

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS ARUS PEMUTUS  
MINIATURE CIRCUIT BREAKER DAN MOULDED CASE CIRCUIT  
BREAKER PADA PENGAMAN RANGKAIAN MOTOR TERHADAP  
ARUS HUBUNG SINGKAT**



**OLEH**

**ROI  
105821106816**

**NURKHALIK  
105821100116**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2023**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Nur Khalik dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1100116 dan Roi dengan nomor induk Mahasiswa 105821106816 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 402/05/A.4/VIII/45/2023 sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu, 26 Agustus 2023.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

15 Shafar 1445 H  
26 Agustus 2023 M

2. Penguji

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

b. Sekretaris : Anugrah, S.T., M.M

3. Anggota

1. Dr. Eng. Ir. H. Zulfaini Basri Hasanuddin, M.Eng

2. Dr. Ir. Hj. Hafzah Nirwana, M.T

3. Dr. Umar Katu, S.T., M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Rizal Ahdiyati Duyo, S.T., M.T

Dr. Ir. Hj. Hafzah Nirwana, M.T

Dekan



Dr. H. N. Nuhawaty, S.T., M.T., IPM  
DEK 795 108



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 : ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS ARUS PEMUTUS MINIATURE CIRCUIT BREAKER DAN MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER PADA PENGAMAN RANGKAIAN MOTOR TERHADAP ARUS HUBUNG SINGKAT

Nama : 1. Nur Khalik  
2. Roi

Stambuk : 1. 10582 1100116  
2. 10582 11068 16

Makassar, 26 Agustus 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Rizal Ahdiyati Duyo, S.T., M.T

Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana M.T

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Ir. Adnani, S.T., M.T., IPM

NBM : 1044 202

## ABSTRAK

Abstrak : Roi dan Nurkhalik (2023) Analisis Penentuan Kapasitas Arus Pemutus Miniature Circuit Breaker Dan Moulded Case Circuit Breaker Pada Pengaman Rangkaian Motor Terhadap Arus Hubung Singkat dibimbing oleh DR. Ir Zahir Zainuddin, M.Sc., Rizal A Duyo, S.T., M.T. Adapun tujuan dari pada penelitian ini adalah dadap menentukan kapasitas arus pemutus MCB, MCCB dan TOR yang mengamankan motor-motor listrik pada industri karung plastik "PT. Bumi Rama Nusantara Makassar". Menganalisis penentuan luas penampang penghantar untuk menjaga kerusakan hantaran pada saat semua motor distarting dan Menganalisis penggunaan penghantar pentanahan terhadap luas penampang hantaran pada industri karung plastik "PT. Bumi Rama Nusantara Makassar". Metode yang dipergunakan pada penelitiann ini adalah mengadakan penelitian dan pengambilan data di kantor PT. Bumi Rama Nusantara Makassar. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah. Kapasitas arus pemutus MCB, MCCB dan TOR yang mengamankan motor-motor listrik Untuk motor dengan nomor kode 13a, 13b dan 13c arus nominal masing-masing adalah 2,019 2,07 dan 2,07 Amp. Arus pemutus MCB-nya adalah 8,315 Amp. Kapasitas arus pemutus TOR yang mengamankan adalah 10,6 Amp. Untuk menjaga kerusakan hantaran pada saat semua motor distarting maka dipilih. penampang 300 mm atau 2 (150 mm ) karena penampang 300 mm sukar didapat dipasaran. Luas penampang hantaran pentanahan rangkaian cabang adalah seperdua dari luas penampang hantaran cabangnya. Namun karena ukuran maksimal luas penampang hantaran pentanahan adalah 50 mm<sup>2</sup>, maka yang dipakai adalah kawat BC :Y 50 mm<sup>2</sup> tersebut.

**Kata kunci ; Arus, Circuit, Breaker, Miniature dan Moulded**

## 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 Penentuan Kapasitas Arus Pemutus Miniature Circuit Breaker Dan Moulded Case Circuit Breaker Pada Pengaman Rangkaian Motor Terhadap Arus Hubung Singkat ”

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. Zahir Zainuddin. M.Sc 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 terutam dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2016 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 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Abstrak .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	vi
Daftar Gambar .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar belakang masalah .....	1
B. Rumusan masalah .....	2
C. Tujuan penulisan .....	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Manfaat Penelitian .....	4
F. Metode Pembahasan.....	4
G. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
A. Instalasi Daya Listrik .....	6
B. Jenis motor listrik .....	6
1. Motor arus bolak-balik ( AC ) .....	7
2. Motor arus searah (DC) .....	10
C. Starting motor-motor .....	13
1. Pengertian starting .....	13

2. Jenis starting .....	14
D. Pemilihan starting .....	16
1. Penyesuaian teknik .....	16
2. Penyesuaian ekonomi .....	16
3. Perubahan-perubahan penyediaan daya .....	16
E. Pengereman motor-motor .....	17
1. Pengereman dinamik .....	17
2. Pengereman regeneratif .....	18
3. Pengereman mendadak .....	18
F. Pengaman peralatan .....	19
1. Pengaman peralatan. dari hubung singkat dan beban lebih .....	19
2. Pengaman peralatan dari tegangan sentuh .....	19
a. Proteksi terhadap sentuhan langsung .....	20
b. Proteksi terhadap sentuhan tidak langsung .....	20
G. Pentanahan .....	21
1. Pemilihan elektroda pentanahan .....	21
2. Bahan. dan ukuran elektroda pentanahan.....	22
3. Tahanan elektroda pentanahan .....	22
H. Penghantar .....	23
1. Identifikasi hantaran dengan warna .....	24
2. Penandaan kabel .....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
A. Waktu dan Tempat .....	27



B. Metode Penelitian.....	27
C. Langkah-langkah Penelitian.....	28
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
A. Data Hasil Penelitian.....	30
B. Rancangan Instalasi.....	46
C. Pemilihan kontaktor .....	46
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>49</b>
A. Kesimpulan .....	49
B. Saran-saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Rotor dari motor sinkron tanpa sikat berkecepatan rendah .....	7
.....	
2.2 Konstruksi motor induksi .....	8
2.3 Karakteristik Motor Induksi .....	8
2.4 Rangkaian motor induksi rotor belitan dengan tahanan luar. ....	9
2.5 Rangkaian motor induksi rotor sangkar dihubungkan dengan saklar Y/delta. ....	9
.....	
2.6 Pandangan belahan motor DC.....	10
2.7 Rangkaian ekuivalen motor BG berpenguatan terpisah.....	11
2.8 Rangkaian ekuivalen. motor DC shunt .....	11
2.9 Rangkaian ekuivalen motor DC seri .....	12
2.10 Karakteristik motor DC seri.....	12
2.11 Rangkaian ekuivalen kompon panjang. ....	13
2.12 Rangkaian ekuivalen kompon pendek. ....	13
2.13 Diagram; rangkaian DOL starter.....	14
2.14 Rangkaian starting- resistance starter.....	15
2.15 Rangkaian starting tahanan primer.....	15
2.16 Diagram rangkaian daya starting Y/Delta.....	16
2.17 Diagram- rangkaian kontrol starting Y/Delta .....	16
2.18 Pengereman dinamik.....	17
2.19 Pengereman mendadak.....	19



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Motor listrik termasuk kedalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada motor listrik tenaga listrik dirubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan merubah tenaga listrik menjadi magnetyang disebut sebagai elektro magnit. Sebagaimana kita ketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang senamaakan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama akan tarik-menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu kedudukan. Energi mekanik ini digunakan untuk keperluan didunia industri dan rumah tangga. Untuk keperluan di industri misalnya untuk memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakan kompresor, mengangkat bahan/material dan lain-lain. Sedangkan untuk keperluan rumah tangga misalnya mixer, bor listrik, kipas angin dan lain-lain. Motor listrik yang umum digunakan di dunia industri adalah motor listrik asinkron, dengan dua standar global yakni International Electrotechnical Commission (IEC) dan National Electric Manufacturers Association (NEMA). Motor asinkron IEC berbasis metrik (milimeter), sedangkan motor listrik NEMA berbasis imperial (inch), dalam aplikasi ada satuan daya dalam horsepower (hp) maupun kiloWatt (kW). Motor- Motor Listrik kadangkala disebut juga dengan kuda kerjanya industri, sebab diperkirakan bahwa industri-industri sekitar 70% menggunakan motor-motor listrik

untuk menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan tersebut. Penggunaan motor listrik saat ini sudah menjadi kebutuhan kita sehari-hari untuk menggerakkan peralatan dan mesin yang membantu dan menyelesaikan pekerjaan manusia. Penggunaan motor listrik ini semakin berkembang karena memiliki keunggulan dibandingkan motor bakar misalnya kebisingan dan getaran lebih rendah, kecepatan putaran motor bisa diatur, lebih bersih, lebih kompak dan hemat dalam pemeliharaan. Pengertian Motor Listrik Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Begitu juga dengan sebaliknya yaitu alat untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang biasanya disebut dengan generator atau dynamo. Pada motor listrik yang tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana yang telah kita ketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang senamaakan tolak menolak dan kutub yang tidak senama akan tarik menarik. Dengan terjadinya proses ini maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.

Motor-motor listrik yang terdapat pada industri karung plastik PT. Bumi Rama Nusantara menggunakan kotak-kontak yang perlu diperhatikan terhadap sistem penginstalasian dalam suatu industri.

## **B. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Oleh karena motor-motor listrik yang dioperasikan dengan menggunakan instalasi instalasi dengan cara menghubungkan langsung motor-motor listrik tersebut ke kotak-kontak.
2. Hal yang harus memenuhi syarat ditinjau dari ilmu kelistrikan khususnya penggunaan instalasi daya listrik serta peraturan-peraturan instalasi kelistrikan.

### **C. Tujuan Penulisan**

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Dadap mementukan kapasitas arus pemutus MCB, MCCB dan TOR yang mengamankan motor-motor listrik pada industri karung plastik "PT. Bumi Rama Nusantara Makassar".
2. Menganalisis penentuan luas penampang penghantar untuk menjaga kerusakan hantaran pada saat semua motor distarting
3. Menganalisis penggunaan penghantar pentanahan terhadap luas penampang hantaran pada industri karung plastik "PT. Bumi Rama Nusantara Makassar".

### **D. Batasan Masalah**

Untuk menghindari agar ruang lingkup pembahasan tidak terlalu luas dan tidak Jauh dari sasaran yang Ingin dicapai, maka dipandang perlu untuk membatasi yang akan dibahas, adapun batasan masalahnya adalah :

1. Membahas tentang Instalasi daya listrik untuk motor-motor listrik yang ada pada industri karung plastik "PT. Bumi Rama Nusantara Makassar".
2. Membahas tentang analisis instalasi sistem kelistrikan pada P.T Bumi Rama Nusantara Makassar.

