

SKRIPSI

PENENTUAN LUAS PENAMPANG PENGHANTAR RANGKAIAN MOTOR TERHADAP KONTROL PROSES SIRKULASI AIR PADA KOLAM RENANG



YUSRIL RAHMAD MADANI

105821103518

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2025**

SKRIPSI

PENENTUAN LUAS PENAMPANG PENGHANTAR RANGKAIAN MOTOR TERHADAP KONTROL PROSES SIRKULASI AIR PADA KOLAM RENANG

Tugas Akhir

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh gelar Sarjana
Teknik Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik

YUSRIL RAHMAD MADANI

105821103518

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

MAKASSAR

2025



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 LUAS PENAMPANG PENGHANTAR RANGKAIAN MOTOR TERHADAP KONTROL PROSES SIRKULASI AIR PADA KOLAM RENANG**

Nama : 1. Yusril Rahmad Madani

Stambuk : 1. 105 82 11035 18

Makassar, 8 September 2025

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

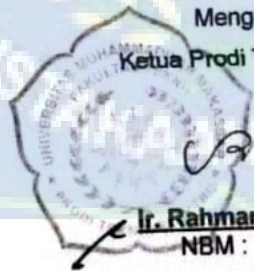
Pembimbing II

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

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

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro



Ir. Rahmania, S.T., M.T

NBM : 1005 971





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Yusril Rahmad Madani** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11035 18, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0005/SK-Y/20201/091004/2025, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 23 Agustus 2025.

Panitia Ujian :

Makassar, 16 Rabiul Awal 1447 H
08 September 2025 M

1. Pengawas Umum

- 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., MT., ASEAN, Eng.

2. Penguji

- a. Ketua : Dr. Umar Katu, S.T., MT.
- b. Sekertaris : Anugrah, S.T., MT.

3. Anggota

1. Rizal Ahdiyat Duyo, S.T., MT.
2. Ir. Adriani, S.T., MT., IPM
3. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc
Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II

Rizal Ahdiyat Duyo, S.T., MT.

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

Dekan



Dr. Muh. Syarif S Kuba, S.T., M.T., IPM
NBM : 975 288



ABSTRAK

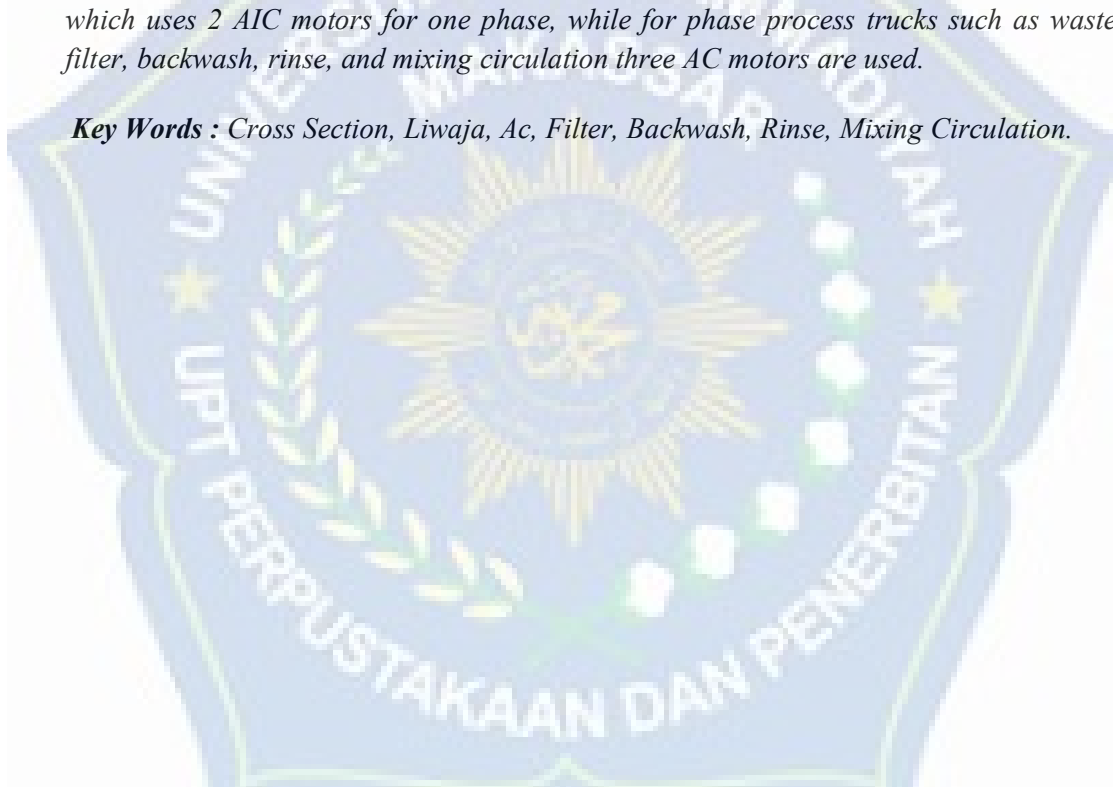
Berkembangnya ilmu pengetahuan diberbagai sektor dalam instalansi energi listrik yang dapat digunakan dalam berbagai keperluan seperti pemanfaatan daya, olahraga, irigasi jangka waktu yang lebih lama, dan sebagainya. Hal inilah yang kemudian melatarbelakngi penulis dalam melakukan penelitian pada majunya usaha luas penampang penghantar rangkaian motor terhadap kontrol proses sirkulasi air pada kolam renang. Studi kasus pada Penelitian kali ini dilakukan di Kabupaten Enrekang pada kolam renang Liwaja yang dimulai pada bulan Juni 2025 hingga Desember 2025. Proses pengambilan data dilakukan langsung dengan pengamatan dilapagan seperti mengamati komponen komponen yang ada pada kolam renang liwaja, kemudian menentukan penghantar luas penampang pada kolam renang, selain itu dilakukan juga dengan metode wawancara dari berbagai sumber yang terkait. Dari hasil pengumpulan dan pegolahan data yang diperoleh maka dihasilkan kesimpulan yang meyoroti peran penting Terhadap sebuah motor adalah 10 mm² dengan penampang dari luas terhadap rangkaian akhir, Masing-masing digunakan 2 motor AIC untuk satu fasa, sedangkan untruk proses fasa seperti waste, filter, backwash, rinse, dan sirkulasi pencampuran digunakan tiga motor AC.

Kata Kunci : *Penampang, Liwaja, Ac, Filter, Backwash, Rinse, Sirkulasi Pencampuran.*

ABSTRACT

The development of science in various sectors in electrical energy installations that can be used for various purposes such as power utilization, sports, irrigation for a longer period of time, and so on. This is what then motivated the author to conduct research on the advancement of the wide cross-sectional business of motor series conveyors to control the water circulation process in swimming pools. The case study in this research was conducted in Enrekang Regency at the Liwaja swimming pool which started in June 2025 to December 2025. The data collection process is carried out directly by observing the components of the Liwaja swimming pool, then determining the conductivity of the cross-sectional area in the swimming pool, in addition to that it is also carried out by interview methods from various related sources. From the results of the collection and processing of the data obtained, conclusions were drawn that highlighted the important role of a motor is 10 mm² with a cross-section from the area to the final range, Each of which uses 2 AIC motors for one phase, while for phase process trucks such as waste, filter, backwash, rinse, and mixing circulation three AC motors are used.

Key Words : Cross Section, Liwaja, Ac, Filter, Backwash, Rinse, Mixing Circulation.



KATA PENGANTAR

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

Tugas akhir ini disusun sebagai salah pensyaratan akademik yang harus ditempuhdalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah :
“Penentuan Luas Penampang Penghantar Rangkaian Motor Terhadap Kontrol Proses Sirkulasi Air Pada Kolam Renang”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini sdisebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi tehnis 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. Dr. Ir. Abd.Rakhim Nanda, ST., MT., IPU Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makasssar
2. Bapak Ir. Muh. Syafaat S Kuba, S.T., M.T., IPM. Sebagai Dekan Fakultas

Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

3. Ibu Ir. Rahmania, S.T., M.T., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak. DR. Ir. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng, selaku Pembimbing II dan Bapak Rizal A Duyo, ST, MT, selaku Pembimbing I, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
5. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutam dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
7. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2018 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat Aamiin.

Makassar, Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PENGESAHAN.....	iv
ABTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Metode Pembahasan	3
BAB II LTNJAUAN PUSTAKA	
2.1 Motor Listrik Arus Bolak Balik (AC)	4
2.2 Starting Motor-Motor Listrik	12
2.3 Pompa	16

2.4 Pengaman Peralatan	20
2.5 Kemampuan Hantar Artis (KHA)	36
2.6 Panel	37
2.7 Komponen-Komponen Kontrol	40
2.8 Trafo Arus	47
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	48
3.2 Prosedur Penelitian	48
3.3 Metode Penelitian	50
3.4 Gambar Wiring Penentuan Luas Penampang	51
3.5 Kapasitas Pengaman.....	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Penentuan Daya Motor	52
4.2 Penentuan Luas Penampang	55
4.3 Luas Penampang Penghantar Rangkaian Akibat Untuk satu Motor.....	52
BAB IV PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran-Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Konstruksi motor sinkron	7
2.2 Kerangka dan inti stator motor sinkron	8
2.3 Bentuk alur (slot) jangkar pada stator mesin Sinkron.	8
2.4 Penampang rotor untuk jenis kutub menonjol dengan belitan peredam	9
2.5 Penampang rotor untuk jenis kutub silinder	10
2.6 Rangkaian motor induksi dengan rotor belitan dan tahanan luar	12
2.7 Rangkaian motor induksi rotor sangkar yang dihubungkan saklar bintang-segitiga	13
2.8 Rangkaian starting cara DOL	14
2.9 Rangkaian starting dengan rotor resistance	15
2.10 Rangkaian starting tahanan primer	15
2.11 Rangkaian daya starting Bintang Segitiga	16
2.12 Diagram rangkaian kontrol starting Bintang Segitiga	17
2.13 Pompa sentrifugal	18
2.14 Pompa aksial.	22
2.15 Pompa roda gigi	21
2.16 Pompa turbin	22
2.17 Rumah Sekring	23
2.18 Tudung Sekring	24

