengaman yang berfungsi untuk mengamankan peralatan dari hubung singkat dan beban lebih. Pengaman ini memutuskan secara otomatis rangkaian dari sumber kalau arusnya melebihi suatu nilai tertentu.

Pengaman ini mempunyai keuntungan yaitu dapat digunakan lagi setelah terjadi pemutusan. MCB mempunyai dua komponen pemutus yaitu pemutus thermis dan pemutus elektromagnetik. Untuk pengaman thermis digunakan sebuah elemen dwilogam, yang jika melebihi nilai yang telah ditetapkan maka arusnya diputuskan oleh elemen ini. Dalam hal ini peralatan dilindungi dari gangguan beban lebih. Sedangkan untuk pengaman elektromagnetik digunakan sebuah kumparan yang dapat menarik sebuah angker dari besi lunak, yang jika melebihi nilai yang telah ditentukan arusnya akan segera putus. Dalam hal ini peralatan dilindungi dari arus hubungan singkat.

Umumnya pemutusan secara elektromagnetik berlangsung tanpa kelambatan, sedangkan pemutusan secara thermis berlangsung dengan kelambatan karena waktu pemutusannya tergantung pada nilai arusnya.

Berdasarkan penggunaan dan daerah kerjanya, MCB dapat digolongkan menjadi 5 jenis ciri yaitu:

- a. Ciri Z, digunakan untuk pengamanan rangkaian semikonduktor dan trafo-trafo tegangan yang peka.
- b. Ciri K, digunakan untuk pengamanan alat-alat rumah tangga.
- c. Ciri G, digunakan untuk pengamanan motor,

- d. Ciri L, digunakan untuk pengamanan kabel atau jaringan.
- e. Ciri H, digunakan untuk pengamanan instalasi penerangan bangunan.

## 2. Sekring

Sekring (Fuse) adalah merupakan komponen pengaman yang berfungsi untuk memutuskan rangkaian akibat terjadinya arus yang melebihi nilai arus nominalnya. Sebuah sekering jenis pengaman ulir terdiri dari rumah sekring, tudung sekring, pengepas patron, dan patron lebur.

### a. Rumah sekring

Rumah sekring digunakan untuk pemasangan dalam kotak pengaman lebur dan dilengkapi dengan terminal nol.



Gambar 2.8, Bentuk Rumah Sekring

b. Tudung sekring

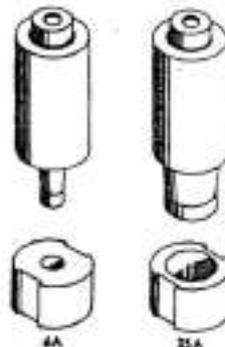
Tudung sekring memiliki sebuah bumbung ulir jenis E33, E27, dan E16. Tudung sekring juga memiliki sebuah jendela kaca kecil yang berfungsi untuk melindungi timbulnya lidah api yang keluar pada saat terjadi hubung singkat. Diameter luar dari bumbung berulir jenis E33, E27, dan E16 masing-masing sama dengan 33,27, dan 16 mm.



Gambar 2.9. Tudung Sekring dilengkapi Jendela Kaca Kecil

c. Pengepas patron

Pengepas patron memiliki lubang pas dengan diameter yang berbeda-beda tergantung pada arus nominalnya. Setiap pengepas patron diberi kode warna untuk menandai arus nominalnya juga patron leburnya diberi kode warna yang sama. Jadi patron lebur dan pengepas patron dengan arus nominal yang sama memiliki warna kode yang sama.



Gambar 2.10. Bentuk Pengepas Patron 6 A dan 25 A

d. Patron lebur

Patron lebur memiliki kawat lebur dari perak dengan campuran beberapa logam lain berupa timbel, seng dan tembaga. Untuk kawat lebur digunakan perak karena logam ini hampir tidak mengoksid. Dan daya hantarnya tinggi, jadi diameter kawat leburnya bisa sekecil mungkin sehingga kalau kawatnya menjadi lebur tidak akan timbul banyak uap. Dengan demikian kemungkinan terjadinya ledakan juga lebih kecil. Dalam patron lebur juga terdapat pasir, pasir ini dimaksudkan untuk memadamkan laju yang timbul kalau kawat leburnya putus. Diameter luar dari ujung patron lebur berbeda-beda tergantung pada arus nominalnya, makin tinggi arus nominalnya makin besar pula diameter ujung patronnya. Dalam penggunaannya pengepas patron dan patron lebur harus sama ukurannya sehingga untuk memudahkan hal tersebut maka pengepas patron dan patron lebur diberi kode. Kode yang digunakan berasal dari warna-warna prangko jerman yaitu:

2A = Merah muda

4A = Coklat

6A = Hijau

10A = Merah

16 A = Kelabu

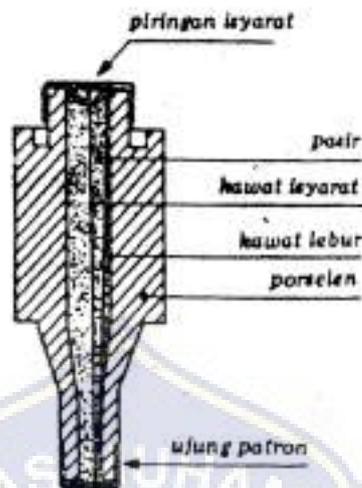
20A = Biru

25A= Kuning

35A= hitam

50A= Putih

65A = Warna tembaga



Gambar 2.11. Bentuk Fisik Patron Lebur

## F. Motor Arus Searah (DC)

Motor arus searah banyak digunakan untuk menghasilkan tenaga mekanik berupa kecepatan atau perputaran. Berdasarkan karakteristiknya motor arus searah ini mempunyai daerah pengaturan putaran yang luas dibandingkan dengan motor arus bolak balik, sehingga sampai sekarang masih banyak dipergunakan pada pabrik dan industri seperti pabrik kertas, tekstil dan pabrik-pabrik yang mesin produksinya memerlukan pengaturan yang luas.