## **E. Manfaat Penulisan**

Adapun manfaat penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Agar penggunaan motor listrik dapat berfungsi dengan baik, maka sebagai pengguna kita diharapkan untuk harus dapat memahami konsep dasar dari motor-motor listrik tersebut minimal tentang pengertiannya,
2. Memberikan gambaran tentang penginstalasian sehingga fungsi dan kegunaannya serta jenis-jenis motor listrik tersebut dapat diterima, dipahami dan diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.

## **F. Metode Pembahasan**

Metode Pembahasan yang digunakan dalam penulisan . tugas akhir ini adalah :

1. Metode observasi digunakan untuk mengambil data-data yang dipergunakan untuk bahan perencanaan instalasi daya listrik pada PT. Bumi Rama Nusantara Makassar.
2. Metode literatur, digunakan untuk mencari dan menyajikan teori-teori ilmiah yang berhubungan dengan sistem Instalasi listrik.
3. Metode diskusi, informasi ilmiah yang didapatkan secara lisan, makalah, brosur tentang kelistrikan yang berhubungan dengan instalasi daya listrik.

## **G. Sistematika Penulisan**

Secara garis besarnya yang dibahas" dalam proyek akhir Ini adalah sebagai berikut ;

1. Bab I, adalah Pendahuluan Dalam bab ini dikemukakan latar belakang masalah, rumusan masalah sehingga mengapa dibahas masalah rancangan Instalasi daya

listrik untuk motors-motor yang ada pada industri karung plastik P.T. Bumi Rama Nusantara Makassar", tujuan penulisan pembatasan masalah agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu luas, metode pembahasan yang ditempuh dalam penyusunan tugas akhir ini dan sistematika penulisan Itu sendiri

2. Bab II adalah tinjauan pustaka, dalam bab Ini dibahas secara generalls tentang instalasi daya listrik untuk motor-motor listrik, jenis actor listrik, starting motor-motor listrik pemilihan starting pengereman motor-motor, pengaman peralatan, pentanahan, penghantar yang digunakan, busbar kotak-kontak, alat ukur dan indikator serta panel daya pada bab tersebut dibagi lagi menjadi beberapa bagian.
3. Bab III, adalah perencanaan Instalasi, dalam bab ini merupakan pokok permasalahan, yang dalam bab ini terdiri dari dua sub yang meliputi sub bab mengenai uraian tennis dan sub bab mengenai rancangan instalasi. Sub bab uraian tehnik, pada dasarnya berisikan tentang perhitungan tennis, spesifikasi tehnik dan petunjuk penginstalasian serta peralatan dan material yang digunakan. Sedangkan sub bab rancangan instalasi meliputi gambar Instalasi", diagram panel dan rancangan. anggaran biaya serta daftar analisa biaya.
4. Bab IV, merupakan bab terakhir yang berisikan kesimpulan dan Saran-saran.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Instalasi Daya Listrik**

Instalasi listrik pada dasarnya terbagi atas dua yaitu instalasi penerangan dan instalasi daya. Bila beban yang dilayani pada suatu instalasi listrik berupa lampu di sebut instalasi penerangan. Sedangkan. Apabila motor-motor listrik serta peralatan-peralatan yang meng-gunakan daya listrik yang dipasang pada suatu instalasi listrik disebut instalasi daya.

Dalam merancang, memasang dan mengoperasikan suatu instalasi listrik, ada enam prinsip-prinsip dasar yang harus diperhatikan yaitu :

1. Keamanan (safety)
2. Keandalan (reliability )
3. Kemudahan tercapai (accessibility )
4. Ketersediaan (availability)
5. Pengaruh dari lingkungan ( impect on enviroment )
6. Ekonomi (economics)

#### **B. Jenis Motor Listrik**

Pada dasarnya motor list rife terbagi atas

1. Motor arus bolak-balik ( AC )
2. Motor Arus Searah ( DC )

Motor listrik merupakan mesin listrik yang dapat mengubah energi listrik arus bolak-balik ( AC ) asupan energi listrik arus searah ( DC ) menjadi energi mekanis atau gerak, yang mana tenaga gerak tersebut berupa putaran dari rotor.

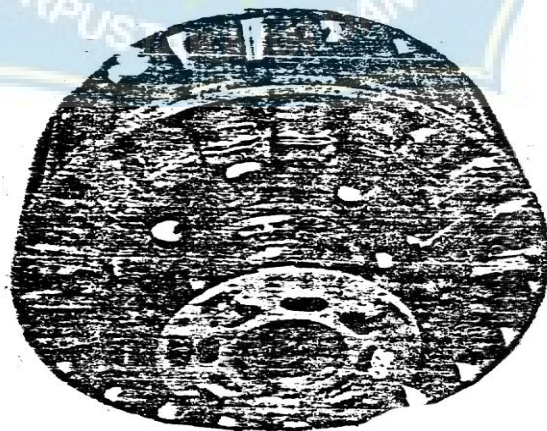
### 1. Rotor arus bolak-balik (AC)

Motor arus bolak-balik ( AC ) dibagi atas dua yaitu;

- a. Motor sinkron
- b. Motor asinkron ( induksi )

#### a. Motor sinkron

Pada dasarnya adalah sebuah motor kecepatan tertentu yakni kecepatan tersebut tidak tergantung dari beban. Mesin ini serupa dengan generator arus bolak-balik dan memerlukan suatu sumber searah melalui gelang-gelang seret atau eksitasi medan. Salah satu keuntungannya yang besar adalah bahwa pengaturan medan ini menuju ke pengontrolan faktor daya. Bila eksitasi secara berlebihan, dia akan memiliki faktor daya yang mendahului.



Gambar 2.1 Rotor dari motor sinkron tanpa sikat berkecepatan rendah

## b. Motor asinkron ( Induksi )

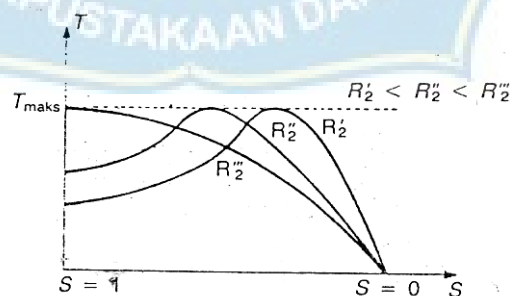
Belitan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan tiga fasa akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron ( $n = 120f / 2p$ ).



Gambar 2.2 Konstruksi motor induksi

### 1) Motor induksi dengan rotor belitan

Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan belitan kumparan tiga fasa sama seperti kumparan stator kumparan stator dan rotor juga mempunyai jumlah kutub yang sama. Seperti terlihat pada gambar 2.3 pen.aabah.an tahanan luar sampai harga tertentu dapat membuat kopel mulai mencapai harga kopel maksimumnya.

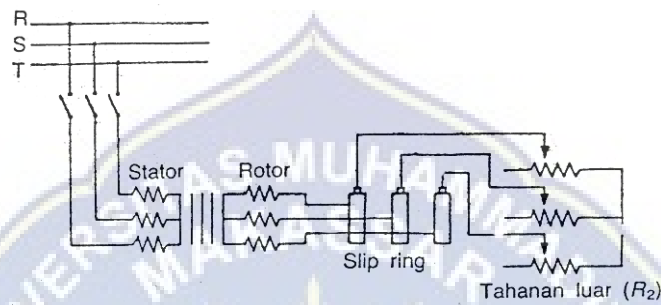


Gambar 2.3 Karakteristik motor induksi

Kopel mula yang "besar memang diperlukan pada waktu start.

Motor induksi dengan motor belitan memungkinkan penambahan

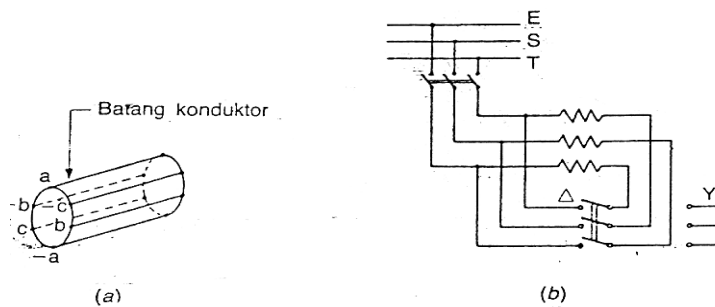
(pengaturan) tahanan luar, Tahanan luar yang dapat diatur ini dihubungkan ke rotor melalui cincing ( gambar 2.4 ). Selain untuk menghasilkan kopel mula yang besar, tahanan luar tadi diperlukan untuk membatasi arus mula yang besar pada saat start. Disamping itu dengan mengubah-ubah tahanan luar, kecepatan motor dapat diatur.



Gambar 2.4 Rangkaian motor induksi rotor belitan dengan tahanan luar.

## 2) Motor induksi dengan rotor sangkar

Motor jenis ini mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri atas beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa sehingga menyerupai sangkar. tupai ( gambar 2.5a ). Untuk membatasi arus mula yang besar, tegangan sumber harus dikurangi dan biasanya digunakan saklar bintang-segitiga (gambar 2.5b).



Gambar 2.5 Rangkaian motor induksi rotor sangkar dihubungkan dengan saklar Y/delta.

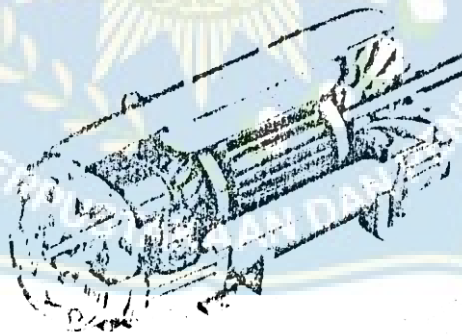
## 2. Motor arus searah ( DC )

Menurut Jenis penguatannya motor arus searah (DC) dapat dibagi atas dua bagian yaitu :

- a. Motor arus searah (DC) "berpenguatan terpisah.
- b. Motor arus searah (AC) berpenguatan sendiri.

Pada prinsipnya mesin listrik dapat berlaku sebagai motor maupun generator. Perbedaannya hanya pada konversi dayanya. Maka dengan membalik generator arus searah, di-mana sekarang tegangan  $V_t$  menjadi sumber dan tegangan  $E_a$  merupakan ggl lawan, mesin arus searah ini akan berlaku sebagai motor. Hal ini berlaku pada mesin listrik yang bisa berfungsi sebagai motor dan juga bisa berfungsi sebagai generator. Oleh karena itu, hubungan antara tegangan  $V_t$  dan  $E_a$  dapat dituliskan sebagai berikut :

$$E_a = V_t - I_a R_a$$

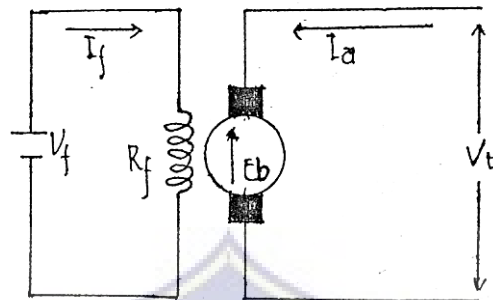


Gambar 2.6 Pandangan belahan motor DC.