2.19	Pengepas dan patron lebur	26
2.20	Konstruksi MCB	27
2.21	Simbol TOR dalam pengawatan	32
2.22	TOR dengan beban motor	32
2.23	Bentuk fisik TOR yang dikombinasikan dengan sebuah kontaktor	33
2.24	Rangkaian pengaman dengan tegangan ekstra rendah	37
2.25	Simbol diagram kerja kontaktor	45
2.26	Simbol on delay dan off delay	46
2.27	Simbol saklar tekan NO dan diagram pengawatan	48
2.28	Simbol saklar tekan NC.....	48
2.29	Saklar pilih (selektor)	49
2.30	Rangkaian trafo arus	51

DAFTAR TABEL

Halaman

2.1 Nilai nominal atau setelan tertinggi gawai pengaman sirkit motor terhadap hubung pendek	30
2.2 Pengaruh arus listrik pada badan manusia	34



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Salah satu sistem untuk satu teknologi yaitu adanya untuk keperluan instalasi pembangunan mulai desa proses siklus air pada tidak langsung perusahaan Energi listrik perusahaan berkembang lebih cepat dengan air yang baru tetapi di proses kembali kemajuan teknologi kolam renang kotor bentuk renang adanya dan kemajuan sarana pada dari kolam ataupun rumah tangga renang energi listrik ini sangat diperlukan sehingga teknologi dan perkotaan sampai ke pelosok yang dapat kita melalui oleh., pabrik, sistem dibuang untuk diganti dimana proses ini, air pembersihan untuk sekarang ini, banyak industri-industri dalam kemajuan menyaring kotoran-kotorannya nikmati kolam suatu diperlukan penerangan dan instalasi daya.

Berkembangnya ilmu namun pengetahuan di berbagai, khususnya. Setelah air ini bersih teknologi mendorong kemudian air ini dapat digunakan dalam untuk instalasi energi listrik untuk berbagai keperluan, seperti Pemanfaatan daya, irigasi jangka waktu yang lebih lima olahraga dan sebagainya Oleh karena itu, energi dimasukkan kembali ke kolam bidang olahraga, renang. sehingga listrik ini harus penerangan,dimanfaatkan sebaik-baiknya.Hal-hal inilah yang bidang, pertambangan melatarbelakangi penulis untuk pertanian, sarana, dalam mengambil judul tugas akhir, Penentuan dan majunya usaha Luas Penampang

Penghantar Rangkaian Motor Terhadap Kontrol Proses Sirkulasi Air Pada Kolam Renang

1.2. Rumusan Masalah

Dalam merumusan permasalahan untuk menuliskan tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana menentukan luas penampang menghantar terhadap kontrol dari motor-motor listrik.
2. Bagaimana penentuan rangkaian motor terhadap kontrol dari motor-motor listrik
3. Bagaimana control pada poroses sirkulasi air pada kolam renang

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan yang aka didapatkan pada penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk menentukan luas penampang penghantar terhadap mengenai kontrol dari motor-motor listrik.
2. Untuk menentukan rangkaian motor terhadap kontrol dari motor-motor listrik
3. Menghasilkan control pada proses sirkulasi air pad kolam renang

1.4. Batasan Masalah

Terhadap pembatasan permasalahan untuk penulisan ini dibatasi pada masalah :

1. Menentukan luas Kolam penampang motor-motor penghantar terhadap Renang mengenai kontrol dari listrik pada Lewaja
2. Menghitung daya motor yang diperlukan sebagai tenaga penggerak untuk proses siklus air pada kolam renang Lewaja.

3. Siklus kontrol Khususnya dalam hal kontrol siklus air pada kolam renang Lewaja.

1.5. Manfaat Penulisan

Untuk manfaat dalam menuliskan terhadap takhir penulisan dibawah ini :

1. Menerapkan hal pada kolam yang masalah kontrol motor-motor listrik renang berkaitan dengan lewaja.
2. Prinsip kolam renang lewaja kerja kontrol untuk mengetahui siklus air pada.
3. Merancang rangkaian proses siklus dapat kontrol air pada kolam mengetahui dan renang Lewaja.

1.6. Metode Pembahasan

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa metode pembahasan, yaitu:

a. Metode Observasi

Metode ini digunakan untuk mengambil data-data yang diperlukan melalui peninjauan langsung ke lokasi

b. Metode Literatur.

Metode ini digunakan untuk mencari dan menyajikan teori-teori ilmiah dari berbagai buku yang ada hubungannya dengan masalah yang akan dibahas.

c. Metode Diskusi

Metode ini merupakan cara untuk mendapatkan informasi ilmiah secara lisan maupun dengan cara konsultasi dan tanggung jawab kepada orang yang lebih memahami sehubungan dengan masalah yang akan dibahas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Listrik Arus Bolak Balik(AC)

2.1.1 Motor Sinkron

Motor sinkron disebut juga motor serempak, motor ini dipergunakan untuk memutar atau menggerakkan mesin-mesin produksi di pabrik atau industri yang menghendaki putaran tetap. Pada motor sinkron terdapat dua sumber pembangkit fluks yaitu arus bolak balik (AC) pada stator dan arus searah (DC) pada rotor. Bila arus medan pada rotor' cukup untuk membangkitkan fluks yang diperlukan motor maka stator tidak perlu memberikan arus pemagnetan atau daya reaktif dan motor bekerja pada faktor kerja sama dengan 1. Kalau arus medan pada rotor kurang atau penguat berkurang, stator akan menarik arus pemagnetan dari jala-jala, sehingga motor bekerja pada faktor kerja terbelakang. Sebaliknya bila arus medan pada rotor lebih atau penguat berlebih maka kelebihan fluks ini harus diimbangi, dan stator akan menarik arus yang bersifat kapasitif dari jala-jala mengakibatkan motor bekerja pada faktor kerja terdahulu, Dengan demikian jelas bahwa faktor kerja motor sinkron dapat diatur dengan pengaturan harga arus medan (I_f).

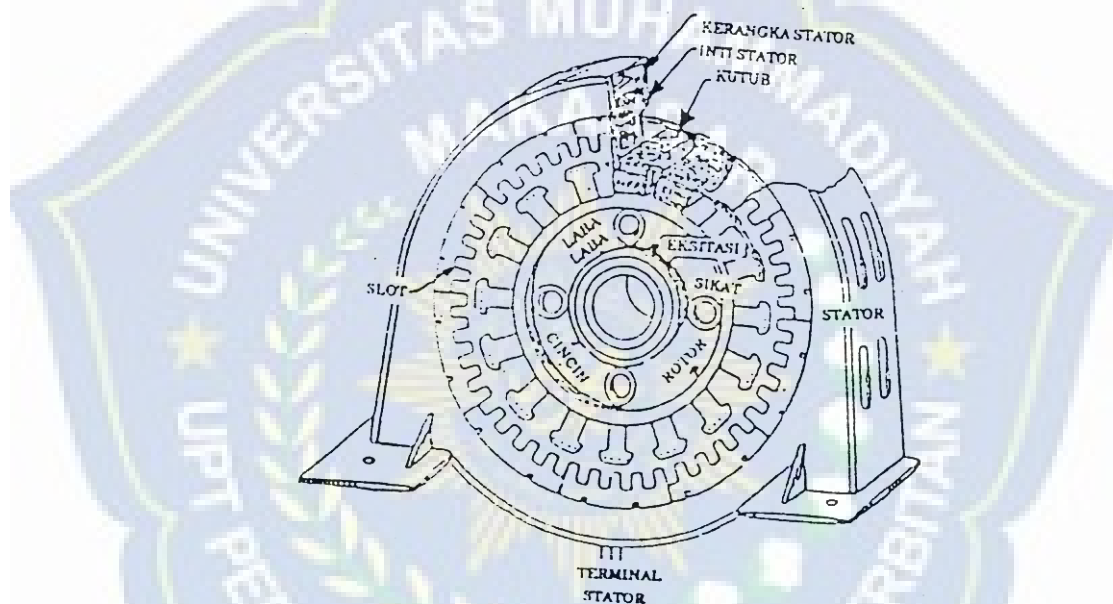
2.1.1.1 Prinsip kerja motor sinkron.

Prinsip kerja motor sinkron karena adanya interaksi dua medan sehingga torsi memutar rotor, Apabila kumparan jangkar yang ada di stator diberi sumber tegangan tiga fase dari jala-jala maka dari kumparan tersebut timbul medan putar seperti pada motor induksi Kumparan medan yang ada di rotor diberi arus searah,

maka pada permukaan kutub timbul medan magnet yang arahnya dari kutub utara ke kutub selatan.

Interaksi antara medan putar pada kumparan jangkar yang ada di stator serta medan magnet antara kutub utara dan selatan yang ada di rotor, menyebabkan gaya yang berpasangan dan akan membangkitkan torsi. Torsi ini akan memutar rotor dengan kecepatan yang sama/sinkron dengan perputaran medan putar stator.

2.1.1.2 Konstruksi motor sinkron.



Gambar 2.1. Konstruksi Motor Sinkron

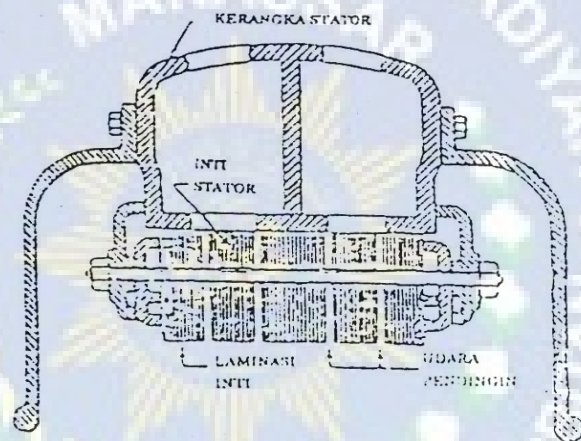
Konstruksi motor sinkron terdiri dari:

1. Stator adalah bagian dari motor yang diam dan berbentuk silinder.
2. Rotor adalah bagian motor yang berputar yang juga berbentuk silinder.
3. Celah udara adalah ruangan antara stator dan rotor.