### 1. Konstruksi motor arus searah

Suatu arus listrik akan berfungsi jika memiliki:

- Kumparan medan untuk menghasilkan medan magnet,
- Kumparan jangkar, untuk mengimbaskan GGL pada konduktor, konduktor yang terletak pada alur-alur jangkar
- Celah udara yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet

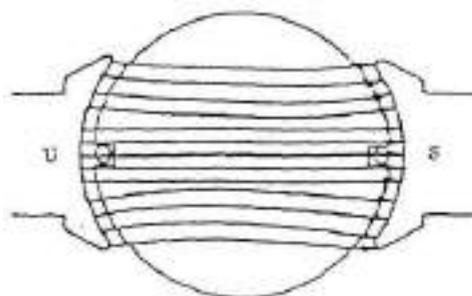
Pada motor arus searah, kumparan medan yang berbentuk kutub sepatu merupakan stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar merupakan rotor (bagian yang berputar). Bila kumparan jangkar berputar dalam medan magnet akan dibangkitkan tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Untuk memperoleh tegangan searah diperlukan alat penyearah yang disebut komutator dan sikat.

## 2. Prinsip kerja motor DC

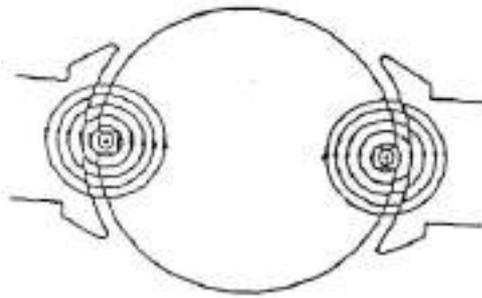
Prinsip Kerja motor DC berdasarkan pada penghantar yang membawa arus ditempatkan dalam suatu medan penguat maka penghantar tersebut akan mengalami gaya. Gaya menimbulkan torsi yang akan menghasilkan rotasi mekanik sehingga motor akan berputar. Jadi motor arus searah Menerima sumber arus dari jala-jala kemudian dirubah menjadi energi mekanik berupa perputaran.

Ringkasnya prinsip kerja dari motor membutuhkan :

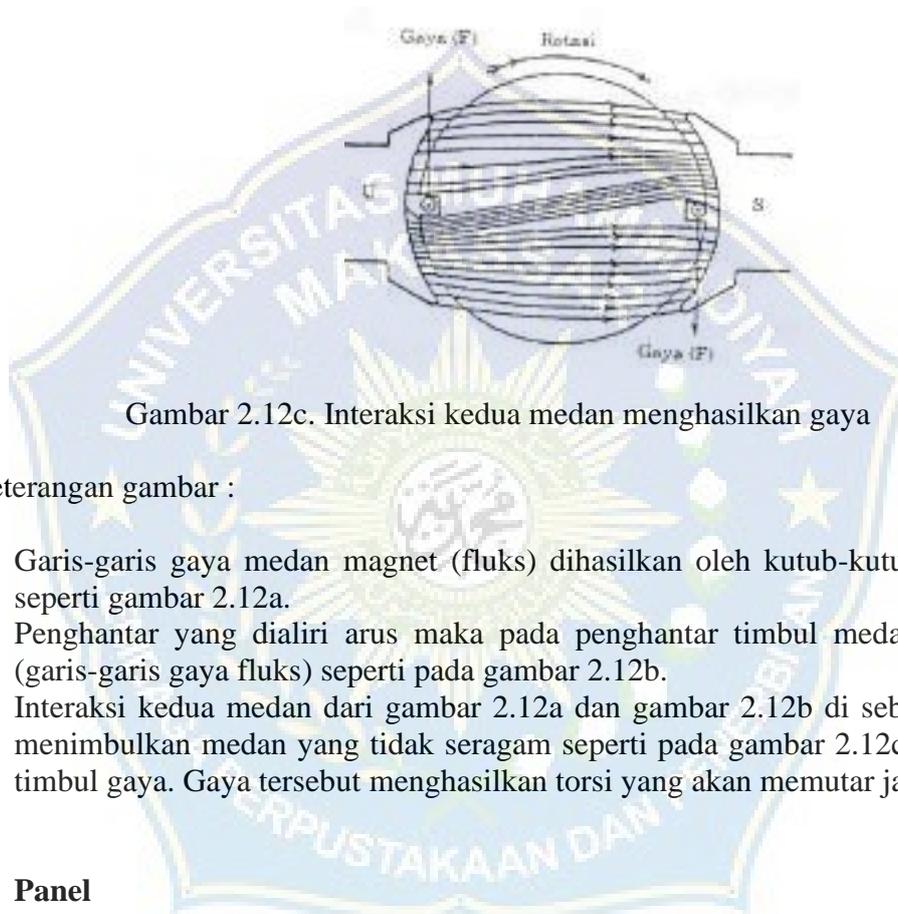
- adanya garis-garis gaya medan magnet (fluks), antara kutub yang berada di stator,
- penghantar yang dialiri arus ditempatkan pada jangkar yang berada dalam medan magnet tadi.
- pada penghantar timbul gaya yang menghasilkan torsi.