### a. Motor arus searah. (DC) berpenguatan terpisah

Sesuai dengan namanya, motor arus searah ( DC ) penguatan terpisah memperoleh arus kemagnetan dari sumber arus searah dari luar motor tersebut.

Dengan terpisahnya sumber arus kemagnetan tidak terpengaruh oleh nilai-nilai arus ataupun tegangan motor.



Gambar 2.7 Rangkaian ekuivalen motor BG berpenguatan terpisah.

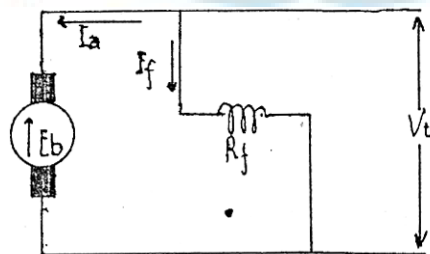
$$V_f = I_f \cdot R_f$$

$$E_b = V_t - I_a R_a$$

**b. Motor arus searah (DC) berpenguatan sendiri**

Motor DC berpenguatan sendiri memperoleh arus kemagnetan dari dalam motor itu sendiri maka arus kemagnetan akan terpengaruh oleh nilai-nilai tegangan dan arus yang terdapat pada motor tersebut.

Pengaruh nilai-nilai tegangan dan arus motor terhadap arus kemagnetan tergantung cara bagaimana hubungan lilitan penguat magnet dengan lilitan jangkar

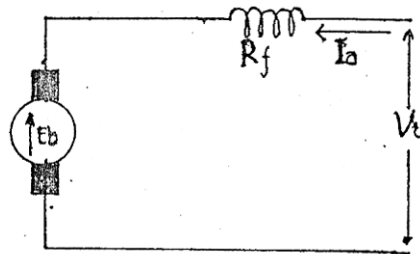


$$V_t = I_f \cdot R_f$$

$$E_b = V_t - I_a R_a$$

Gambar 2.8 Rangkaian ekuivalen. motor DC shunt

### 1) Motor DC seri

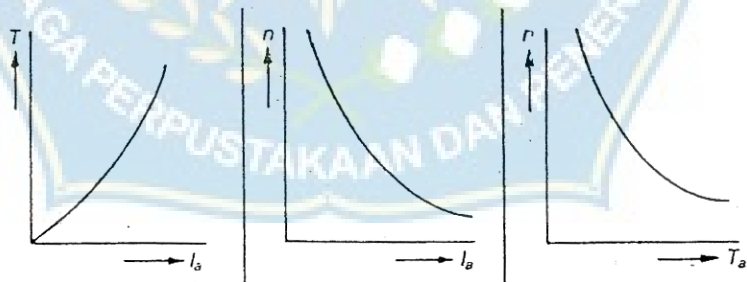


$$E_b = V_t - I_a (R_a + R_f)$$

Gambar 2.9 Rangkaian ekuivalen motor DC seri

Pada motor seri, medan dihubungkan secara seri dengan jangkar. Oleh karena medan seri harus mengalirkan seluruh arus jangkar, maka lilitannya sedikit dan kawatnya relatif besar» Setiap perubahan beban menyebabkan perubahan arus jangkar dan juga perubahan fluksi medan. Oleh sebab itu, ketika beban berubah kepesatan juga berubah.

Motor seri menghasilkan ko.pel besar untuk arus jangkar yang besar. Oleh sebab itu motor seri merupakan motor yang sesuai untuk menjalankan beban berat.



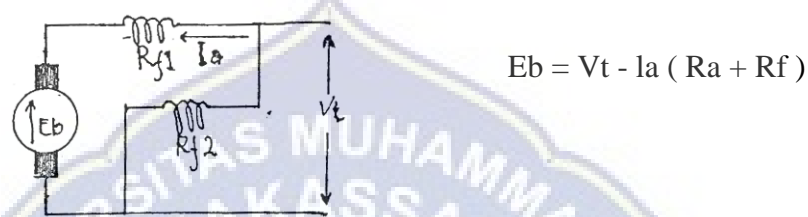
Gambar 2.10 Karakteristik motor DC seri.

### 2) Motor DG kompon

Motor kompon adalah motor - arus searah yang mempunyai gulungan seri dan gulungan shunt. Dengan demikian akan dapat dikombinasikan sifat-sifat motor seri dan sifat-sifat motor shunt.

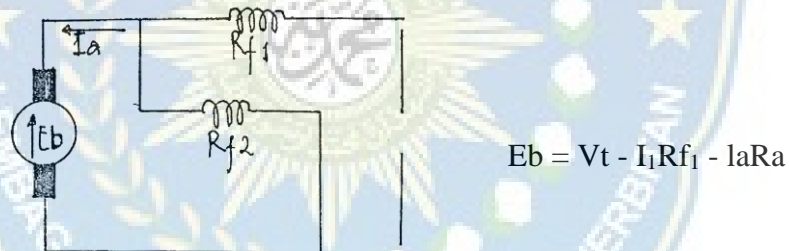
Motor kompon dapat dlbedakan atas dua macac yaltu :

a) Motor DC kompon panjang



Gambar 2.11 Rangkaian ekuivalen kompon panjang.

b) Motor DC kompon pendek



Gambar 2.12 Rangkaian ekuivalen kompon pendek.

### C. Starting motor-motor

#### 1. Pengertian starting

Starting adalah suatu proses yang mengakibatkan motor beroperasi dari keadaan diam hingga berputar pada kecepatan kerja.

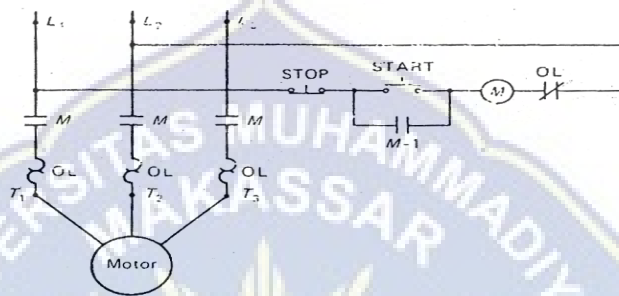
#### 2. Jenis-jenis starting



**a. Starting dengan cara DOL- starter**

Starting dengan cara ini adalah yang paling- sederhana, dimana jala-jala sepenuhnya dihubungkan langsung pada jepitan motor dan motor akan beroperasi secara cepat.

Starting dengan cara DOL starter umumnya dilengkapi thermal overload relay ( TOR ).

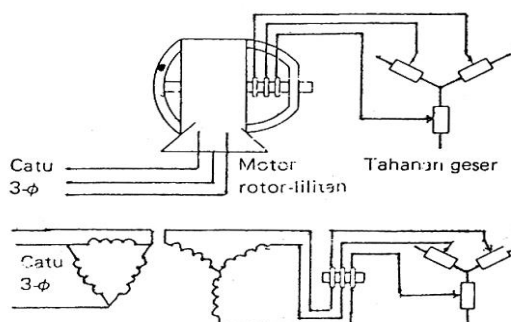


Gambar 2.13 Diagram; rangkaian DOL starter

**b. Starting dengan rotor resistance starter**

Pada cara ini tegangan Jala-jala dimasukkan pada stater? bila tahanan yang sesuai telah dihubungkan pada setiap fasa dari kumparan rotor.

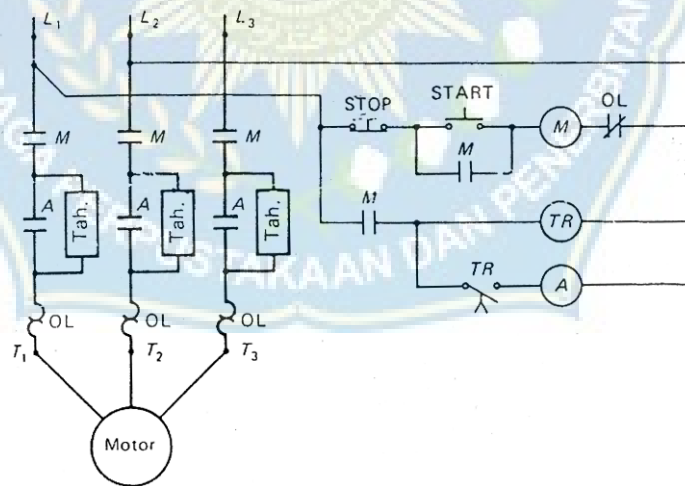
Penambahan tahanan pada belitan rotor ini menurunkan arus rotor, juga arus stator dan tentunya menambah tahanan rotor karena dipasang seri dengan belitan/kumparan rotor.



Gambar 2.14 Rangkaian starting- resistance starter.

**c. Starting dengan Tahanan Primer**

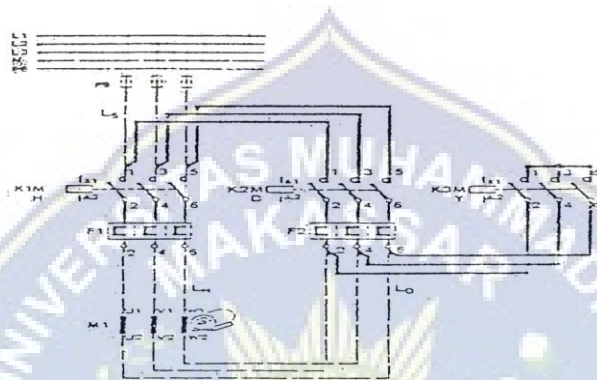
Tegangan yang diturunkan diperoleh melalui starting dengan tahanan primers dengan menggunakan tahanan seri yang dihubungkan seri dengan setiap kawat stater selama periode start. Penurunan tegangan dalam tahanan menghasilkan tegangan yang diturunkan ke saluran melalui tahanan kontrol pemercepat menutup, yang menghubungsingkatkan tahanan start dan memberikan tegangan sepenuhnya dapa motor.



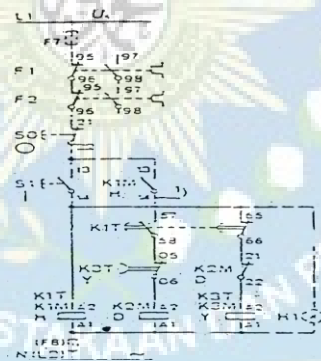
Gambar 2.15 Rangkaian starting tahanan primer.