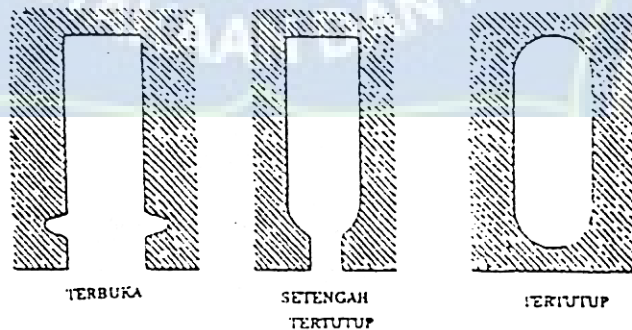
2.1.1.2.1 Konstruksi Stator

Konstruksi stator terdiri dari:

1. Kerangka atau gandar dari besi tuang untuk menyangga inti jangkar.
2. Inti jangkar dari besi lunak/baja silikon.
3. Alur/parit/slot dan gigi tempat meletakkan belitan (kumparan), bentuk alir ada yang terbuka, setengah tertutup dan tertutup.
4. Belitan jangkar terbuat dari tembaga yang diletakkan pada alur.



Gambar 2.2 Kerangka dan inti stator motor sinkron



Gambar 2.3 Bentuk slur (slot) jangkar pada stator mesin sinkron

2.1.1.2.2 Konstruksi rotor

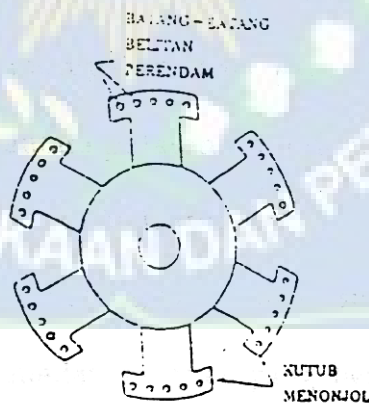
Konstruksi rotor terdiri dari dua jenis, yaitu:

1. Jenis kutub menonjol (salient pole) untuk motor dengan kecepatan rendah dan sedang.

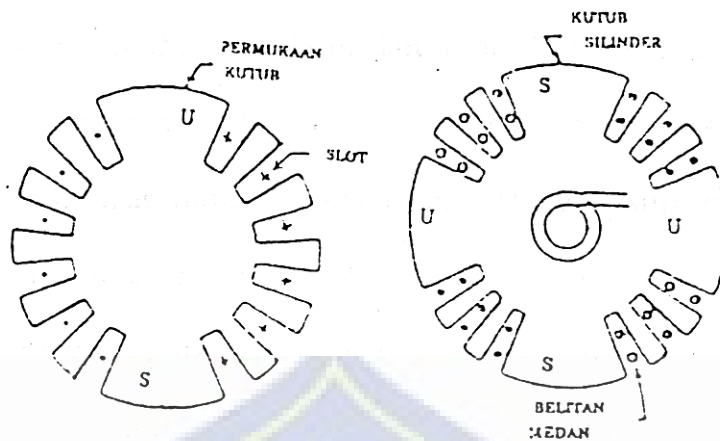
Kutub menonjol terdiri dari inti kutub, badan kutub dan sepatu kutub. Belitan medan dililitkan pada badan kutub, pada sepatu kutub juga dipasang belitan peredam (demper winding). Belitan kutub dari tembaga, badan kutub dan sepatu kutub dari besi lunak.

2. Jenis kutub silinder untuk motor dengan kecepatan tinggi, terdiri dari alur-alur yang dipasang kumparan medan juga ada gigi-gigi. Alur dan gigi tersebut terbagi atas pasangan-pasangan kutub.

Kumparan kutub dari kedua macam kutub tersebut dihubungkan dengan geser untuk memberikan tegangan arus searah sebagai penguat medan. Tegangan arus searah tersebut dari sumbernya dilakukan melalui sikat baru diberikan ke cincin geser.



Gambar 2.4 Penampang rotor untuk jenis kutub menonjol dengan belitan peredam.



Gambar 2.5 Penampang rotor untuk jenis kutub silinder.

2.1.2 Motor Asinkron

Motor Asinkron disebut juga motor induksi. Motor induksi ini merupakan motor arus bolak-balik (AC) yang paling luas penggunaannya. Misalnya digunakan di pabrik, industri dan peralatan-peralatan rumah tangga sebagai penggerak atau penghasil tenaga mekanis. Penamaanya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (rotating magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator.

Belitan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan tiga fasa akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron. Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus; dan sesuai dengan hukum Lenz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor disebut slip. Bertambahnya beban, akan memperbesar kopel motor dan oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga slip

antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi, bila beban motor bertambah maka putaran rotor cenderung menurun.

Perputaran motor pada mesin arus bolak-balik ditimbulkan oleh adanya medan putar.

Medan putar atau fluks yang berputar ini dihasilkan dari kumparan statornya. Medan putar ini terjadi apabila kumparan stator dihubungkan dalam fasa banyak, umumnya fasa tiga. Hubungan dapat berupa hubungan bintang atau delta.

2.1.2.1 Prinsip kerja motor asinkron.

Prinsip kerja motor asinkron tiga fase berdasarkan induksi elektromagnetis, yaitu bila belitan/kumparan stator diberi sumber tegangan bolak-balik 3 fasa maka arus akan mengalir pada kumparan tersebut, menimbulkan medan putar (garis-garis gaya fluks) yang berputar dengan kecepatan sinkron dan akan mengikuti persamaan:

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P} \text{ rpm}$$

Dimana : N_s = Kecepatan putar dari medan putar stator dalam rpm.

f = Frekuensi arus dan tegangan stator.

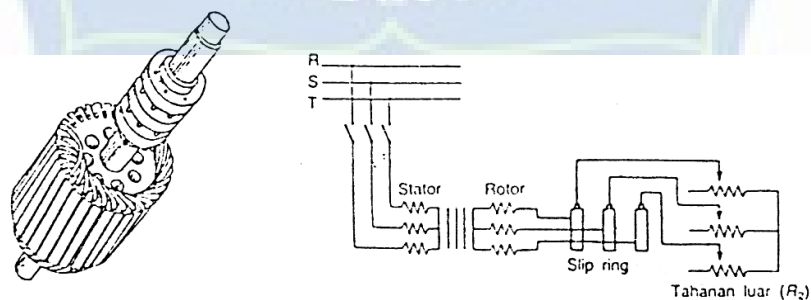
P = Banyaknya kutub.

Garis-garis gaya fluks stator tersebut yang berputar akan memotong penghantar-penghantar rotor sehingga pada penghantar-penghantar tersebut timbul EMF (Elektro Motoris Force) atau GGL (Gerak gals Listrik) atau tegangan induksi.

Berhubung kumparan rotor merupakan rangkaian yang tertutup pada kumparan tersebut mengalir arus. Arus yang mengalir pada penghantar rotor yang berada dalam medan magnet berputar dari stator, maka pada penghantar rotor tersebut timbul gaya-gaya yang berpasangan dan berlawanan arah, gaya tersebut menimbulkan torsi yang cenderung memutar rotornya, rotor akan berputar dengan kecepatan putar (N_f) mengikuti putaran medan putar stator.

2.1.2.2 Motor induksi dengan rotor belitan.

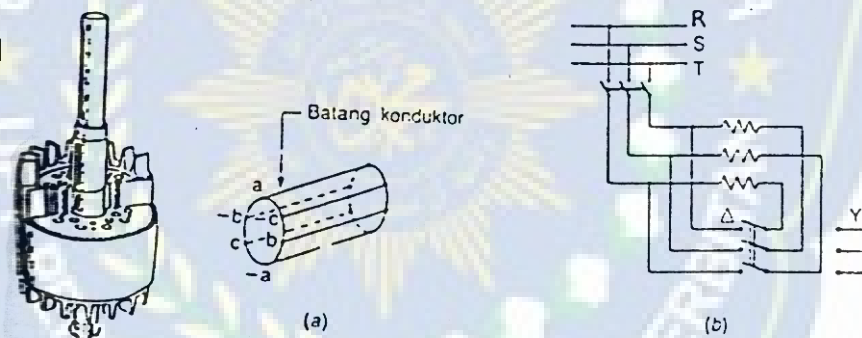
Motor jenis ini mempunyai rotor dengan belitan kumparan tiga fasa sama seperti kumparan stator, Kumparan stator dan rotor juga mempunyai jumlah kutub yang sama. Penambahan tahanan luar sampai harga tertentu, dalam membuat kopel mula mencapai harga kopel maksimumnya. Kopel mula yang membesar memang diperlukan pada waktu start Motor induksi dengan rotor belitan memungkinkan penambahan (pengaturan) tahanan luar. Tahanan luar yang dapat diatur ini dihubungkan ke rotor melalui cincin 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 2.6 Rangkaian motor induksi dengan rotor belitan dan dari tahanan luar.

2.1.2.3 Motor induksi dengan rotor sangkar.

Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri atas beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa sehingga menyerupai sangkar tupai (lihat Gambar 2.7a). Konstruksi rotor ini sangat sederhana bila dibandingkan dengan rotor mesin listrik lainnya. Dengan demikian harganya pun murah. Karena konstruksinya yang demikian, maka padanya tidak mungkin diberikan pengaturan tahanan luar seperti pada motor induksi dengan rotor belitan. Untuk membatasi arus mula yang besar, tegangan sumber harus dikurangi dan biasanya digunakan ototransformator atau saklar bintang-segitiga. (lihat gambar 2.7b). Tetapi berkurangnya arus akan berakibat berkurangnya kopel mula. Rotor jenis sangkar ganda dapat digunakan untuk mengatasi berkurangnya kopel mula.