Gambar 2.12 a. Medan yang dihasilkan oleh kutub



Gambar 2.12 b. Medan sebagai hasil arus yang mengalir pada penghantar



Gambar 2.12c. Interaksi kedua medan menghasilkan gaya

Keterangan gambar :

- Garis-garis gaya medan magnet (fluks) dihasilkan oleh kutub-kutub magnet seperti gambar 2.12a.
- Penghantar yang dialiri arus maka pada penghantar timbul medan magnet (garis-garis gaya fluks) seperti pada gambar 2.12b.
- Interaksi kedua medan dari gambar 2.12a dan gambar 2.12b di sebelah akan menimbulkan medan yang tidak seragam seperti pada gambar 2.12c sehingga timbul gaya. Gaya tersebut menghasilkan torsi yang akan memutar jangkar.

### G. Panel

Panel atau kotak hubung bagi adalah lemari hubung untuk mendistribusikan sumber daya dari pembangkit ke setiap beban dalam kelompok yang berbeda.

Di dalam panel tersebut terdapat/terpasang peralatan instalasi listrik, baik mengenai peralatan kontrol, instrumentasi, proteksi dan lain-lain.

Kotak ubung bagi harus dibuat dari bahan yang tidak dapat terbakar tahan lembab dan kokoh (ayat 610 Al)

## **1. Penempatan panel**

Penempatan panel harus direncanakan dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- Perlengkapan hubung bagi utama harus dipasang di tempat yang mudah di capai dari jalan masuk bangunan (ayat 602 PI)
- Kotak atau lemari hubung bagi tidak boleh dipasang dikamar mandi, di kamar kecil, di tempat cuci tangan, diatas kompor, atau diatas bak air (ayat 640 B6)
- Ditempat-tempat untuk pekerjaan kasar, dimana ada kemungkinan terjadinya kerusakan kewanis, harus digunakan perlengkapan hubung bagi dengan konstruksi yang diperkuat. Jika tidak perlengkapan hubung baginya harus diberi perlindungan yang dapat menahan gangguan-gangguan mekanis (ayat 611 B1).

## **2. Pembagian panel**

Pembagian panel dalam suatu instalasi listrik merupakan suatu hal yang harus diperhatikan. Hal ini dilakukan untuk memisahkan jenis-jenis beban dan membagi jumlah beban.

Apabila dalam suatu instalasi terdiri dari dua jenis beban yaitu instalasi daya dan instalasi penerangan, maka kedua jenis beban ini harus dipisahkan.

Hal ini dimaksudkan agar tidak saling mempengaruhi jika terjadi gangguan maupun pada saat pengoperasian instalasi daya, Pembagian beban dalam suatu panel diusahakan supaya seimbang. Hal ini dimaksudkan supaya setiap fasa melayani jumlah beban yang sama dengan fasa lainnya.

## H. Pentanahan

Bagian-bagian luar dari mesin dan armatur yang dibuat dari logam, kebanyakan diberi pentanahan pengaman. Dengan demikian, kalau terjadi kerusakan dan bagian-bagian logam menjadi tegangan, bahaya yang dapat ditimbulkan karena sentuhan, akan lebih kecil.

Menurut PUIL 1977 ayat 520 L2, badan sebuah motor stasioner dan alat-alat pengaturnya harus ditanahkan jika:

1. Motor itu mendapat suplai dengan kabel yang terbungkus logam,
2. Motor tersebut dipasang di tempat basah dan tidak terpelintir atau tidak terlindungi
3. Motor itu dipasang dalam lingkungan yang berbahaya.

Pentanahan pengaman dimaksudkan:

1. Untuk mengurangi beda tegangan, misalnya antara sebuah motor yang mendapat hubungan tanah dan tiang besi yang berada di dekatnya.
2. Supaya arus-arus yang timbul kalau terjadi hubungan tanah, dapat langsung mengalir ke titik bintang dari jaringan suplai, sehingga diharapkan pengaman-pengaman yang digunakan akan putus dalam waktu singkat

Jenis-jenis elektroda pentanahan dibagi atas :

1. Elektroda Pita

Elektroda pita dibuat dari hantaran berbentuk pita atau batang bulat atau hantaran yang dipilin, elektroda pentanahan ini berbentuk radial, lingkaran atau suatu kombinasi dari bentuk-bentuk tersebut.

## 2. Elektroda Batang

Elektroda batang dibuat dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan tegak lurus ke dalam tanah.

## 3. Elektroda Plat

Elektroda plat dibuat dari plat logam, plat logam terhubung atau dari kawat kasa. Plat ini ditanam tegak lurus di dalam tanah dengan tepi atasnya sekurang-kurangnya 1 meter di bawah permukaan tanah. Hal ini perlu diketahui sehubungan dengan pentanahan yaitu :

### a. Bahan elektroda pentanahan

Bahan yang digunakan untuk elektroda pentanahan adalah tembaga, baja berlapis seng atau baja berlapis tembaga.