**d. Starting dengan bintang-segitiga**

Starting dengan bintang-segitiga seperti tersirat dalam namanya, mencakup mula-mula menghubungkan lilitan motor selama periode start dalam hubungan bintang dan kemudian dalam hubungan segitiga setelah motor melakukan percepatan.



Gambar 2.16 Diagram rangkaian daya starting Y/Delta



Gambar 2.17 Diagram- rangkaian kontrol starting Y/Delta

#### D. Pemilihan starting

Pemilihan starting ada tiga pertimbangan utama yang perlu diperhatikan :

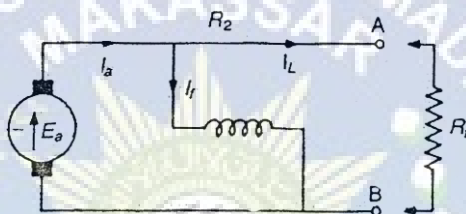
1. Penyesuaian teknik
2. Ekonomi
3. Pembatasan-pembatasan penyediaan daya

## E. Pengereman motor-motor

Persoalan pengereman atau berhentinya suatu motor adalah sama pentingnya dengan persoalan starting. Sebuah motor listrik tidak akan dapat dipakai untuk misalnya keperluan transaksi, bilamana motor itu tidak dapat dihentikan dengan baik.

Untuk dapat menghentikan motor dalam waktu yang relatif singkat dilakukan pengereman, Ada tiga jenis pengereman yaitu ;

### 1. Pengereman dinamik.



Gambar 2.18 Pengereman dinamik.

Pada pengereman dinamik, penghentian terjadi jika tegangan terminal  $V_t$  dihubungkan dan diganti dengan tahanan  $R_1$ . Dalam keadaan ini energi putaran diberikan pada tahanan  $R_1$ , yang menyebabkan kecepatan menjadi turun, demikian pula tegangan  $E_a$  akan menurun. Sekarang motor "berfungsi sebagai generator penggerak. Untuk menjaga penurunan kopel yang konstan,  $R_1$  harus pula diturunkan. Harga  $R_1$  dipilih sedemikian rupa, sehingga arus jangkar tidak terlalu besar (umumnya diambil dua kali harga arus jangkar pada beban penuh) Harga  $R_1$  dapat dihitung dari persamaan ;

$$E_a = I_L R_1 + I_a r_a$$

## 2. Pengereman regeneratif

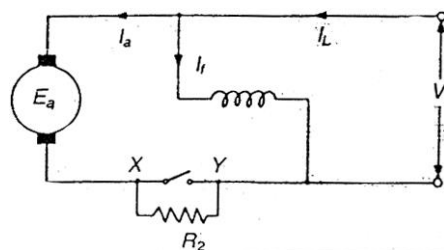
Pada pengereman regeneratif, energi yang tersimpan pada putaran dikembalikan kepada sistem jala-jala. Cara ini biasanya dipakai pada kereta api listrik. Ketika kereta api berjalan menurun, kecepatan motor laju sekali, karena  $E_a > V_t$  yang mengakibatkan daya dikembalikan kepada sistem jala-jala untuk keperluan lain. Pada saat daya dikembalikan ke Jala kecepatan menurun dan proses pengereman "berlangsung. seperti pada pengereman dinamik.

## 3. Pengereman mendadak

Pengereman mendadak adalah pengereman suatu motor dalam waktu yang sangat singkat dan tiba-tiba yaitu dengan cara membalik polaritas motor. Tahanan  $R_2$  disisipkan antara titik X dan T.

Karena tegangan jangkar telah terbalik polaritasnya, sehingga arahnya sama dengan tegangan terminal, besarnya  $R_2$  pun dapat dihitung dari persamaan :  $E_a + V_t = I_a ( R_a + R_2 )$

Harga  $R_2$  dipilih sedemikian rupa, sehingga arus jangkar yang mengalir pada saat pengereman tidak terlampaui "besar. Selama pengereman berlangsung  $E_a$  turun, sehingga  $R_2$  harus diperkecil untuk menjaga penurunan kopel yang konstan.



Gambar 2.19 Pengereman mendadak

## **F. Pengaman peralatan:**

### **1. Pengaman peralatan dari hubung-singkat dan beban lebih.**

Untuk menjaga peralatan dari kerusakan, maka perlu diberi pegangan. Karena arus yang mengalir dalam suatu penghantar akan menimbulkan panas. Dalam kondisi yang normal, maka panas yang ditimbulkan oleh arus tidak menimbulkan efek yang dapat mempengaruhi sistem. Tetapi dalam kondisi yang abnormal, maka akan berpengaruh terhadap sistem, bahkan akan menimbulkan kerusakan terhadap peralatan. Kondisi panas atau kenaikan temperatur yang abnormal pada penghantar bisa diakibatkan karena terjadinya hubung singkat dan beban lebih.

### **2. Pengaman peralatan dari tegangan sentuh.**

Tegangan sentuh adalah tegangan yang terdapat diantara suatu obyek yang disentuh dan satu titik berjarak satu meter, dengan asumsi bahwa obyek yang disentuh dihubungkan dengan kisi-kisi pengetahanan yang ada dibawahnya.

#### **a. Proteksi terhadap sentuhan langsung**

#### **b. Proteksi terhadap sentuhan tidak langsung**

Ketentuan-ketentuan menurut PUIL 2000, motor harus dibumikan Jika terdapat salah satu keadaan sebagai berikut :

- a. Motor disuplai dengan pengantar terbungkus logam
- b. Motor ditempatkan di tempat basah. dan tidak terpencil atau dilindungi.
- c. Motor ditempatkan dalam lingkungan berbahaya.
- d. Motor bekerja pada tegangan ke bumi di atas 50 Volt.

Dalam hal Ini tahanan pentanahan body peralatan yang diamankan ( $R_p$ ) tidak boleh melebihi harga berikut :

$$R_p = \frac{50}{I_A} \text{ Ohm ; dan } I_A = k \times I_n$$

Dimana :

$R_p$  = tahanan pentanahan body peralatan ( Ohm )

$I_A$  = besar arus pemutus ( Ampere ) alat pengaman arus lebih.

$I_n$  = arus nominal, dari alat pengaman arus beban lebih. ( Ampere ).

$k$  = suatu faktor yang besarnya tergantung dari karakteristik alat pengaman. Untuk pengaman lebur harga  $k$  berkisar antara

1,5 dan 5. untuk alat pengaman lainnya antara 1,25 dan 3,5.

## G. Pentanahan

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam persoalan pentanahan adalah sebagai berikut ;

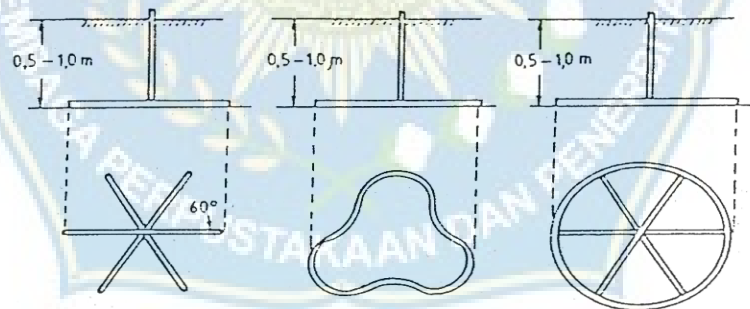
1. Tahanan jenis tanah.
2. Tegangan maksimum yang boleh. terjadi.
3. Pemilihan besar tahanan tanah
4. Pemilihan elektroda pentanahan.
5. cara pemasang elektroda pentanahan.

### 1. Pemilihan elektroda pentanahan

Adapun jenis-jenis elektroda pentanahan. yang lazim digunakan adalah sebagai berikut :

#### a. Elektroda pita ( strip )

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



Gambar 2.20 Elektroda pita

#### b. Elektroda batang



Elektroda batang terbuat dari pipa atau besi baja profil. yang dipancarkan yang harus digunakan, disesuaikan dengan tahanan pentanahan yang diperlukan.

c. Elektroda pelat

Elektroda pelat dibuat dari pelat logam. Pelat ini ditanam tegak lurus di dalam tanah dengan tepi atasnya sekurang-kurangnya satu meter dibawah permukaan tanah. Luas pelat yang harus digunakan tergantung pada tahanan pentanahan yang diperlukan.

**2. Bahan dan ukuran elektroda pentanahan**

Bahan yang digunakan untuk elektroda pentanahan adalah tembaga, baja berlapis seng atau baja berlapis tembaga. Untuk keadaan-keadaan khusus, misalnya untuk pabrik-pabrik kimia, kadang-kadang diperlukan bahan lain yang lebih tahan korosi.

**3. Tahanan elektroda pentanahan**

Tahanan pentanahan dari elektroda pentanahan tergantung pada jenis dan keadaan tanah serta pada ukuran dan cara pengaturan dari elektroda. Besarnya tahanan pentanahan diusahakan sekecil mungkin (mendekati nol ohm) dan nilai tahanan pentanahan tidak boleh lebih dari 5 ohm.

Untuk daerah yang tahanan jenis tanahnya tinggi, tahanan pembumian boleh mencapai 10 ohm

**H. Penghantar**

Semua logam dapat menghantarkan arus listrik. Dari hal tersebut harus memenuhi persyaratan normalisasi baik mengenai daya hantar listrik maupun mengenai sifat mekanis serta pertimbangan ekonomi maka tidak semua logam dapat dipakai sebagai penghantar secara komersil.

Jenis-jenis logam yang dibuat penghantar seperti tembaga, aluminium:, atau kedua dari paduan tersebut. Dalam hal ini dikenal dua macam penghantar, yaitu kawat dan kabel.