Gambar 2.7 Rangkaian motor induksi rotor sangkar yang dihubungkan saklar Bintang segitiga

2.2 Starting Motor-Motor Listrik

2.2.1 Pengertian starting motor.

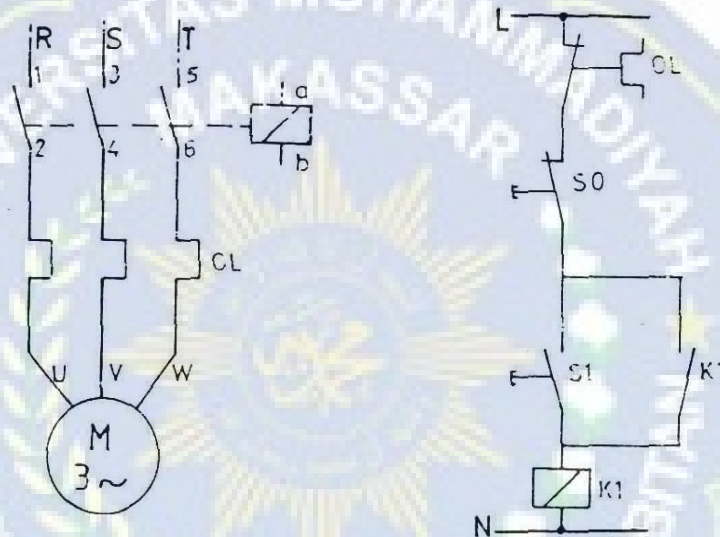
Starting adalah suatu proses yang mengakibatkan motor beroperasi keadaan diam hingga berputar pada kecepatan kerja.

2.2.2 Jenis-jenis starting motor.

2.2.2.1 Parting dengan cara DOL.

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

Pada saat starting arus mulanya sangat besar, begitu juga dengan mulanya. Cara ini biasanya hanya digunakan untuk motor-motor dengan daya yang kecil. Starting dengan cara DOL umumnya dilengkapi oleh Thermal Overload Relay (TOR).



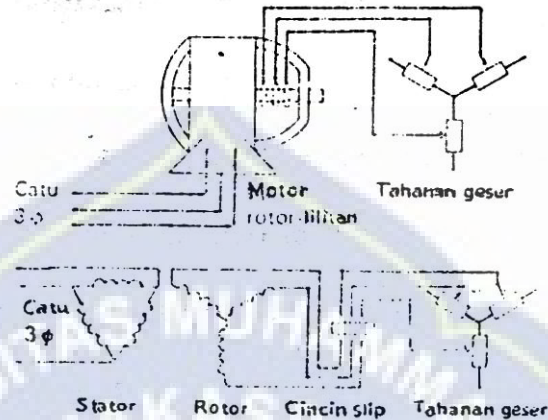
Gambar 2.8 Rangkaian starting cara DOL

2.2.2.2 Starting dengan rotor resistance

Starting dengan cara ini tegangan jala-jala dimasukkan pada stator, bila tahanan yang sesuai telah dihubungkan pada setiap fasa dari kumparan rotor.

Tahanan dikurangi secara bertahap sampai kumparan rotor terhubung singkat, sehingga motor jalan seperti motor dengan rotor sangkar.

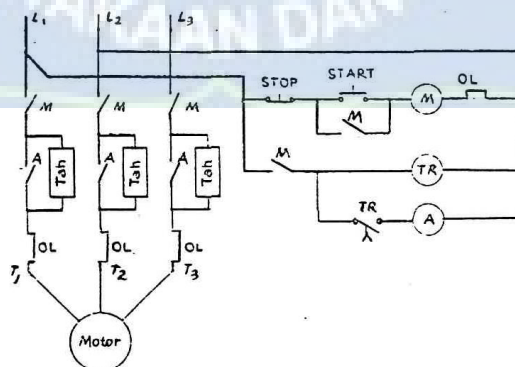
Penambahan tahanan pada belitan rotor ini menurunkan arus rotor, juga arus stator dan tentunya menambah tahanan rotor karena dipasang seri dengan belitan/kumparan rotor.



Gambar 2.9 Rangkaian starting dengan rotor resistance.

2.2.2.3 Starting dengan tahanan primer.

Tegangan yang diturunkan diperoleh melalui starting dengan tahanan primer, dengan menggunakan tahanan seri yang dihubungkan seri dengan setiap kawat stator selama periode start. Penurunan tegangan dalam tahanan menghasilkan tegangan yang diturunkan ke saluran melalui tahanan, kontrol pemercepat menutup yang menghubungkan singkatkan tahanan start dan memberikan tegangan sepenuhnya pada motor.



Gambar 2.10 Rangkaian starting tahanan primer

2.2.2.4 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 putaran yang konstan atau tetap.

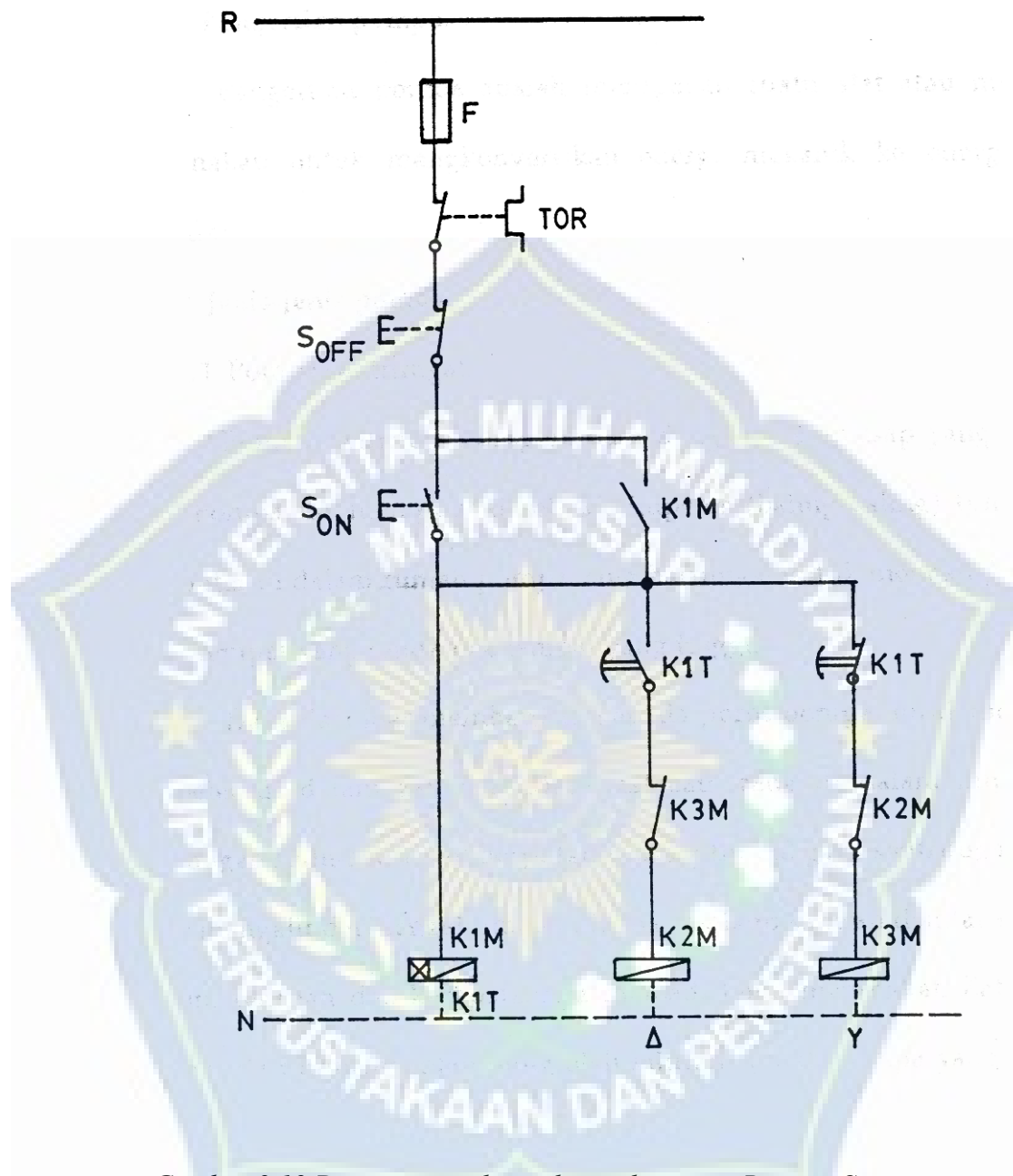
Pada umumnya alat start ini dilengkapi dengan kontaktor untuk memindahkan hubungan dari bintang ke segitiga melalui sebuah timer.

Kedua ujung setiap fasa dari lilitan motor harus dikeluarkan ke starting sehingga pensaklaran dapat dilakukan. Starting ini sering digunakan untuk menstart motor yang menggerakkan beban yang mempunyai waktu percepatan yang lama.

Starting dengan cara bintang-segitiga bertujuan agar MCB tidak jatuh. Oleh karena itu cara ini dilengkapi dengan pengaman beban lebih yaitu Thermal Overload Relay (TOR).



Gambar 2.11 Rangkaian daya starting Bintang Segitiga.



Gambar 2.12 Diagram rangkaian kontrol starting Bintang Segitiga

2.3 Pompa,

2.3.1 Pengertian pompa.

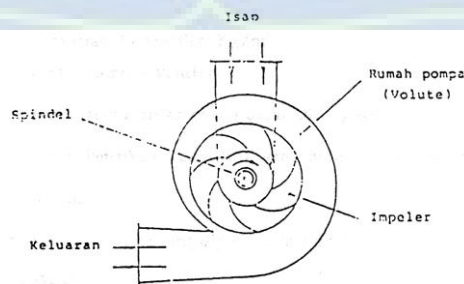
Pengertian pompa adalah merupakan suatu alat atau mesin yang digunakan untuk mengkonversikan energi mekanik ke energi zat alir (fluida).

2.3.2 Jenis-jenis pompa.

2.3.2.1 Pompa sentrifugal

Pompa sentrifugal dioperasikan dengan bagian isap yang tergenang air. Pompa ini mempunyai sebuah impeler (baling-baling) tunggal yang berputar di dalam rumah pompa yang berfungsi untuk mengangkat zat cair dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi

Daya dari luar memberikan kepada poros pompa untuk memutar impeler di dalam zat cair. Maka zat cair yang di dalam impeler, oleh dorongan sudut-sudut ikut berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeler keluar melalui saluran diantar sudut-sudut. Disini tekanan dan kecepatannya menjadi lebih meningkat. Zat cair yang keluar dari impeler ditampung oleh saluran rumah pompa yang berbentuk volut (spiral) disekeliling impeler dan disalurkan keluar pompa melalui keluaran (nosel). Di dalam nosel ini sebagian kecepatan aliran diubah menjadi tekanan.