### b. Hantaran pentanahan

Hantaran pentanahan adalah hantaran yang menghubungkan bagian yang harus ditanahkan dengan elektroda pentanahan.

Sehubungan dengan kekuatan mekanisnya, untuk hantaran pentanahan digunakan luas penampang minimum sebagai berikut : (PUIL, 1987 pasal 331 B1

Untuk hantaran yang diberi perlindungan mekanis yang kokoh:

- Hantaran tembaga :  $1,5 \text{ mm}^2$
- Hantaran aluminium :  $2,5 \text{ mm}^2$

Untuk hantaran yang tidak diberi perlindungan mekanis yang kokoh

- Hantaran tembaga :  $4 \text{ mm}^2$
- Hantaran baja dengan tebal sekurang-kurangnya  $2,5 \text{ mm}^2$  :  $50 \text{ mm}^2$

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat**

##### **a. Waktu**

Pembuatan aplikasi ini akan dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Agustus 2014 sampai dengan Desember 2014 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

##### **b. Tempat**

Penelitian dilaksanakan di Menera Suar Kodingareng Makassar.

#### **B. Metode Penulisan**

Dalam penulisan tugas akhir, metode yang digunakan adalah:

##### **1. Penelitian Pustaka (Library Research)**

Yaitu penelitian atau pengumpulan data-data dengan jalan membaca dan mempelajari berbagai literatur-literatur, tulisan-tulisan, dan bahan-bahan kuliah yang penulis peroleh selama mengikuti perkuliahan guna memperoleh landasan teori yang berhubungan dengan materi yang menjadi pembahasan dalam penulisan tugas akhir.

##### **2. Penelitian Lapangan (Field Research)**

Yaitu penelitian yang dilakukan secara langsung terhadap obyek penelitian, yaitu kajian system kelistrikan pada sarana bantu navigasi menera suar Kodingareng Makassar

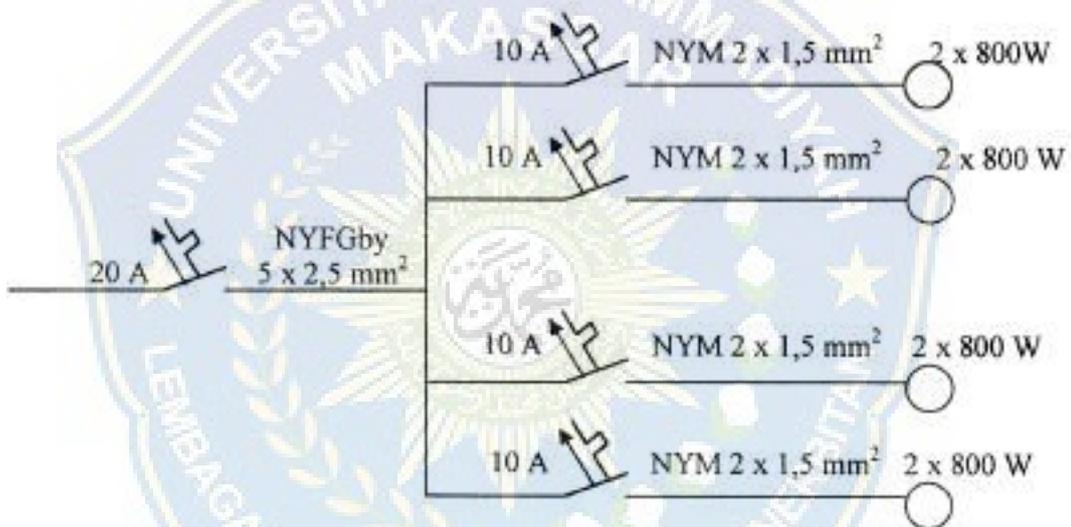
a. Observasi ( Pengamatan Langsung)

Penulis mengadakan pengamatan langsung terhadap obyek yang diteliti guna mengumpulkan data-data,

b. Interview ( Wawancara)

Penulis melakukan tanya jawab secara langsung untuk memperoleh data-data dengan pihak-pihak yang memahami permasalahan ini.

**C. Gambar wiring Penentuan luas penampang penghantar**



Gambar 3.1 Diagram Satu garis

Luas penampang penghantar untuk instalasi penerangan maupun instalasi daya tergantung pada besarnya beban yang dilayani. Penentuan luas penampang penghantar yang digunakan, disesuaikan dengan ketentuan yang terdapat pada PUIL (pasal 421 A2) yang menyatakan bahwa semua hantaran harus mempunyai KHA sekurang-kurangnya sama dengan arus yang melaluinya

#### **D. Kapasitas peralatan pengaman**

Suatu instalasi listrik yang terpasang membutuhkan suatu pengaman untuk mengamankan rangkaian listrik yang terpasang, baik dari gangguan beban lebih maupun arus hubung singkat, dalam hal ini pengaman yang digunakan adalah MCB, jenis pengaman diatas digunakan untuk instalasi penerangan maupun daya.

Besar kapasitas pengaman, dapat ditentukan dengan mengetahui arus nominal yang melalui penghantar maupun dari besar penampang penghantar yang terpasang pada rangkaian.