#### 1. Kawat

Kawat ini merupakan penghantar yang telanjang dengan inti tunggal atau inti "banyak. Digunakan untuk hantaran transmisi dan distribusi seperti ACSR (Aluminium Cable Steel. Reinforced), serta untuk hantaran pentananan, seperti SBC ( Bare Copper Konduktor )

#### 2. K a b e l

Kabel merupakan jenis penghantar dengan inti tunggal maupun berinti banyak yang berisolasi

Untuk menentukan kemampuan hantar arus pengaman dan luas penampang penghantar yang diperlukan, pertama-tama harus ditentukan arus yang dipakai, "berdasarkan daya beban. yang dihubungkan. Rumus yang digunakan ialah :

Untuk arus searah  $I = \frac{P}{U}$

Untuk arus bolak-balik satu-fase  $I = \frac{P}{U \cos \theta}$

Untuk arus bolak-balik tiga fase  $I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \theta}$

Dimana :

I = Arus nominal ( Ampere )

U = Tegangan nominal ( Volt )

P = Daya (Watt)

Cos  $\theta$  = Faktor daya

Rumus-rumus yang harus digunakan untuk menentukan luas penampang hantaran/yang diperlukan berdasarkan rugi tegangan ialah :

Untuk arus searah :  $A = \frac{2 L I}{y u}$

Untuk arus bolak-balik satu fase :  $A = \frac{2 L I \cos \theta}{y u}$

Untuk arus bolak-balik tiga-fase :  $A = \frac{1,73 L I \cos \theta}{y u}$

Dimana :

A = Luas penampang: nominal penghantar yang diperlukan 2 dalam A ;

I = Kuat arus dalam penghantar, dalam .A;

u = Rugi tegangan dalam penghantar, dalam Y;

L = Jarak dari permulaan penghantar; hingga ujung, dalam m

y = Daya hantar jenis dari bahan penghantar yang digunakan dalam S/m

Untuk tembaga :  $y = 56,2 \cdot 10^6$  S/m

Untuk aluminium :  $y = 33 \cdot 10^6$  S/m.

### 1. Luas penampang hantaran

Luas penampang hantaran yang harus digunakan pertama-tama ditentukan oleh kemampuan hantar arus yang diperlukan dan suhu keliling yang harus diperhitungkan, Selama Itu harus juga diperhatikan rugi tegangan.

Menurut- PUIL 2000 adalah Sebagai berikut :

## 2. Pemilihan Hantaran

Pemilihan hantaran merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan dalam suatu Instalasi, Untuk Itu perlu diketahui kemampuan hantar arusnya. luas penampang penghantar pada Instalasi yang bagaimana akan digunakan., bahan penghantar, kondisi lokasi instalasi, kualitas dan harga dari penghantar tersebut.;

### I. Panel

Panel merupakan tempat memasang proteksi peralatan kontrol, instrumentasi, proteksi dan lain-lain. Panel tersebut dapat dibagi atas panel kontrol, panel penerangan dan panel daya.

#### 1. Pembagian panel

Pembagian beban dalam suatu instalasi listrik adalah. merupakan suatu hal yang harus diperhatikan. Ini dilakukan untuk memisahkan jenis-jenls beban dan membagi jumlah beban

#### 2. Penempatan peralatan panel

Penempatan peralatan pada panel, dipasang sedemikian rupa untuk memudahkan pengoperasian pemeliharaan dan perbaikan.

Untuk menentukan lokasi suatu panel dapat juga dilakukan dengan menggunakan rumus seperti berikut ini :

$$X, Y = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i} ; \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}$$

Keterangan :

$X, T$  = koordinat lokasi panel

$X_i$  = lokasi beban pada sumbu X

$Y_i$  = lokasi beban pada sumbu Y

$P_i$  = Jumlah daya yang digunakan

Bila tempat panel telah ditentukan berdasarkan perhitungan di atas, namun karena suatu hal tempat tersebut: tidak dapat dipasangnya panel, maka lokasi panel dapat dipindahkan pada tempat yang lain ( lokasi tidak persis berdasarkan perencanaan ) tetapi tetap memperhatikan faktor keamanan, keandalan, dan ekonomisnya.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

##### a. Waktu

Pembuatan tugas akhir ini akan dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Mei 2023 sampai dengan Desember 2023 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

##### b. Tempat

Penelitian dilaksanakan di Jl. Pengayoman Blok F.21 No.1 Makassar

#### B. Metode Penelitian

##### Blok Alur 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 Pada P.T Timur Rama Nusantara Makassar 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 P.T. Timur Rama Nusantara Makassar

Dalam penulisan tugas akhir ini, maka penulis menggunakan metode-metode sebagai berikut :

### **A. Metode Penelitian**

## **1. Survei**

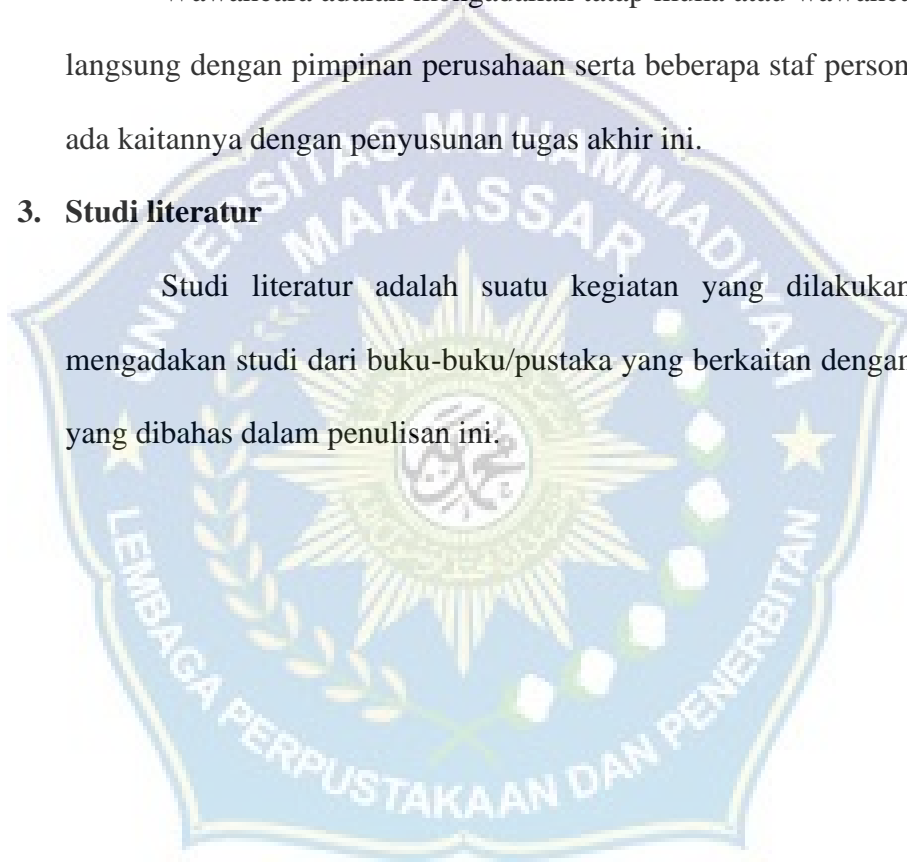
Survei adalah' melakukan kunjungan atau pengamatan secara langsung pada PT. Timur Rama Nusantara Makassar untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penyusunan tugas akhir.

## **2. Wawancara**

Wawancara adalah mengadakan tatap muka atau wawancara secara langsung dengan pimpinan perusahaan serta beberapa staf personalia yang ada kaitannya dengan penyusunan tugas akhir ini.

## **3. Studi literatur**

Studi literatur adalah suatu kegiatan yang dilakukan dengan mengadakan studi dari buku-buku/pustaka yang berkaitan dengan masalah yang dibahas dalam penulisan ini.





## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Data Hasil Penelitian

##### 1. Data teknis mesin

Mesin-mesin yang terdapat pada industri karung plastik pada PT BUMI RAMA NUSANTARA MAKASSAR" adalah motor induksi dengan "berbagai jenis seperti berikut ini :

- a. Mixer
- b. Main heater
- c. Heater ( Main motor )
- d. Quentch bath dan water cooling
- e. Stretching unit
- f. Stretching pull rolling
- g. Annealing unit
- h. Annealing pull power unit
- i. Winding unit
- j. Circular loom
- k. Sewino machine
- l. Printing machine
- m. Cutlary machine
- n. Kompresor

## 2. Perhitungan pemilihan peralatan panel dan hantaran

### a. Kapasitas arus pemutus MCB, MCCB dan TOR

Kapasitas arus pemutus MCB, MCCB dan TOR yang mengamankan motor-motor listrik.

1) Kapasitas arus pemutus MCB yang digunakan mengamankan rangkaian akhir satu buah motor adalah

$$I_{\text{MCB}} = I_n \text{ motor} \cdot X \%$$

Keterangan :

- $I_n$  adalah arus nominal motor yang diamankan
- $X = 250\%$ , untuk motor sangkar dan serempak dengan pengasutan bintang-segitiga, DOL dengan reaktor atau resistor dan motor satu fasa..
- $X = 200\%$  untuk motor sangkar dan serempak dengan pengasutan autotransformer, atau motor sangkar reaktansi tinggi
- $X = 15-0\%$ . untuk motor lilit atau arus searah.

1. Untuk motor dengan nomor kode 1, mempunyai arus nominal 8,1 Amp. ( sesuai data teknis mesin ). Arus pemutus MCBnya adalah, :

$$I_{\text{MCB}} = I_n \text{ motor} \cdot X \%$$

$$= 8,1 \cdot 250 \%$$

$$= 20,25 \text{ Amp.}$$

Arus pemutusan sesuai perhitungan adalah 20,25 Amp.

2. Untuk motor dengan nomor kode 2, mempunyai arus . nominal 105 Amp. Arus pemutus MCB-nya adalah :

$$\begin{aligned}
I_{MCB} &= I_n \text{ motor } \times \% \\
&= 105 \cdot 250 \% \\
&= 254,5 \text{ Amp.}
\end{aligned}$$

- 2) Kapasitas arus pemutus MCB yang mengamankan rangkaian akhir lebih dari satu buah motor adalah :

$$I_{MCB} = I_{MCB} \text{ motor terbesar} + \Sigma I_n \text{ motor yang lainnya.}$$

Untuk motor dengan nomor kode 13a, 13b dan 13c arus nominal masing-masing adalah 2,019 2,07 dan 2,07 Amp. Arus pemutus MCB-nya adalah ;

$$\begin{aligned}
I_{MCB} &= I_{MCB} \text{ motor terbesar} + \Sigma I_n \text{ motor lainnya} \\
&= ( 2,07 \cdot 250 \% ) + ( 2,07 + 2,07 ) \\
&= 4,175 + 4,14 \\
&= 8,315 \text{ Amp.}
\end{aligned}$$

- 3) Kapasitas arus pemutus MCCB yang mengamankan suatu rangkaian cabang motor adalah :

$$I_{MCB} = I_{MCB} \text{ motor terbesar} + \Sigma I_n \text{ motor lainnya}$$

Pada penentuan daya terhadap arus nominal adalah:

- a. Untuk tabel panel daya I In motor terbesar adalah 105 Amp. sedangkan arus nominal motor yang lainnya adalah 206,39 Amp.