Gambar 2, 13 Pompa sentrifugal

Pompa sentrifugal mampu memindahkan volume cairan yang besar tanpa tergantung pada katup atau ruang antar yang halus dan pompa ini dapat bekerja pada katup keluaran tertutup tanpa peningkatan tekanan yang lebih tinggi. Kerugian pompa sentrifugal, ialah;

- Tekanan keluaran terbatas,
- Tidak mampu priming sendiri

Masalah ini dapat diatasi dengan membuat pompa dengan tingkat banyak pada poros yang sama dan pemasangan alat yang dapat membantu priming sendiri. Daya dari pompa sentrifugal yang dapat digunakan dan dipindahkan ke fluida, dapat dihitung dengan rumus :

$$P_v = p \cdot g \cdot R \cdot Q$$

Dimana :

P = kerapatan fluida dalam Kg/m^3 .

(untuk cairan = konstan).

g = Percepatan Gravitasi di atas bumi $9,81 \text{ m/det}^2$.

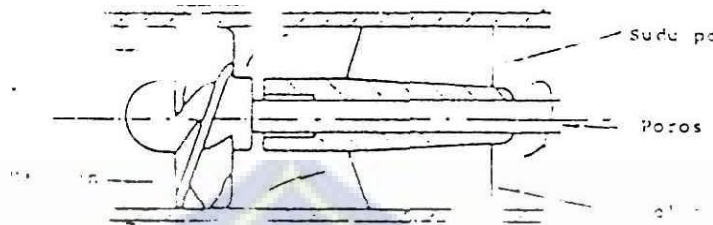
H = Tinggi kenaikan dalam (m), yang harus ditentukan terlebih dahulu

Q = Kapasitas fluida yang dipompa dalam m^3/detik .

2.3.2.2 Pompa aksial

Pompa aksial mempunyai baling-baling gerak (pitch propeler) yang berputar di suatu rumah pompa dengan ruang antara (clearance) yang cukup halus antara baling-baling (propeler) dan rumah pompa. Cairan masuk propeler pada arah aksial, melalui suatu cincin masukan sudu pengarah yang tetap. Pada waktu cairan melewati propeler, sudu-sudu memutar cairan, sudu pengarah luar akan

mengubah cairan memasuki pipa keluaran. Propeler (baling-baling) pompa ini terpasang pada poros yang diperpanjang yang berputar pada suatu bantalan.

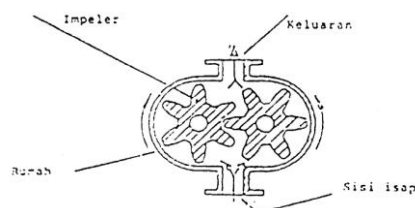


Gambar2.14 Pompa aksial.

Pompa aksial sangat cocok digunakan untuk kondisi laju aliran yang besar pada tinggi tekanan yang rendah, seperti untuk pembuangan air, irigasi dan sebagainya. Makin tinggi kecepatan kerja, makin kecil dan murah pompa atau motor penggerak yang diperlukan.

2.3.2.3 Pompa roda gigi

Pompa roda gigi yang digunakan sebagai dua roda gigi yang terletak dalam satu pompa rumah. Roda gigi berputar dengan jarak antar yang sangat kecil baik antar roda gigi dan rumah pompa mengakibatkan air yang masuk bagian isap akan terjebak di ruang antara gigi dan rumah pompa. Air akan tertekan sesuai putaran pompa dan terlempar keluar pompa. Tekanan yang tinggi dapat diperoleh dari pompa ini. Untuk keamanan pompa dan sistem instalasinya, biasanya dilengkapi dengan katup pengaman untuk tinggi tekanan tertentu.



Gambar 2.15 Pompa roda gigi

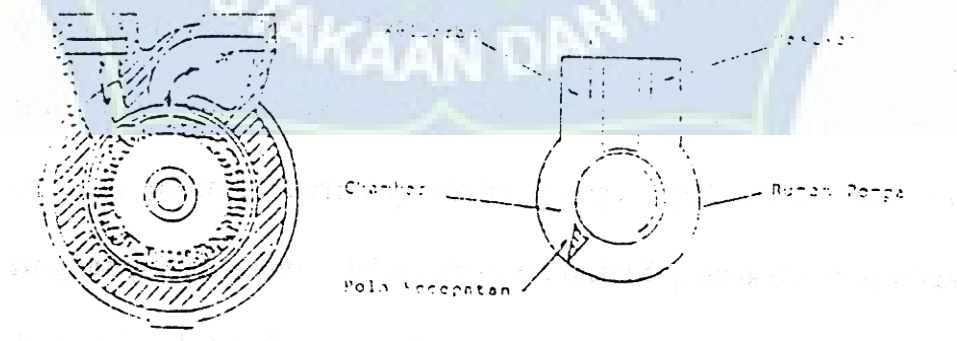
Keuntungan pompa jenis roda gigi ini yaitu tidak diperlukan katup pada bagian isap maupun keluaran. Pompa ini mampu memompa udara, gas atau cairan tanpa merusak pompa dan tak diperlukan priming. Tekanan tinggi dimungkinkan meskipun laju alirannya terbatas.

Kerugian dari pompa roda gigi ini adalah dibutuhkan jarak yang begitu dekat antar ujung rotor dengan rumah pompa.

2.3.2.4 Pompa turbin.

Pompa turbin dikenal juga sebagai pompa regeneratif atau pompa periperal dengan sudu-sudu impeler lurus terletak di dalam rumah pompa. Pompa ini tak mampu priming sendiri dan dioperasikan dengan bagian sisi isap yang tergenang air.

Jika rotor berputar maka cairan terbawa mengelilingi ruang pada kecepatan dari nol pada permukaan rumah pompa sampai kecepatan maksimum pada permukaan rotor. Jika cairan tak begitu kental tak akan ada keluaran. Oleh karena itu, pompa turbin dikelompokkan sebagai pompa cairan kental (pompa viskositas).



Gambar 2.16 Pompa turbin

2.4 Pengaman Peralatan

2.4.1 Pengaman peralatan dari hubung singkat dan beban penuh

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

Arus hubung singkat dapat terjadi disebabkan adanya hubung singkat antara fasa dengan netral, antara fasa dengan fasa dan antara fasa dengan body peralatan, sehingga arus akan mengalir melampaui batas arus nominal dari suatu sistem. Sedangkan arus beban lebih dapat terjadi karena adanya beban lebih yang diberikan sangat besar melampaui batas maksimum yang diperkenankan dari suatu mesin listrik (motor).

Untuk mencegah hal tersebut diatas maka perlu dipasang suatu alat pengaman atau proteksi terhadap akibat yang dapat terjadi dari arus hubung singkat dan arus beban lebih. Proteksi terhadap arus hubung singkat pada suatu instalasi listrik biasanya digunakan fuse dan circuit breaker.

2.4.1.1 Proteksi dengan fuse.

Proteksi dengan fuse (sekring) dimaksudkan untuk mengamankan peralatan dari arus hubung singkat dan juga sebagai pembatas arus. Fuse akan memutuskan rangkaian dan mengamankan peralatan dari jala-jala bila arus yang mengalir ke

rangkaian melampaui batas maksimum yang diperkenankan terhadap rangkaian yang di amankan.

Sebuah pengaman model fuse (sekring) terdiri dari beberapa bagian yaitu rumah sekring, tudung sekring, patron lebur dan pengepas patron.

2.4.1.1.1 Rumah Sekring.

Pada gambar di bawah ini memperlihatkan sebuah rumah sekring untuk pemasangan pengaman lebur di dalam kotak. Jenis ini dilengkapi dengan terminal netral atau terminal nol



Gambar 2.17 Rumah sekring

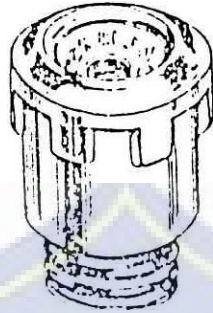
Di dalam rumah. sekring ini terdapat pengepas patron yang berfungsi untuk mengepaskan patron lebur pada saat dipasang bersama dengan tudung sekring.

2.4.1.1.2 Tudung Sekring.

Tudung sekring memiliki sebuah bumbung berulir jenis E 33, E 27 atau E 16. Tudung sekring juga memiliki sebuah jendela kaca kecil

Kaca ini dapat dilepas untuk keperluan pengukuran, Setelah pengukuran selesai kacanya harus dipasang kembali. Sebab kaca ini dimaksudkan untuk menutupi patron leburnya yang bertegangan. Selain itu, apabila patronnya tidak diberi tutup

kaca kemudian terjadi hubung singkat maka dapat menimbulkan bunga api yang menjilat keluar.



Gambar 2.18 Tudung sekring

Diameter luar dari bumbung berulir jenis E 33, E 27 dan E 16 masing-masing sama dengan 33, 27 dan 16 mm. Tudung sekring dengan ulir jenis-jenis tersebut masing-masing disebut jenis K III, KII dan K I.

Tudung sekring jenis K HI digunakan untuk patron dari 25 A sampai dengan 63 A. Jenis K II digunakan untuk patron 2 A sampai dengan 25 A, Jenis KI juga digunakan untuk patron 2 A sampai 25 A tetapi jarang dipakai

2.4.1.1.3 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.

2.4.1.1.4 Patron Lebur.

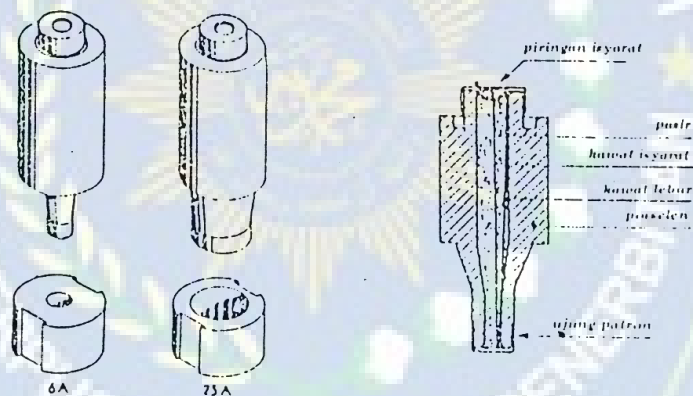
Patron lebur memiliki kawat lebur dari perak dengan campuran beberapa logam lain, antara lain timbel, seng dan tembaga. Untuk kawat lebur digunakan perak karena logam ini hampir tidak mengoksidasi dan daya hantarnya tinggi. Jadi

diameter kawat leburnya bisa sekecil mungkin, sehingga kalau kawatnya menjadi lebur, tidak akan timbul banyak uap. Dengan demikian kemungkinan untuk terjadinya ledakan juga lebih kecil.