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Gambaran Fisik Bangunan**

Menara suar (Light House) kodingareng merupakan salah. satu sarana bantu bantu navigasi pelayaran (Marine Aids to Navigation) yang di bangun oleh Distrik Navigasi Kelas I Makassar pada tahun 1979 dan merupakan salah satu bangunan menara suar tertua di wilayah Sulawesi Selatan. Letak geografis menara suar pada posisi  $05^{\circ} - 09' - 05,0''$  Lintang Selatan dan  $119^{\circ} - 15' - 36,0''$  Bujur Timur dengan kondisi bangunan sebagai berikut:

- Pondasi penopang menara berupa cor beton
- Konstruksi menara dari besi baja dengan ketinggian 40 m
- Petugas penjaga (penjaga menara suar) sebanyak 5 orang dengan fasilitas perumahan jaga untuk masing-masing penjaga
- Fasilitas komunikasi radio SSB (Single Side Band) sebagai sarana komunikasi
- Sesuai kondisi wilayah pulau dan letak daerah yang harus diamankan jarak tampak cahaya (Luminous Range) harus diatas 15 mil laut dari tempat menara dan mempunyai 2 jenis tipe yaitu tipe rambu berputar (Revolving Beacon) dan tipe pengedip (Flashing).

#### **B. Rambu Berputar (Revolving Beacon)**

Sistem distribusi tenaga listrik rambu berputar menggunakan jasa pelayanan listrik dari pembangkit PLN dan dimulai dari suplay tegangan menengah 20 KV dan kemudian ditransfer ke tegangan rendah 220V lewat sebuah trafo

distribusi terdekat yang juga melayani beberapa rumah penduduk kemudian diterima oleh Kwh-meter dan panel utama yang ada pada ruang operator.

Spesifikasi dari trafo distribusi milik PLN adalah sebagai berikut:

- Kapasitas = 200 KVA
- Tegangan kerja = 220 - 380 V, 50 Hz
- Jenis trafo = Oil Transformator
- Konduktor = Tembaga
- Merek Trafo = STARLITE

### 1. Perhitungan daya AC

Dalam keadaan normal sistem revolving menggunakan daya AC untuk menyalakan lampu halogen kapasitas 800 Watt dengan perincian sebagai berikut:

- Jumlah lampu seluruhnya = 8 buah
- 4 buah digunakan pada saat sistem beroperasi, dan
- 4 buah yang lain di gunakan sebagai cadangan
- Sumber daya dari PLN yang terpasang sebesar 3500 Watt

Maka,

$$Ld = \frac{W_1 \times T}{V} = \frac{3200 \times 12}{220} = 174,5 \text{ Ah}$$

dimana :

Ld = Daya per-hari (Ampere-hours)

W1 = Kapasitas daya lampu (Watt)

T = Rata-rata nyala lampu per-hari sekitar 12 jam

V = Tegangan terpakai (Volt)

## 2. Komponen penggerak

Unit penggerak lampu yang digunakan adalah motor DC dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Tegangan kerja = 12-24VDC
- Putaran = 6 Rpm
- Jenis kumparan = Kumparan belit sebanyak 2 pasang
- Sistem asut putaran = Rangkaian elektronika fluks meter

## 3. Perhitungan daya DC

Untuk menyuplay tegangan DC Ke unit penggerak digunakan penyearah power suplay DC dengan tegangan Kerja 3-24 Volt, maka :

$$L_d = \frac{(W_m + W_2) \times T}{V} = \frac{(60+15) \times 12}{12} = 75 \text{ Ah}$$

Dimana:

$L_d$  = Daya per-hari (Ampere-hours)

$W_m$  = Pemakaian daya pada revolving motor (Watt)

$W_2$  = Pemakaian daya untuk sis tern kontrol (Watt)

$T$  = Lama nyala lampu sekitar 12 jam

$V$  = Tegangan terpakai (Volt)

## 4. Penedip (Flashing)

Pada saat terjadi gangguan pada sumber pembangkit PLN, maka sistem revolving tidak dapat beroperasi untuk dapat mengaktifkan kembali fungsi menara digunakan lampu pencedip (Flashing), dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Type flashing = ZL 200P
- Lens diameter = 200 mm
- Lens material = Acrylic
- Base material = Aluminium Alloy
- Overall height = 550 mm
- Total mass = 12 Kg
- Type lamp changer = ZC-3D
- Power lamp = 60 Watt, 12 Volt
- Flashing periode = 5 (Sec)
- Type Lamp = Halogen

$$Ld = \frac{W1 \times T}{V} \times \frac{Tc \times e}{Tp} + \frac{W2 \times T}{V}$$

Dimana:

Ld = Daya per-hari (Ampere-hours)

W1 = Kapasitas daya lampu (Watt)

T = Rata-rata nyala lampu per-hari sekitar 12 jam

Tc = Waktu kontak hubung pada flasher (Sec)

e = Faktor aliran arus

Tp = Periode untuk Flashing (det)

W2 = Pemakaian daya untuk sistem kontrol (Watt)

V = Tegangan terpakai (Volt)

Maka:

$$Ld = \frac{60 \times 12}{12} \times \frac{0,5 \times 1,33}{5} + \frac{0,2 \times 12}{12} = 8,1 \text{ Ah}$$

### C. Penghantar

Penghantar atau kabel untuk instalasi menara suar Kodingareng menggunakan beberapa jenis. Spesifikasi dari kabel yang digunakan adalah :

- Tegangan kerja = 600 - 1000 V
- Isolasi = PVC
- Konduktor = Tembaga
- Temperatur max = 70°
- Standar = IEC, SII, SPLN
- Jenis = NYFGbY, NYAF, NYM.