Dengan demikian arus pemutus MCCB-nya adalah :

$$\begin{aligned}
I_{MCB} &= I_{MCB} \text{ motor terbesar} + \Sigma I_n \text{ motor lainnya} \\
&= ( 105 \cdot 250 \% ) + 206,39 \\
&= 468,8 \text{ Amp.}
\end{aligned}$$

- b. Untuk tabel panel daya II arus nominal terbesar adalah 5,98 Amp. Sedangkan jumlah arus nominal motor yang lainnya adalah 67,19 Amp. Dengan demikian arus pemutus MCCB-nya adalah :

$$\begin{aligned} I_{\text{MCCB}} &= I_{\text{MCB}} \text{ motor terbesar} + I_n \text{ motor lainnya} \\ &= ( 5,98 \cdot 250\% ) + 67,19 \\ &= 14,95 + 67,19 \\ &= 82,14 \text{ Amp} \end{aligned}$$

- c. Untuk pengaman utama pada panel utama adalah :

$$\begin{aligned} I_{\text{MCCB}} &= I_{\text{MCCB}} \text{ PDI} + I_{\text{MCCB}} \text{ PD III} \\ &= 468,8 + 82,14 \\ &= 550,94 \text{ Amp.} \end{aligned}$$

- 4) Kapasitas arus pemutus TOR yang mengamankan adalah ;

$$I_{\text{TOR}} = I_n \text{ motor:}$$

Untuk motor dengan kode 6, dengan arus nominal 10,6 Amp. Maka arus pemutus TOR-nya adalah :

$$\begin{aligned} I_{\text{TOR}} &= I_n \text{ Motor} \\ &= 10,6 \text{ Amp.} \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama seperti diatas, maka peroleh nilai-nilai kapasitas arus pemutus MCB, MCCB dan TOR

## b. Penentuan KHA dan penampang hantaran

Kemampuan hantar arus ( K H A ) dan penampang hantaran untuk motor-motor listrik dapat ditentukan berdasarkan PUIL 2000.

1) KHA hantaran rangkaian akhir yang mensuplai satu buah motor listrik adalah :

$$KHA = 1,1 \cdot I_n \text{ motor.}$$

Untuk motor dengan kode nomor 11a, mempunyai arus nominal 5,5 Amp. KHA hantarannya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} KHA &= 1,1 \cdot I_n \text{ motor} \\ &= 1,1 \cdot 5,5 \\ &= 6,05 \text{ Amp.} \end{aligned}$$

Berdasarkan PUIL 2000, untuk KHA 6,05 Amp. digunakan luas penampang hantaran sebesar 1,5 mm. Susut tegangan ( u ) pada hantaran tersebut tidak boleh lebih dari 5 persen. Hal ini dapat dibuktikan sebagai berikut :

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \theta}{y \cdot u}$$

$$U = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \theta}{y \cdot A}$$

Diketahui :

$$L = 14 \text{ meter}$$

$$I = 6,95 \text{ Amp.}$$

$$\cos \theta = 0,72$$

$$y = 52,6 \cdot 10^6 \text{ s/m}$$

$$A = 1,5 \text{ mm}^2 = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$u = 5 \% \cdot 380 \text{ V}$$

$$= 19 \text{ V.}$$

Analisis

$$u = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \theta}{y \cdot A}$$

$$= \frac{1,73 \cdot 14,6 \cdot 0,05 \cdot 0,72}{52,6 \cdot 10^6 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 1,34 \text{ v}$$

$$u = 1,34 \text{ v} \text{ -----( memenuhi persyaratan )}$$

Berdasarkan ketentuan menurut peraturan yang di-keuarkan oleh perusahaan Listrik Negara ( S-PLN/ ) tentang peraturan instalasi listrik kabel minimum yang digunakan untuk motor-motor adalah. 4 mm<sup>2</sup>, maka penampang 1,5 mm<sup>2</sup> yang didapat menurut , perhitungan tidak dapat digunakan, sehingga luas penampang yang harus dipakai adalah 4 mm<sup>2</sup>. Dengan luas penampang 4 mm , maka susut tegangan yang akan terjadi pada penghantar tersebut akan semakin kecil. Hal ini akan semakin handal dan semakin baik. Ini dapat dibuktikan sebagai berikut :

$$u = \frac{1,73 \cdot L \cdot I \cdot \cos \theta}{y \cdot A}$$

$$= \frac{1,73 \cdot 14,6 \cdot 0,05 \cdot 0,72}{52,6 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 0,50 \text{ V}$$

- 2) KHA ,hantaran rangkaian akhir yang mensupali lebih dari satu buah motor adalah :

$KHA = KHA \text{ motor terbesar} + \Sigma I_n \text{ motor lainnya.}$

Untuk motor dengan nomor kode 13a, 13b, dan 13c mempunyai arus nominal masing-masing 2,07 Amp, 2,07 Amp, dan 2,07 Amp. KHA hantarannya adalah sebagai berikut :

$KHA = EHA \text{ motor terbesar} + \Sigma I_n \text{ motor lainnya.}$

$$\begin{aligned} KHA &= ( 1,1 I_n \text{ motor terbesar} ) + I_n \text{ motor lainnya} \\ &= ( 1,1 \cdot 2,07 ) + ( 2,07 + 2,07 ) \\ &= 6,417 \text{ Amp.} \end{aligned}$$

Karena motor diatas adalah motor satu fasa maka susut tegangan dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti berikut :

$$u = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \theta}{y \cdot A}$$

Diketahui :

$$L = 60 \text{ meter}$$

$$I = 6,417 \text{ Amp.}$$

$$\cos \theta = 0,82$$

$$y = 52,6 \cdot 10^6 \text{ s/m}$$

$$A = 1,5 \text{ mm}^2 = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$u = 5 \% \cdot 220 \text{ V}$$

$$= 11 \text{ V.}$$

Analisis

$$u = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \theta}{y \cdot A}$$

$$= \frac{2,60 \cdot 6,417 \cdot 0,82}{52,6 \cdot 10^6 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6}}$$

$u = 8 \text{ v}$  -----( memenuhi persyaratan )

Menurut ketentuan Perusahaan listrik negara (S-PLN), ukuran minimum penampang yang harus digunakan adalah  $4 \text{ mm}^2$  . Maka susut tegangan akan semakin kecil

Dengan cara perhitungan seperti diatas, maka diperoleh KHA dan penampang hantaran untuk motor-motor seperti pada tabel 3.5 berikut ini :

- 3) KHA hantaran rangkaian cabang ( hantaran suplai untuk panel daya ) adalah :

$$\text{KHA} = \text{KHA motor terbesar} + \Sigma I_n \text{ motor lainnya.}$$

- a. Untuk panel daya I arus nominal motor terbesar adalah 105 Amp. Sedangkan jumlah arus motor lainnya adalah 206,39 Amp. (tabel 3.2)

Dengan demikian KHA hantaran rangkaian cabangnya adalah sebagai berikut ;

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= \text{KHA motor terbesar} + \Sigma I_n \text{ motor lainnya} \\ &= ( 1,1 \cdot 105 ) + 206,39 \\ &= 321,89 \text{ Amp.} \end{aligned}$$

Berdasarkan. PUIL 1987 ( sesuai penjelasan pada bab II, sub 2.8.3 tabel pada lampiran 2 ), untuk KHA 321,89 Amp digunakan hantaran yang luas penampangnya  $185 \text{ mm}^2$ . Untuk menghindari hantaran tidak terlalu panas pada saat. semua motor distart, maka digunakan penampang  $240 \text{ mm}^2$  .



b. Untuk panel Daya II arus nominal motor terbesar adalah 5,98 A.

Sedangkan jumlah arus motor lainnya 67,19 A (tabel 3.3).

Dengan demikian KHA hantaran rangkaian cabangnya adalah :

$$\text{KHA} = \text{KHA motor terbesar} + \sum I_n \text{ motor lainnya}$$

$$= ( 1,1.5,98 ) + 67,19$$

$$= 73,768 \text{ Amp.}$$

Berdasarkan PUIL 2000, tabel pada lampiran 2) untuk KHA

73,768 A digunakan hantaran yang luas penampangnya 16 mm<sup>2</sup>

c. Untuk panel utama, dari perhitungan didapat KHA PD. I adalah

321 ,89 A. dan KHA PD. II adalah 73,768 A. Maka KHA untuk

Panel utama

$$\text{KHA} = \text{KHA panel daya I} + \text{KHA panel daya II}$$

$$= 321,89 + 73,768$$

$$= 395,658$$

Berdasarkan PUIL untuk EHA 395,658 A penampangnya 240

mm<sup>2</sup> . Untuk menjaga kerusakan hantaran pada saat semua

motor distarting maka dipilih. penampang 300 mm atau 2

(150 mm ) karena penampang 300 mm sukar didapat dipasaran.,

### c. KHA dan penampang "busbar

Kemampuan hantar arus "busbar adalah sama dengan besarnya

arus yang akan mengalirinya. Untuk perencanaan instalasi listrik pada

industri karung plastik "PT. BUMI RAMA NUSANTARA

MAKASSAR terdapat tiga buah panel yaitu panel utama,, panel daya I dan panel daya II.

Berdasarkan PUIL 2000, maka besar busbarnya adalah :

1) Untuk panel utama dengan arus nominal 384,56 A.

Ukuran : 30 mm x 5 mm

Penampang : 150 mm

Tanpa pengecetan

2) Untuk panel daya I dengan arus nominal 311,39 A.

Ukuran = 30 mm x 3 mm

Penampang = 90 mm

Tanpa pengecetan

3) Untuk panel daya II dengan arus nominal 73,17 A.

Ukuran : 12 mm x 2 mm

Penampang : 24 mm

Tanpa pengecetan

**d. Metode pemasangan hantaran yang dilakukan adalah :**

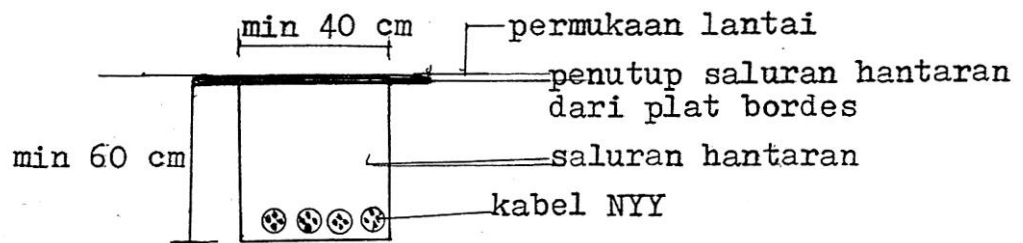
Metode pemasangan hantaran yang dilakukan adalah ;

1) Untuk hantaran NYY dengan cara membuat saluran pada lantai.

2) Untuk hantaran NYFGbY ( hantaran suplai utama ) ditanam kedalam tanah.