Selain kawat lebur, dalam patron juga terdapat kawat isyarat dari kawat tahanan.

Kawat isyarat ini dihubungkan kawat paralel dengan kawat lebur. Karena tahananannya besar, maka arus yang mengalir dalam kawat isyarat hanya kecil. Pada ujung kawat isyarat terdapat sebuah piringan kecil berwarna yang berfungsi sebagai isyarat. Piringan isyarat ini menekan sebuah pegas kecil.

Kalau kawat leburnya putus karena arus yang terlalu besar, kawat isyaratnya segera putus. Karena itu piringan isyaratnya akan lepas sehingga dapat diketahui bahwa kawat leburnya telah putus.



Gambar 2.19 Pengepas dan patron lebur,

Dalam patron lebur juga terdapat pasir. Pasir ini dimaksudkan untuk memadamkan laju yang timbul kalau kawat leburnya putus. Dan juga untuk meningkatkan penyaluran panasnya.

Diameter luar dari ujung patron lebur berbeda-beda tergantung pada arus nominalnya, makin besar ujung diameter ujung patronnya. Karena itu sebuah

patron hanya dapat digunakan untuk pengepas patron yang arus nominalnya sama (warna kodenya sama) atau yang arus nominalnya lebih tinggi tetapi tidak sebaliknya.

Warna kode yang digunakan untuk menandai patron lebur dan pengepas patron, berasal dari warna-warna perangko Jerman, yaitu sebagai berikut:

2 A : merah muda

4 A : coklat

6 A : hijau

10 A : merah

16 A : kelabu

20 A : biru

25 A : Kuning

35 A : hitam

50 A : putih

65 A : warna tembaga

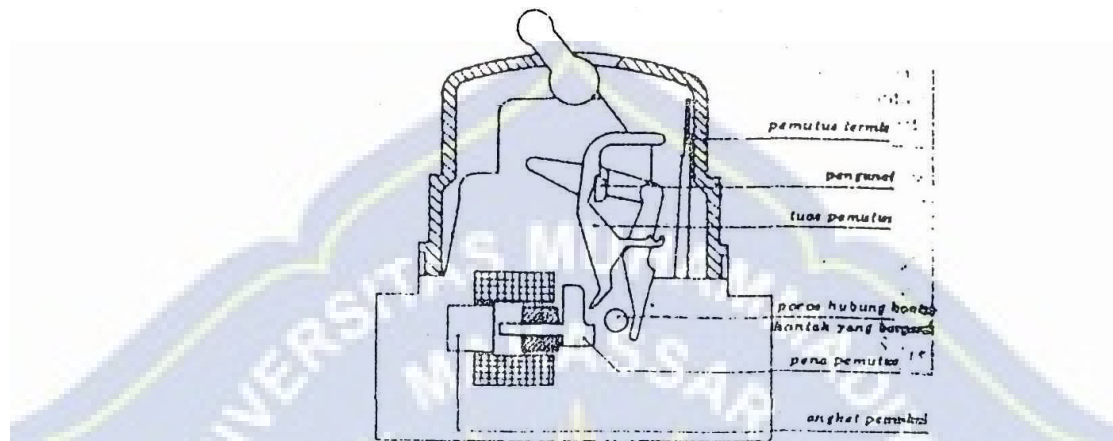
Proteksi dengan fuse mempunyai beberapa keuntungan dan kelebihan yaitu karena lebih ekonomis sebab harganya yang murah dan mudah untuk di dapatkan di toko-toko listrik. Sedangkan kekurangan-kekurangan dengan menggunakan proteksi fuse, yaitu:

- a. Hanya dapat memutuskan rangkaian yang diamankannya dalam kondisi abnormal
- b. Hanya dapat dipergunakan dalam satu kali terjadi gangguan.
- c. Tidak dapat memutuskan rangkaian tiga fasa sekaligus.

- d. Tidak dapat di setting kapasitas arus pemutusannya.

2.4.1.2 Proteksi dengan MCB dan MCCB.

Miniature Circuit Breaker (MCB) berfungsi sebagai pengaman hubung singkat dan juga sebagai pembatas arus.



Gambar 2.20 Konstruksi MCB

Konstruksi dari MCB yaitu didalamnya terpasang suatu saklar dan bahan yang sifatnya memuai pada suhu tertentu (logam bimetal) sehingga pada saat terjadinya hubung singkat akan menyebabkan arus listrik yang sangat besar dan akibatnya logam bimetal tersebut suhunya bertambah akibat panas yang ditimbulkan oleh arus listrik dan kontak dari logam bimetal terlepas karena memuai sehingga arus terputus. Oleh karena itu, ini sangat tepat dipasang pada setiap rangkaian akhir dari instalasi listrik.

MCB ini kebanyakan dipasang pada panel-panel penerangan maupun panel daya. MCB ini dirancang dalam berbagai tingkat rating arus terhadap rangkaian beban yang dioperasikan, misalnya 2A, 4A, 6A, 10A, 20A maupun 35 A.

Moulded Case Circuit Breaker (MCCB) juga digunakan sebagai pengaman rangkaian apabila terjadi hubung singkat maupun adanya beban

lebih. MCCB biasanya digunakan sebagai pengaman pada motor-motor listrik Karena mempunyai kapasitas arus pemutus yang lebih besar. kelebihan dari MCCB ini yaitu kapasitas arus pemutusnya dapat di setting. Sistem proteksi dengan MCB dan MCCB mempunyai keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

- a. Dapat memutuskan rangkaian tiga fasa sekaligus dalam keadaan abnormal maupun dalam keadaan normal dengan jala-jala.
- b. Dapat digunakan berulang-ulang sepanjang MCB dan MCCB tidak rusak.
- c. Untuk saluran tiga fasa cukup menggunakan satu MCB maupun MCCB tiga fasa.
- d. MCCB dapat di setting kapasitas arus pemutusnya sesuai dengan yang diinginkan,

Sedangkan kelemahan dari kedua alat pengaman tersebut yaitu harganya mahal bila dibandingkan dengan fasa dalam kapasitas arus yang sama.

Ketentuan-ketentuan penggunaan MCB dan MCCB untuk proteksi hubung singkat motor-motor listrik, menurut ketentuan berdasarkan PUIL .987, pasal 520, adalah:

E.2.1. Nilai nominal atau setelan alat pengaman arus hubung singkat harus dipilih sehingga motor dapat diasut, sedangkan penghantar rangkaian akhir, alat kendali dan motor, tetap diamankan terhadap arus hubung singkat

E.2.2. Untuk rangkaian akhir yang menyuplai motor tunggal, nilai nominal atau setelan alat pengaman arus hubung singkat tidak boleh melebihi nilai yang bersangkutan tabel 2.1.

E.2.3. Untuk rangkaian akhir yang menyuplai beberapa motor, nilai nominal atau setelan alat pengaman hubung singkat tidak boleh melebihi nilai terbesar hitungan menurut tabel 2.1 untuk masing-masing motor, ditambah dengan jumlah arus beban penuh motor lain dalam rangkaian akhir itu.

Tabel 2.1
Nilai nominal atau setelan tertinggi gawai
pengaman sirkit motor terhadap hubung pendek

Jenis motor	Prosentase arus beban penuh	
	Pemutus Daya	Pengaman Lebur
Motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan bintang segitiga, langsung pada jaringan, dengan reaktor atau resistor, dan motor fase satu	250	400
Motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan autotransformator, atau motor sangkar reaktans tinggi.	200	400
Motor rotor lilit atau arus searah	150	400

F.I Suatu sirkit cabang yang menyuplai beberapa motor dan terdiri atas penghantar sirkit akhir yang menyuplai dua motor atau lebih, tidak boleh mempunyai KHA kurang dari jumlah arus beban penuh semua motor itu ditambah 10% dari arus beban penuh motor yang terbesar dalam kelompok tersebut Yang dianggap motor terbesar yaitu yang mempunyai arus beban penuh tertinggi, hams

dilengkapi dengan pengaman arus lebih yang tidak melebihi nilai nominal atau setelan gawai pengaman sirkit akhir motor yang tertinggi berdasarkan sub ayat 520 E.2.3. ditambah dengan jumlah arus beban penuh semua motor lain yang disuplai oleh sirkit tersebut

2.4.1.3 Proteksi dengan TOR.

Thermal Overload Relay (TOR) adalah suatu alat pengaman peralatan listrik terhadap arus beban lebih. Pengaman ini bekerja berdasarkan panas yang ditimbulkan oleh adanya arus listrik yang melebihi batas harga nominalnya.

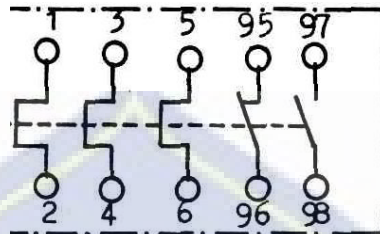
Penggunaan TUR dimaksudkan untuk melindungi motor maupun perlengkapan kendali motor, dan penghantar sirkit terhadap pemanasan berlebihan sebagai akibat adanya beban lebih atau akibat motor tak dapat diasut

Beberapa penyebab terjadinya beban lebih antara lain :

- a. Terlalu besarnya beban mekanik dari motor.
- b. Arus starting dari motor terlalu besar.
- c. Motor berhenti secara mendadak.
- d. Terjadinya hubung singkat.
- e. Terbukanya salah satu fasa untuk motor 3 fasa.