Dari ketiga jenis penghantar tersebut diatas penggunaannya dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- Dari panel utama ke panel cabang menggunakan penghantar jenis NYFGbY 5 x 2,5 mm<sup>2</sup>.
- Dari Power suplay DC ke motor penggerak menggunakan kabel jenis NYM 2 x 2,5 mm<sup>2</sup>.
- Dari battere ke lampu cadangan menggunakan kabel fleksibel jenis NYAF 2x1,5 mm<sup>2</sup>.
- Dari panel cabang ke beban lampu menggunakan kabel jenis NYM 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>

### D. Pengaman

Sistem pengaman adalah sistem yang digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan bahaya lanjut dari suatu gangguan pada peralatan yang dipergunakan dalam suatu sistem. Diantara gangguan tersebut adalah gangguan

hubung singkat dan gangguan beban lebih. Untuk mengamankannya digunakan pengaman :

- Pengaman utama pada panel utama digunakan jenis pengaman MCB 1 20 A.
- Pengaman untuk 4 group beban penerangan masing-masing MCB 1 \$ 10 A
- Pengaman untuk beban motor MCB 1 \$ 2 A.

#### **E. Solar modul**

Solar modul digunakan sebagai pembangkit cadangan untuk menyuplay lampu cadangan (Flashing) pada saat terjadi gangguan pada pembangkit PLN. Spesifikasi solar modul yang digunakan adalah :

- Tipe solar modul = Siemens M55
- Daya terbesar = 55 watt
- Alir tegangan terbuka (VOC) = 21,7
- Arus hubungan pendek (ISC) = 3,40
- Tegangan pembebanan (VL) = 17,4
- Kekuatan arus pembebanan (IL) = 3,15

#### **F. Batterie**

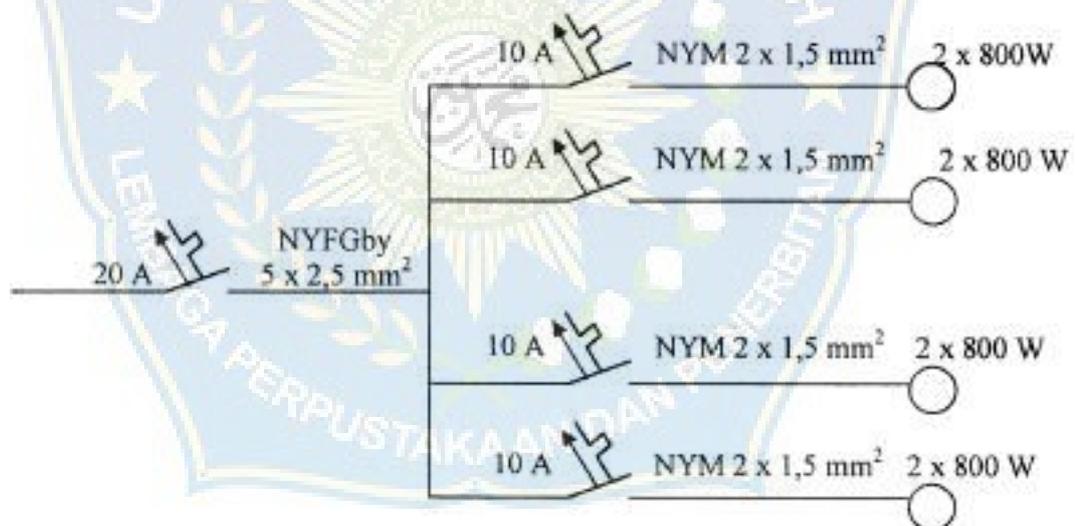
Batterie digunakan untuk penyediaan energi listrik cadangan pada lampu pendedip (flashing). Batterie yang digunakan adalah batterie kering lithium sebanyak dua buah dihubung paralel, dan spesifikasi dari batterie adalah sebagai berikut:

- Type Batterie = lithium Dry LSA – 0535 – 2P
- Nominal voltage (V) = 6

- Nominal capacity (Ah) = 700
- Dimensions width (mm) = 309
- Dimensions length (mm) = 331
- Berat (kg) = 28

### G. Penentuan luas penampang penghantar

Luas penampang penghantar untuk instalasi penerangan maupun instalasi daya tergantung pada besarnya beban yang dilayani. Penentuan luas penampang penghantar yang digunakan, disesuaikan dengan ketentuan yang terdapat pada PUIL (pasal 421 A2) yang menyatakan bahwa semua hantaran harus mempunyai KHA sekurang-kurangnya sama dengan arus yang melaluinya.



Gambar 3.1 Diagram Satu garis

#### 1. Perhitungan luas penampang penghantar

Untuk instalasi penerangan sistem revolving menggunakan daya AC maka untuk menentukan luas penampang penghantar dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

Dari panel utama ke panel cabang

Diketahui:

$$\text{Daya total lampu } 4 \times 800 \text{ W (P)} = 3200 \text{ Watt}$$

$$\text{Tegangan} = 220 \text{ Volt}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,9 \text{ Maka :}$$

Maka

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{3200}{220 \cdot 0,9} = 16,1 \text{ A}$$

$$\text{Sehingga KHA} = 1,1 \times I_n$$

$$= 1,1 \times 16,1 \text{ A}$$

$$= 17,7 \text{ A}$$

Jadi dari analisa diketahui bahwa luas penampang penghantar yang memenuhi KHA tersebut adalah 1,5 mm<sup>2</sup>, tetapi yang terpasang adalah 2,5 mm<sup>2</sup>, hal ini disebabkan karena penghantar yang mensuplay panel cabang sebaiknya lebih besar dari penghantar yang mensuplay masing-masing beban.