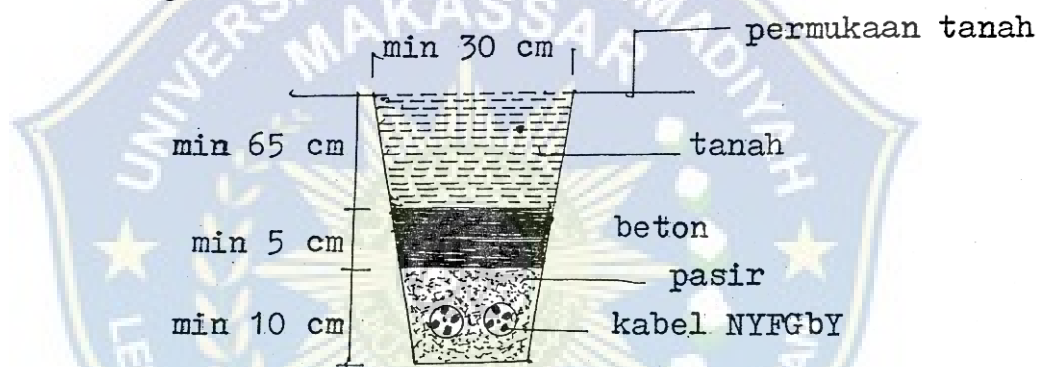
Cara pemasangan hantaran dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

- a) Untuk kabel NYY, cara pemasangannya dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3.3 Metode pemasangan hantaran HTY

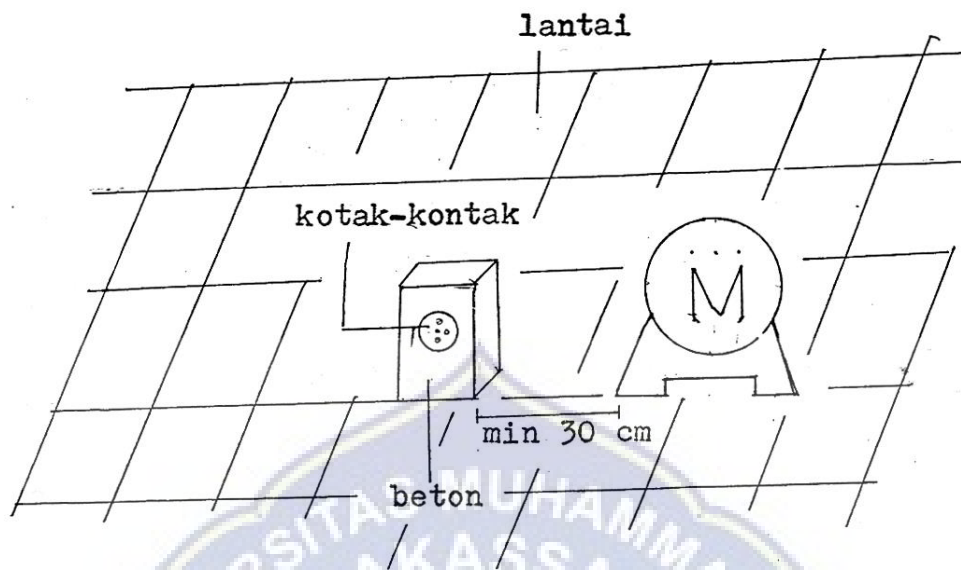
- b) Untuk kabel NYFGbY pemasangannya dapat dilihat seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.4 Metode pemasangan hantaran NYFGbY

### 3. Metode pemasangan kotak-kontak

Kotak-kontak yang digunakan diperuntukkan pada rangkaian akhir yang mensuplai lebih satu buah motor. Metode pemasangan kotak-kontak ini dilakukan dengan cara memasang kotak-kontak di dekat motor, dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3.5. Metode pemasangan kotak-kontak

Catatan :

Kontak-kontak yang digunakan adalah merek MK atau yang setaraf.

#### 4. Panel

##### a. Penentuan letak panel

Panel diusahakan sedapat mungkin ditempatkan pada titik pusat beban. Atau karena ada pertimbangan lain maka letak panel bisa tidak ditempatkan pada pusat "beban, seperti karena titik pusat beban yang didapat bisa mengganggu. Tapi perpindahan letak panel tersebut tidak mengurangi kenandalan sistem tersebut.

Untuk menentukan letak titik pusat beban dapat dilakukan dengan menggunakan rumus seperti berikut ini :

$$X, Y = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i} ; \quad \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}$$

Keterangan :

X, Y : koordinat lokasi panel

P : daya terpakai

P<sub>i</sub> : P<sub>1</sub> + P<sub>2</sub> + P<sub>3</sub> + ..... P<sub>n</sub>

X<sub>i</sub> : lokasi beban pada sumbu X

Y<sub>i</sub> : lokasi beban pada sumbu Y

P<sub>i</sub> . X<sub>i</sub> : P<sub>1</sub>.X<sub>1</sub> + P<sub>2</sub>X<sub>2</sub> + P<sub>3</sub>X<sub>3</sub> + .....+ P<sub>n</sub> X<sub>n</sub>.

P<sub>i</sub> . Y<sub>i</sub> : P<sub>1</sub>.Y<sub>1</sub> + P<sub>2</sub>Y<sub>2</sub> + P<sub>3</sub>Y<sub>3</sub> + .....+ P<sub>n</sub>Y<sub>n</sub>

Nilai-nilai dari ΣP<sub>i</sub>, ΣP<sub>i</sub>X<sub>i</sub>, dan ΣP<sub>i</sub>Y<sub>i</sub> diperlihatkan pada tabel

3.6 berikut ini berdasarkan tat letak motor-motor tersebut.

Dari tabel 3.6 maka titik pusat beban dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$X, Y = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i} ; \quad \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}$$

$$X, Y = \frac{4126,25}{265,5} ; \quad \frac{-1377,15}{265,5}$$

$$C = 15,54 ; -5,19$$

Letak titik pusat beban pada sumbu Z = 15,54 meter pada sumbu Y = -5.19 meter. Pada titik ini kemungkinan, dapat mengganggu para pekerja apabila mesin sedang beroperasi, maka dipindahkan pada titik koordinat ( 30 ; 9,5) Hal ini dimaksudkan karena tempat ini dekat

dengan tempat ruang genset. Dan tempat ini mudah. dijangkau apabila terjadi gangguan.

## 5. Pentanahan

### a. Besarnya tahanan pentanahan

Sistem pentanahan yang biasa digunakan adalah sistem pentanahan dengan menggunakan dua buah elektroda batang atau disesuaikan dengan kondisi tanah tempat pentanahan akan dipasang. Misalnya pentanahan dengan menggunakan elektroda batang, yang mana jarak antara dua elektroda tersebut dua kali panjang elektrodanya. Karena itu rumus yang digunakan untuk menentukan besarnya tahanan pentanahan adalah :

$$R = \frac{\rho}{4L} \left( in \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4s} \left( 1 - \frac{L^2}{3a^2} + \frac{2L^4}{5s^4} \right)$$

Keterangan :

R. = tahanan, pentanahan ( Ohm )

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( Ohm-cm.)

L. = panjang elektroda pentanahan ( m )

a = jari-jari elektroda pentanahan ( mm )

s = jarak antara elektroda ( m, )

Contoh. :

- Misalkan diketahui tahanan jenis tanah adalah. 3000 Ohm-cm
- Diameter minimum elektroda pentanahan untuk elektroda batang adalah 15 mm. Maka jari-jarinya adalah 7,5 mm.

- Panjang elektroda pentanahan. adalah 275 cm
- Jarak antara elektroda pentanahan adalah dua kali panjang elektroda pentanahan. (550 cm)

Jadi diketahui :

$$\rho = 3000 \text{ Ohm-cm} = 30 \text{ ohm-m}$$

$$a = 7 \gg 5 \text{ mm} = 0,0075 \text{ m.}$$

$$L = 275 \text{ cm} = 2,75 \text{ m}$$

$$s = 550 \text{ cm} = 5,5 \text{ m}$$

maka :

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left( 1 - \frac{L^2}{3s^2} + \frac{2L^4}{5s^4} \right)$$

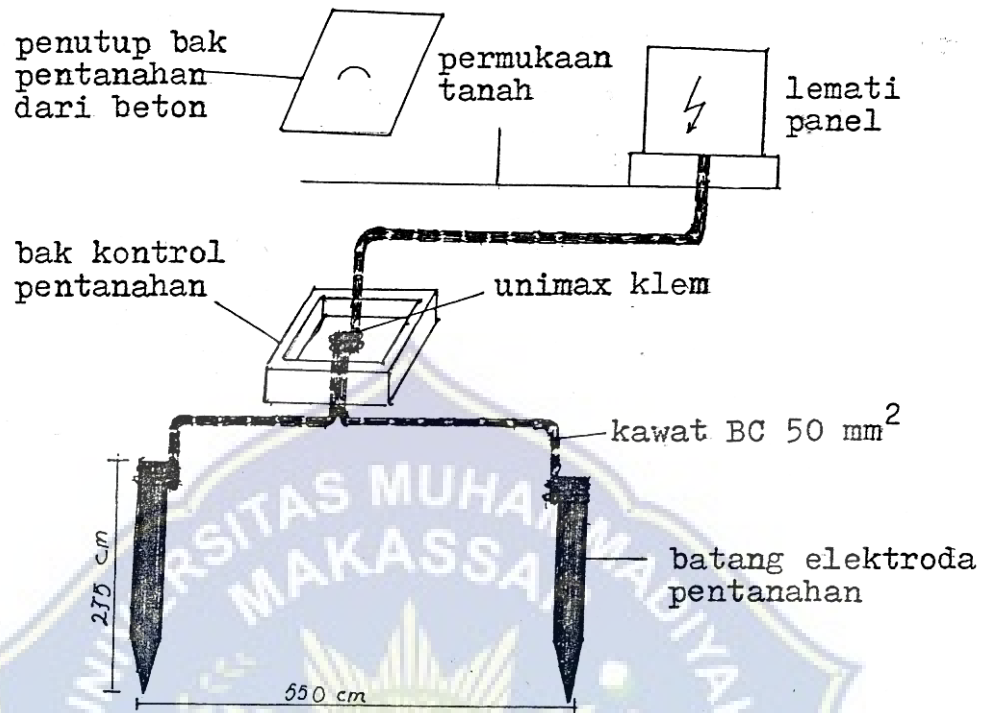
$$= \frac{30}{4\pi \cdot 2,75} \left( \ln \frac{4 \cdot 2,75}{0,0075} - 1 \right) + \frac{30}{4\pi \cdot 5,5} \left( 1 - \frac{(2,75)^2}{3(5,5)^2} + \frac{2(2,75)^4}{5(5,50)^4} \right)$$

$$R = 0,868 ( 6,291 ) + 0,434 ( 0,942 )$$

$$R = 5,87 \text{ Ohm.}$$

Menurut penjelasan pada Bab II, Sub Bab 2.7.3 bahwa untuk daerah yang mempunyai tahanan jenis tanahnya yang tinggi boleh mempunyai tahanan pentanahan mencapai 10 ohm. Jadi tahanan pentanahan yang didapat diatas masih dapat digunakan (masih memenuhi persyaratan)

### b. Metode pemasangan pentanahan



Gambar 3.6 Metode pemasangan pentanahan

Catatan :

- Sumur pentanahan diusahakan sedapat mungkin dekat dengan panel.
- Luas penampang hantaran pentanahan rangkaian cabang adalah seperdua dari luas penampang hantaran cabangnya. Namun karena ukuran maksimal luas penampang hantaran pentanahan adalah 50 mm<sup>2</sup>, maka yang dipakai adalah kawat BC :Y 50 mm<sup>2</sup> tersebut. Cara seperti ini pun yang di-tempuh oleh para perencana dan praktisi.