Arus yang timbul terlahir besar pada belitan motor akan menyebabkan kerusakan dan dapat menyebabkan terbakarnya belitan motor tersebut Untuk itu dapat digunakan TOR sebagai pengaman. Prinsip kerja dari TOR yaitu energi panas yang timbul akibat adanya gangguan-gangguan akan diubah menjadi energi mekanik oleh logam bimetal untuk melepaskan kontak-kontaknya, Dengan terlepasnya kontak-kontak akibat arus yang mengalir diatas harag nominalnya

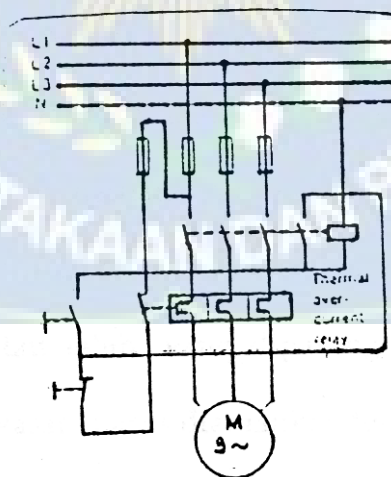
maka akan membuka (memutuskan) suatu rangkaian kelistrikan sehingga melindungi peralatan listrik dari kerusakan yang diakibatkan oleh arus lebih tersebut



Gambar 2.21 Simbol TOR dalam pengawatan.

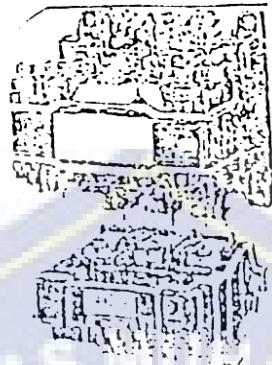
TOR mempunyai arus sentivitas yang diset sebagai suatu fungsi dari harga arus pada pemanas atau relay, dengan cara menghubungkan terminal out put dengan motor dan terminal input dihubungkan sen dengan kontaktor dan kontaktor ke rangkaian pengontrol

Bentuk hubungan apabila Thermal Overload Relay (TOR) dibuat dalam suatu rangkaian yang dibebani motor, dapat dilihat seperti di bawah ini:



Gambar 2.22 TOR dengan beban motor

Sedangkan bentuk fisik Thermal Overload Relay apabila dikombinasikan dengan sebuah kontaktor dapat dilihat di bawah ini :



Gambar 2.23 Bentuk fisik TOR yang dikombinasikan dengan sebuah kontraktor

Ketentuan-ketentuan penggunaan proteksi arus beban lebih besar dengan menggunakan Thermal Overload Relay (TOR) untuk motor listrik, menurut PUIL 1987 pasal 520 D.2 dan D.3 adalah :

D.2.1 Dalam lingkungan dengan gas, uap atau debu yang mudah meledak atau mudah terbakar, setiap motor yang dipasang tetap harus diamankan terhadap beban lebih.

D.2.2 Setiap motor fasa tiga atau motor berdaya nominal satu daya kuda atau lebih, yang dipasang tetap dan dijalankan tanpa pengawasan, harus diamankan terhadap beban lebih.

D.3 Alat pengaman beban lebih yang dimaksud dalam ayat 520 D.2 tidak boleh mempunyai nilai nominal, atau disetel pada nilai yang lebih tinggi dari yang diperlukan untuk motor pada beban penuh. Dalam pada itu waktu tunda alat pengaman beban lebih tersebut tidak boleh lebih lama dari yang diperlukan untuk memungkinkan motor diasut dan dipercepat pada beban penuh

2.4.2 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 pengetanahan yang ada di bawah hu.

Tegangan sentuh sangat berbahaya bagi keselamatan manusia dan hewan, karena dapat menimbulkan kecelakaan yang fatal.

Tabel 2.2 Pengaman arus listrik pada badan manusia.

Kuat arus mengalir melalui badan	Pengaruh pada orang / badan manusia	Waktu tahan	Tegangan pada bagian-bagian yang ditanahkan, jika tahanan pentahanannya 5.000 Ohm
0,5 mA	Terasa, mulai terasa kaget	tidak tentu	2,5 V
1 mA	terasa jelas	tidak tentu	5 V
2 mA	mulai kejang	tidak tentu	10 V
5 mA	kejang keras	tidak tentu	25 V
10 mA	Sulit untuk melepaskan pegangan	tidak tentu	50 V
15 mA	Kejang dengan rasa nyeri, tidak mungkin melepaskan pegangan	15 Sekon	75 V
20 mA	nyeri hebat	5 sekon	100 V
30 mA	nyeri yang tak tertahankan	1 sekon	150 V
40 mA	mulai tidak sadar, bahaya maut	0,2 sekon	

2.4.2.1 Pengaman terhadap sentuhan langsung

Yang dimaksud dengan sentuhan langsung adalah sentuhan pada bagian aktif perlengkapan atau instalasi listrik. Bahan aktif perlengkapan atau instalasi listrik adalah bagian konduktif yang merupakan bagian dari rangkaian listrik, yang dalam keadaan kerja normal umumnya bertegangan dan atau dialiri listrik.

Bahaya sentuh langsung dapat diatasi/ditanggulangi dengan cara :

1. Mencegah terjadinya sentuh langsung.
2. Menghindari bahaya sentuh langsung.

2.4.2.1.1 Mencegah terjadinya sentuh langsung.

Mencegah terjadinya sentuh langsung dapat dilakukan dengan cara :

1. Semua bagian aktif perlengkapan dan instalasi diberi isolasi atau konstruksi serta lokasinya diatur sedemikian rupa sehingga sentuh secara langsung tidak mungkin terjadi
2. Bagian aktif perlengkapan dan instalasi yang tidak diberi isolasi harus diberi selungkup sekat, rumah atau pelindung lain yang sejenis, dengan ketentuan pelindung harus kuat dan terpasang kokoh, jika pelindung tersebut berupa kisi atau pelat kerawang padanya tidak boleh terdapat celah atau lubang yang seluas jari uji.

2.4.2.1.2 Menghindari bahaya sentuh langsung.

Sentuh langsung yang tidak dapat dihindari karena masalah teknis dan operasi seperti pada mesin las, tungku lebur dan instalasi elektrolis, bahayanya dapat dicegah jika lantai ruangan kerja dilapisi isolasi pengaman atau operator

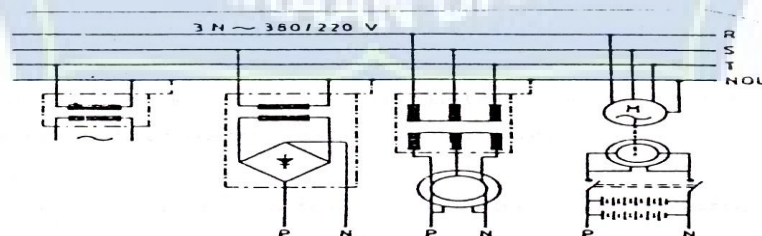
mengenakan sepatu berisolasi atau menggunakan perkakas yang berisolasi. Selain itu harus dipasang tanda bahaya.

Apabila dipakai pengamanan dengan tegangan extra rendah yaitu suatu cara pengamanan yang menggunakan tegangan kerja tidak lebih dari 50 V. Pengaman tersebut diperoleh antara lain dengan cara :

1. Trafo pengaman.
2. Penyearah dengan trafo pengaman.
3. Konverter dengan trafo pemisah.
4. Perangkat generator motor dengan lilitan yang terpisah.
5. Aid
6. Batu Baterai.

Maka pengaman yang telah dijelaskan sebelumnya tidak dapat dijelaskan atau tidak diperlukan lagi. Tetapi ketentuan ini tidak berlaku diruang-ruang dengan bahaya ledakan atau bahaya kebakaran, atau ditempat yang hams memakai tegangan ekstra rendah pengaman.

Sebagai pengaman tambahan terhadap bahaya sentuh langsung maka dapat digunakan saklar pengaman arus sisa tetapi nilai arus jatuh tidak lebih dari 30 mA



Gambar 2.24 Rangkaian Pengaman dengan tegangan ekstra rendah, Bagi instalasi dan perlengkapan listrik disisi tegangan ekstra rendah mempunyai ketentuan yaitu:

1. Nilai isolasi harus sekurang-kurangnya sama dengan nilai isolasi untuk 250 V, kecuali dengan barang-barang mainan dan perlengkapan telekomunikasi
2. Tusuk kontaknya harus tidak dapat masuk ke dalam kotak kontak yang bertegangan lebih tinggi.

2.4.2.2 Pengaman terhadap sentuhan tidak langsung.

Yang dimaksud dengan sentuh tak langsung adalah sentuh pada Bagian Konduktif Terbuka (BKT) perlengkapan atau instalasi listrik yang menjadi bertegangan akibat adanya kegagalan isolasi.

Yang dimaksud dengan Bagian Konduktif Terbuka, adalah :

1. Bagian konduktif yang gampang tersentuh dan biasanya tak bertegangan, tetapi dapat bertegangan jika terjadi gangguan.
2. Bagian konduktif peralatan listrik yang dapat tersentuh dan biasanya tidak bertegangan, tetapi dapat bertegangan jika terjadi gangguan.

Adanya kegagalan isolasi tersebut harus dicegah dengan cara :

1. Perlengkapan listrik harus dirancang dan dibuat dengan baik.
2. Bagian aktif harus diisolasi dengan bahan yang tepat.
3. Instalasi listrik harus dipasang dengan baik.

2.4.2.2.1 Isolasi Pengaman.

Pengaman dengan isolasi pengaman dimaksudkan agar manusia terhindar dan bahaya tegangan sentuh yang terlalu tinggi jika isolasi utamanya gagal. Hal itu dapat dihindari dengan cara sebagai berikut:

1. Memberi isolasi tambahan pada perlengkapan listrik.

2. Memberi isolasi setempat pada lantai ruang kerja dan pada semua konduktif yang terjangkau dan terhubung ke bumi.

Pada pengaman dengan isolasi pengaman, bagian konduktif terbuka harus ditutup dengan isolasi yang kokoh dan awet. Sebagian alternatif, bagian konduktif yang mungkin tersentuh dipisahkan dengan isolasi dan semua bagian yang dapat menjadi bertegangan jika terjadi kegagalan isolasi utama.