Dari panel cabang ke beban lampu. Diketahui:

$$\text{Daya lampu untuk tiap group } 2 \times 800 \text{ W (P)} = 1600 \text{ Watt}$$

$$\text{Tegangan(V)} = 220 \text{ Volt}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,9$$

Maka:

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{1600}{220 \cdot 0,9} = 8,08 \text{ A}$$

$$\text{Sehingga KHA} = 1,1 \times I_n$$

$$= 1,1 \times 8,08 \text{ A}$$

$$= 8,88 \text{ A}$$

Berdasarkan KHA diatas luas penampang yang sesuai untuk penggunaan kabel instalasi NYM adalah 1,5 mm<sup>2</sup> dan luas penampang kabel NYM yang digunakan sesuai data adalah 1,5 mm<sup>2</sup> dengan demikian berdasarkan KHA luas penampang yang digunakan, sudah sesuai.

## H. Kapasitas peralatan pengaman

Suatu instalasi listrik yang terpasang membutuhkan suatu pengaman untuk mengamankan rangkaian listrik yang terpasang, baik dari gangguan beban lebih maupun arus hubung singkat, dalam hal ini pengaman yang digunakan adalah MCB, jenis pengaman diatas digunakan untuk instalasi penerangan maupun daya.

Besar kapasitas pengaman, dapat ditentukan dengan mengetahui arus nominal yang melalui penghantar maupun dari besar penampang penghantar yang terpasang pada rangkaian.

1. Kapasitas pengaman untuk rangkaian instalasi penerangan dan daya
  - a. Dari panel utama ke panel cabang

Diketahui:

$$\text{Daya lampu untuk tiap group } 2 \times 800 \text{ W(P)} = 1600 \text{ Watt}$$

$$\text{Tegangan(V)} = 220 \text{ Volt}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0.9$$

Maka :

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{1600}{220 \cdot 0,9} = 8,08 \text{ A}$$

Berdasarkan arus nominal dapat ditentukan bahwa kapasitas pengaman yang sebaiknya dipasang adalah minimal 10 A dan maksimal (sesuai yang

tercantum dalam tabel) adalah 20 A , sedangkan yang terpasang sesuai dengan data adalah MCB 1 fasa 10 A, jadi dalam hal ini besar pengaman yang terpasang sudah memenuhi ketentuan.

- b. Dari panel utama ke beban motor dan rangkaian kontrol Diketahui:

$$\text{Daya Motor dan rangkaian kontrol (P)} = 75 \text{ Watt}$$

$$\text{Tegangan (V)} = 220 \text{ Volt}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,8$$

Maka :

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{75}{220 \cdot 0,8} = 0,42 \text{ A}$$

Sesuai dengan data pengaman yang digunakan adalah MCB 1 fasa 2 A mengingat MCB untuk nilai arus tersebut tidak ada dipasaran maka digunakan nilai arus MCB terendah,

- c. Pengaman utama pada panel utama

$$\text{Daya total P} = 3275 \text{ Watt}$$

$$V = 220 \text{ Volt}$$

$$\text{Cos (p} = 0,9$$

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{3275}{220 \cdot 0,9} = 16,5 \text{ A}$$

Berdasarkan arus nominal dapat ditentukan bahwa kapasitas pengaman yang sebaiknya dipasang adalah 20 A, sedangkan yang terpasang sesuai dengan data adalah MCB 1 fasa 20 A, jadi dalam hal ini besar pengaman yang terpasang sudah memenuhi ketentuan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

- Menara suar (Light House) merupakan salah satu sarana bantu navigasi pelayaran (Marine Aids to Navigation) yang ditempatkan pada daerah-daerah alur pelayaran dan daerah-daerah yang rawan akan kecelakaan.
- Hasil perhitungan luas penampang penghantar kabel NYM suplay ke lampu adalah  $1,5 \text{ mm}^2$ , dan sesuai data kabel yang terpasang adalah NYM  $1,5 \text{ mm}^2$ . Berdasarkan KHA penggunaan kabel tersebut sudah sesuai, namun berdasarkan peraturan (PUIL) penggunaan kabel NYM  $2,5 \text{ mm}^2$  jauh lebih baik.