## **B. Rancangan Instalasi**

Rencana instalasi listrik harus dibuat dengan jelas, sehingga mudah dipahami oleh tehniksi listrik, Dalam rencana instalasi listrik diperlihatkan rencana tata letak yang menunjukkan tata letak perlengkapan listrik, . rencana hubungan perlengkapan listrik dengan gawai pengendalinya, gambar hubungan antara bagian rangkaian akhir, dalam PHB yang bersangkutan dan tanda ataupun keterangan yang jelas: mengenai setiap perlengkapan listrik.

### **1. Diagram panel**

Diagram panel merupakan petunjuk dalam pemasangan rangkaian daya pada panel. Diagram panel ini memperlihatkan :

- a. Jumlah beban yang dilayani.
- b. Besarnya daya yang dibutuhkan.
- c. Jumlah proteksi yang digunakan beserta besarnya kapasitas arus pemutusnya.
- d. Luas penampang busbar dan hantaran yang dipakai
- e. Alat-alat ukur dan indikator lainnya yang digunakan (bila ada).

Diagram panel untuk perencanaan instalasi daya pada Industri karung plastik

## **C. Pemilihan kontaktor**

Ukuran kontaktor yang dipakai dalam starting disesuaikan dengan jenis starting dan besarnya arus nominal motor, Untuk starting dengan sistem DOL

disesuaikan dengan arus nominal motor atau lebih besar. Sedangkan untuk starting bintang-segitiga dapat ditentukan berdasarkan rumus berikut ini :

- Kontaktor utama  $K_1$  sama dengan  $0,58 \times I_n$  motor
- Kontaktor Delta  $K_2$  sama dengan  $0,58 \times I_n$  motor
- Kontaktor bintang  $K_3$  sama dengan  $0,23 \times I_n$  motor

1. Untuk motor dengan kode 2 arus nominalnya adalah 105 Amp. Maka kontaktor yang dipakai :

Kontaktor utama :

$$\begin{aligned} K_1 &= 0,58 \times I_n \text{ motor} \\ &= 60,9 \text{ A} \text{ -----perencanaan} \\ &= 65 \text{ A} \text{ -----yang dipakai} \end{aligned}$$

Kontaktor Delta :

$$\begin{aligned} K_2 &= 0,58 \times I_n \text{ motor} \\ &= 60,9 \text{ A} \text{ -----perencanaan} \\ &= 65 \text{ A} \text{ -----yang dipakai} \end{aligned}$$

Kontaktor bintang :

$$\begin{aligned} K_3 &= 0,2 \times I_n \text{ motor} \\ &= 21 \text{ A} \text{ -----perencanaan} \\ &= 22 \text{ A} \text{ -----yang dipakai} \end{aligned}$$

2. Untuk motor dengan kode 4 dengan starting DOL arus nominalnya 3,2 Amp.

Maka kontaktor yang digunakan adalah ;

- Kontaktor 3,2 Amp. -----perencanaan
- Kontaktor 7,1 Amp. -----yang dipakai

Untuk motor yang mempunyai nomor kode 12, 13 dan 14 dengan sistem satu fasa tidak digunakan kontaktor karena on-off-nya langsung pada mesin itu sendiri.

Dengan perhitungan yang sama seperti diatas maka didapat besarnya kontaktor yang dipakai pada tiap motor, seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 3.10 Pemilihan kontaktor untuk starting

Kode motor	Besarnya kontaktor yang dipakai		
	Kontaktor Utama (A)	Kontaktor Delta. (A)	Kontaktor Bintang (A)
1	7,1	7,1	7,1
2	65.	65	22
3	65	65	22
4	7,1	-	-
5	22	22	7,1
6	7,1	7,1	7,1
7	7,1	7,1	7,1
8	7,1	7,1	7,1
9	7,1	7,1	7,1
10	7,1	7,1	7,1
11	7,1	7,1	7,1

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Dengan selesainya tugas akhir ini, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut ;

1. Kapasitas arus pemutus MCB, MCCB dan TOR yang mengamankan motor-motor listrik Untuk motor dengan nomor kode 13a, 13b dan 13c arus nominal masing-masing adalah 2,019 2,07 dan 2,07 Amp. Arus pemutus MCB-nya adalah 8,315 Amp. Kapasitas arus pemutus TOR yang mengamankan adalah 10,6 Amp.
2. Untuk menjaga kerusakan hantaran pada saat semua motor distarting maka dipilih. penampang 300 mm atau 2 (150 mm ) karena penampang 300 mm sukar didapat dipasaran.
3. Luas penampang hantaran pentanahan rangkaian cabang adalah seperdua dari luas penampang hantaran cabangnya. Namun karena ukuran maksimal luas penampang hantaran pentanahan adalah 50 mm<sup>2</sup>, maka yang dipakai adalah kawat BC :Y 50 mm<sup>2</sup> tersebut.

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

1. Diadakan praktek lapangan supaya mahasiswa dapat lebih dekat mengenal sistem instalasi.
2. Untuk penempatan panel utama dalam suatu industri sebaiknya ditempatkan pada titik pusat beban.

3. Dalam suatu industri besar yang mempunyai tingkat kecelakaan yang tinggi sebaiknya dibuatkan sistem emergence



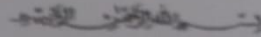
## DAFTAR PUSTAKA

- Asi, Sunggono. 2021. Buku Pegangan Kerja Menangani Teknik Tenaga Listrik. Jakarta: CV. Aneka.
- Dinas Proieksi, Divlur/Dijusaha. "Koodinasi Relai Arus Lebih dan Gangguan Tanah Dengan Fasititas Lotus 2021. Diktat. PT.PLN (Persero). Kantor Pusat.
- Fitzgerald, A.E dkk. 2020. Dasar-Dasar Elektro Teknik. Jakarta : Erlangga.
- Hastanik.T.S.ME.lr. "Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan ". 2021. Hlangga.
- Jhon Parson and H.G. Barnet, Electrical Translation and Distribution Reference Book, Westinghouse Electrical Corparation, Eats Pittsburg, Fourth Edition, 2021.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL), jakarta, 2021.
- Lister ; Mesin dan Rangkaian Listrik, Penerbit : Erlangga .2020
- Internasional Civil Aviation Organization, Annex 14 (Visual Aid And Power Supply).
- Neidle Michael ; Teknologi Instalasi Listrik, Penerbit : Erlangga .2021
- Pusat Pendidikan dan Latihan Perusahaan Umum Listrik Negara. Relay Proteksi Peralatan Pembangkit. Jawa Barat.
- PLN Wilayah VIII, Basil Rapat Dinas Tahunan PLN Wlayah VIII, Makassar, 10Mei2020.
- Stevenson.Jr, William D. 2020. Analisis Sistem Tenaga Listrik. Jakarta : Erlangga.
- Sumantri Oman, Sistem Pengontrolan Motor di Industri, 2021, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- PLN Wilayah VIII, Basil Rapat Dinas Tahunan PLN Wlayah VIII, Makassar, 10Mei2020.



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

Alamat Kantor: Jl. Sultan Alauddin No. 259 Makassar 90222 Telp. (0411) 866372, 8661340, Fax. (0411) 8662288



**SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT**

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

Nama : Roi / Nur Khalisa  
Nim : 105821105316 / 105821100116  
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No.	Bab	Nilai	Bobot
1	Bab 1	2 %	3 %
2	Bab 2	5 %	5 %
3	Bab 3	8 %	10 %
4	Bab 4	0 %	10 %
5	Bab 5	5 %	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, 25 Agustus 2023.

Mengetahui

Kepala UPT-Perpustakaan dan Penerbitan,



AB I Roi/Nur khalik 105821106816/105821100116

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

[makalah.net](http://makalah.net)

Internet Source



2%

Exclude quotes

Exclude bibliography

Exclude matches



Si  
tu  
ile  
or  
ari

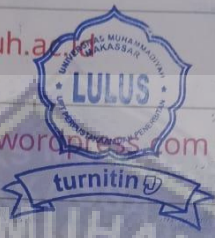


ORIGINALITY REPORT

**15%** SIMILARITY INDEX  
**15%** INTERNET SOURCES  
**0%** PUBLICATIONS  
**3%** STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1 digilibadmin.unismuh.a  
Internet Source 8%
- 2 navalwomengineer.wordpress.com  
Internet Source 5%
- 3 repository.its.ac.id  
Internet Source 2%



Exclude quotes  On  
Exclude bibliography  On  
Exclude matches  < 2%

BAB III Roi/Nur khalik 105821106816/105821100116

ORIGINALITY REPORT

8%	8%	0%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	core.ac.uk Internet Source	3%
2	panpages.co.id Internet Source	3%
3	www.slideshare.net Internet Source	3%

Exclude quotes  On Exclude matches  < 2%

Exclude bibliography  On



BAB IV Roi/Nur khalik 105821106816/105821100116

ORIGINALITY REPORT

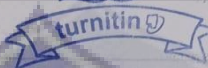
0%  
SIMILARITY INDEX

0%  
INTERNET SOURCES

0%  
PUBLICATIONS

0%  
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



Exclude quotes  On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography  On



BAB V Roi/Nur khalik 105821106816/105821100116

ORIGINALITY REPORT

5%  
SIMILARITY INDEX

5%  
INTERNET SOURCES

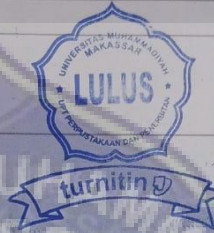
0%  
PUBLICATIONS

0%  
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 [www.prame.be](http://www.prame.be)  
Internet Source

5%



Exclude quotes  On  
Exclude bibliography  On

Exclude matches  <2%



PR  
AN  
RSI