#### **B. Saran-saran**

- Sistem kelistrikan yang digunakan pada menara suar Kodingareng yang meliputi peralatan kelistrikan untuk instalasi penerangan dan instalasi daya sebagian besar penggunaannya tidak sesuai dengan peraturan. Misalnya penggunaan kabel NYM, sesuai dengan peraturan tidak boleh dipasang di udara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadk, Prof. Ir. Energi Universitas Indonesia. 2021. *Aids to Navigation, Zeni Light*, Japan.
- Hamzah Berahim, Ir. *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*. Andi Offset Yogyakarta, 2021.
- Iskandar, ST. *Sistem Pembangkit pada Sarana Bantu Navigasi Pelayaran*, 2021.
- Instalasi Listrik Arus Kuat n*, Bina Cipta Bandung, 2021
- Moh. Taib Sutan Sa'ti. Fisika. CV. *Mandar Maju*. *Peraturan Umum Instalasi Listrik*, LIPI, Jakarta 2021.
- Maryadi,2021. *Kajian Kondisi Permukaan Solar Cell Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan, laporan Akhir, Palembang*.
- Petunjuk Pengoperasian Menara Suar. *Sub Direktorat Perambuan dan Penerangan Pantai*. Direktorat Navigasi. 2021
- Pudjanarsa, A. dan Nursuhud, D. 2021 *Mesin Konversi Energi*. Andi.Yogyakarta
- Markori,2021 .Bahan ajar Pembangkit Tenaga Listrik. Palembang.
- Van Harten, P, & Setiawan E, Ir. *Instalasi Listrik Arus Kuat I*, Bina Cipta Bandung, 2020
- Wahida,2021.*Studi Iluminansi Cahaya Untuk Membangkitkan Energi Listrik Menggunakan Solar Cell (Studi Kasus Di laboratorium Teknik Listrik)*, Laporan Akhir, Palembang.
- <http://www.fauzhi.wordpress.com/panel-surya/>  
<http://www.johnconnor1507.wordpress.com/2023/09/23/the-power-of-sun/>
- <http://www.esdm.go.id/berita/56-artikel/4034-solar-cell-sumber-energi-terbarukan-masa-depan-.html>
- <http://www.paradoks77.blogspot.com/2023/11/semikonduktor-sel-surya-terbuat-dari.html>
- [http://www.lib.uin-malang.ac.id/thesis/chapter\\_ii/08640016-diah-shanti-utaminin-gtiyas.ps](http://www.lib.uin-malang.ac.id/thesis/chapter_ii/08640016-diah-shanti-utaminin-gtiyas.ps)
- Wikipedia encyclopedia, Solar cell, 2023 ([http://en.wikipedia.org/wiki/solar\\_cell](http://en.wikipedia.org/wiki/solar_cell))  
<http://ww.v.panelsurya.com/>

**L**

**A**

**M**

**P**

**I**

**R**

**A**

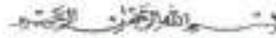
**N**





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Alamat Kantor: Jl. Sultan Abdulrahman 250 Makassar 90222 Telp. 0411 866572, 861283, Fax. 0411 861588



**SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT**

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
Menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Hermas Joni / Aminu  
Nim : 105821105217 / 105821104217  
Program Studi : Teknik-Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	9%	10%
2	Bab 2	24%	25%
3	Bab 3	9%	10%
4	Bab 4	4%	10%
5	Bab 5	0%	5%

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang dilakukan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan  
Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan  
seperlunya.

Makassar, 22 Agustus 2024  
Menghormati,

Kepala UPT Perpustakaan dan Penerbitan,



S.Hum, M.I.P.  
NPM. 964 591

HERMAN JONI/AMRINO 105821105217/105821104217 BAB I

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

[ojs.uho.ac.id](http://ojs.uho.ac.id)

Internet Source

3%

2

[library.polmed.ac.id](http://library.polmed.ac.id)

Internet Source

2%

3

[123dok.com](http://123dok.com)

Internet Source

2%

4

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Internet Source

2%

Exclude quotes

Exclude matches

Exclude bibliographies



ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

24%

INTERNET SOURCES

12%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://jti.alsyahuniversity.ac.id">jti.alsyahuniversity.ac.id</a> Internet Source	7%
2	<a href="http://id.scribd.com">id.scribd.com</a> Internet Source	2%
3	<a href="http://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	2%
4	<a href="http://gitzcoffee.com">gitzcoffee.com</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	1%
6	<a href="http://faizalnizbah.blogspot.com">faizalnizbah.blogspot.com</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://digilibadmin.unismuh.ac.id">digilibadmin.unismuh.ac.id</a> Internet Source	1%
8	<a href="http://repository.unhas.ac.id">repository.unhas.ac.id</a> Internet Source	1%
9	<a href="http://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id">trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id</a> Internet Source	1%

HERMAN JONI/AMRINO 105821105217/105821104217 BAB III

ORIGINALITY REPORT

9%	9%	0%	4%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	docplayer.info Internet Source	4%
2	www.slideshare.net Internet Source	2%
3	text-id.123dok.com Internet Source	2%
4	www.scribd.com Internet Source	2%

Exclude quotes

Exclude matches

Exclude bibliography



.MAN JONI/AMRINO 105821105217/105821104217 BAB IV

**SIMILARITY REPORT**

**4%**

SIMILARITY INDEX

**4%**

INTERNET SOURCES

**0%**

PUBLICATIONS

**0%**

STUDENT PAPERS

**PRIMARY SOURCES**

**1**

[digilibadmin.unismuh.ac.id](http://digilibadmin.unismuh.ac.id)

Internet Source

**3%**

**2**

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Internet Source

**1%**

Exclude quotes

Exclude matches

Exclude bibliography



ERMAN JONI/AMRINO 105821105217/105821104217 BAB V

ORIGINALITY REPORT

0%

SIMILARITY INDEX

0%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS



PRIMARY SOURCES

Exclude quotes

Exclude matches

Exclude bibliography