Pengaman dengan isolasi pengaman pada perlengkapan listrik dapat diperoleh, antara lain dengan cara :

1. Membuat selungkup yang berisolasi atau terbuat dengan bahan isolasi
2. Memakai perlengkapan instalasi yang terisolasi seluruhnya.
3. Mencor bahan isolasi pada mesin kecil
4. Memasang atau menyisihkan isolasi pada susunan roda gigi poros, batang penghubung atau selungkup,

2.4.2.2.2 Pentanahan body peralatan.

Pentanahan body peralatan dilakukan pada peralatan (mesin-mesin listrik) yang dipasang permanen. Pentanahan pengaman adalah suatu (tindakan pengamanan dalam instalasi yang rangkaiannya di tanahkan dengan cara mentanahkan body peralatan/instalasi yang diamankan sedemikian rupa sehingga bila terjadi kegagalan isolasi maka tercegahlah bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi karena terputusnya arus oleh alat pengaman arus beban lebih.

Pentanahan body peralatan dimaksudkan untuk mengalirkan arus gangguan ke dalam tanah secara cepat yang terjadi akibat adanya kegagalan isolasi sehingga

timbul tegangan sentuh pada peralatan yang dapat membahayakan keselamatan manusia dan hewan.

Tahanan pentanahan dari body peralatan yang diamankan tidak boleh melebihi harga, sesuai rumus:

$$R_p = \frac{50}{I_A} \text{ (Ohm)}$$

Dimana : $I_A = k \times I_n$

I_A = Nilai arus yang menyebabkan bekerjanya gawai pengaman arus lebih dalam waktunya maksimum 5 detik(A).

R_p = Tahanan pentanahan body peralatan listrik (Ohm).

I_n = Nilai anis nominal gawai pengaman harus lebih (A)

k = Suatu faktor yang nilainya bergantung pada karakteristik gawai pengaman arus lebih. Untuk pengaman lebur, nilai k berkisar antara 2,5 dan 5 sedangkan untuk gawai pengaman lainnya antara 1,25 dan 3,5. Jadi nilai k tergantung pada jenis gawai pengaman dan spesifikasi pabrik pembuatnya.

2.5 Kemampuan Hantar Arus (KHA).

Kemampuan hantar arus dan saklar utama harus sekurang-kurangnya sama dengan kemampuan hantar arus dari pengaman yang ada di depannya. Ketentuan ini juga berlaku untuk saklar rangkaian cabang dan rangkaian akhir,

Untuk menentukan kemampuan hantar arus pengaman dan luas penampang yang diperlukan dari penghantar, pertama-tama harus ditentukan arus yang dipakainya berdasarkan daya beban yang dihubungkan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

Untuk arus searah : $I = \frac{P}{V}$

Untuk arus bolak balik

satu fasa : $I = \frac{P}{V \cos \phi}$

Untuk arus bolak balik

tiga fasa : $I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \phi}$

Dimana: I = Arus Nominal (ampere).

V = Tegangan nominal (volt)

P = Daya (watt)

$\cos \phi$ = Faktor Daya

Rumus - minus yang harus digunakan untuk menentukan luas penampang hantaran yang diperlukan berdasarkan rugi tegangan adalah:

Ukuran tak searah : $A = \frac{2 L I}{y u}$

Untuk arus bolak-balik 1 ϕ : $A = \frac{2 L I \cos \phi}{y u}$

Untuk arus bolak-balik 3 ϕ : $A = \frac{1,73 L I \cos \phi}{y u}$

Dimana:

A = Luas penampang nominal penghantar yang diperlukan dalam in.

I = Kuat arus dalam penghantar/ dalam A.

u = Rugi tegangan dalam penghantar, dalam V.

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

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

untuk aluminium : $f = 33 \cdot 10^6$ S/m,

L = Panjang penghantar, dalam m.

Ketentuan mengenai kemampuan hantara arus suatu penghantar untuk rangkaian motor menurut PUIL 1987, sebagai berikut:

- a. Penghantar rangkaian akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 110% arus nominal beban penuh (pasal 520. C.1).
- b. Penghantar rangkaian akhir yang menyuplai dua motor atau lebih, tidak boleh mempunyai KHA kurang dari jumlah arus beban penuh semua motor itu ditambah 10% dari arus beban penuh motor yang terbesar dalam kelompok tersebut Yang dianggap motor yang terbesar dalam kelompok tersebut Yang dianggap motor terbesar ialah yang mempunyai arus beban penuh tertinggi (pasal 520.C2).

Dengan mengetahui besarnya KHA penghantar maka luas Lampang hantaran dapat ditentukan.

2.6 Panel.

Panel merupakan tempat untuk memasang peralatan instalasi listrik, baik mengenai peralatan kontrol, instrumentasi, proteksi dan lain-lain. Panel sebut dapat dibagi atas panel kontrol panel penerangan dan panel daya.

Apabila di dalam panel itu berisi peralatan kontrol maka disebut panel kontrol Sedangkan bila panel tersebut tempat pelayanan daya beban maka disebut panel daya dan apabila panel tersebut khusus melayani lampu-lampu penerangan maka panel tersebut dinamakan panel penerangan.

2.6.1 Pembagian Panel.

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

Apabila dalam suatu gedung 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. Bila satu titik beroperasi atau mengalami gangguan maka sistem yang lainnya tidak berpengaruh. Jika sistem instalasi listriknya lebih handal bila dibandingkan bila menggabungkan antara kedua jenis instalasi listrik tersebut

Pembagian jumlah beban dalam suatu panel diusahakan supaya seimbang. Hal ini dimaksudkan supaya setiap fasa melayani jumlah beban yang sama dengan fasa lainnya. Selain itu, dengan beban yang seimbang memudahkan pemilihan material dan peralatan.

2.6.2 Penempatan Peralatan Panel.

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

Ada beberapa macam cara penempatan peralatan pada panel, yaitu:

- a. Komponen diletakkan langsung pada tembok bangunan (mounted on the wall). Penempatan demikian biasanya dikerjakan karena dirasakan ekonomis.

- b. Diletakkan langsung pada panel. Peralatan dan komponen-komponen diletakkan di depan panel dan pengawatan dikerjakan di belakang panel
- c. Diletakkan di dalam panel. Peralatan dan komponennya di pasang dalam kotak panel dan disatukan dengan pengawatannya.

2.6.3 Penempatan Panel

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

- a. Tempat dan penempatan panel yang jelas terlihat
- b. Mudah untuk melakukan pengawatan dan penyambungan di dalam panel
- c. Tempat yang mudah untuk kabel masuk dan keluar.
- d. Tempat kosong yang memadai, harus disediakan untuk keperluan penambahan yang mungkin terjadi

2.7 Komponen-Komponen kontrol.

2.7.1 Kontaktor (saklar magnet).

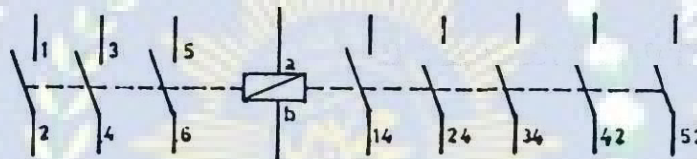
Kontaktor adalah saklar yang digerakkan oleh gaya kemagnetan. Sebuah kontaktor harus kuat dan tahan serta mampu dalam mengalirkan dan memutuskan arus dalam keadaan normal arus kerja normal adalah arus yang mengalir selama pemutusan tidak terjadi.

Kontak-kontak yang menghubungkan dan yang memutuskan arus listrik digerakkan oleh magnet jika magnet ini mendapat suplai dari sumber tegangan maka dalam belitan tersebut akan terjadi induksi magnet yang menarik batang magnet tersebut Dengan demikian kontak-kontak dari kontaktor akan terhubung.

Adapun kontak-kontak yang terdapat pada kontaktor adalah sebagai berikut:

- Kumparan magnet
- Kontak utama.
- Kontak bantu NC.
- Kontak bantu NO.

Pada penggunaan kontaktor sering dipergunakan saklar tekan (push button) yang dikombinasikan dengan kontaktor untuk mengoperasikan suatu rangkaian. Pada sebuah kontaktor untuk kontak bantunya sering digunakan relay sistem pengontrolan. Sedangkan kontak utamanya digunakan untuk menyuplai daya pada sistem tersebut. Kontaktor bisa digandengkan dengan kontak On Delay atau Off Delay.



Gambar 2.25. Simbol diagram kerja kontaktor

Menurut IEC, penamaan konektor-konektor adalah sebagai berikut

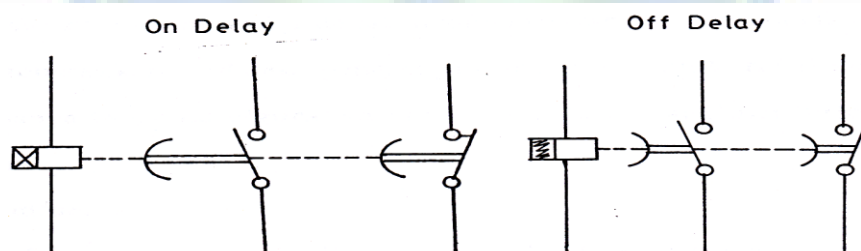
- 1, 3, 5 : Hubungan untuk stiplai atau rangkaian utama.
- 2,4, 6 : Hubungan untuk beban atau rangkaian utama.
- 13,14 : Kontak bantu NO.
- 23,24 : Kontak bantu NO.
- 33,34 : Kontak bantu NO.
- 41,42 : Kontak bantu NC.
- 51,52 : Kontak bantu NC

Dengan pemakaian kontaktor, maka kita dapat mematikan dan menghidupkan arus beban yang besar hanya dengan rangkaian kecil dan sederhana. Kontaktor ini sangat sering digunakan pada rangkaian kontrol karena memiliki kelebihan yaitu mempunyai daya tahan terhadap arus yang besar.

Sedangkan keburukan dari kontaktor adalah apabila suplai yang diberikan tidak sesuai dengan dayanya atau sumber yang tidak stabil dan magnetnya terdapat kotoran maka akan terjadi bunyi derau sehingga menyebabkan beban yang terkontrol tidak dapat beroperasi dengan baik atau sama sekali tidak dapat beroperasi

2.7.2 Time Delay.

Time Delay adalah suatu saklar yang bekerja berdasarkan waktu. Time Delay ini dapat menghubungkan dan memutuskan sistem penyaklaran dengan terlebih dahulu mengalami penundaan waktu. Time Delay ini memiliki dua jenis yaitu on delay dan off delay. Agar on delay dan off delay dapat bekerja maka alat ini harus dipasang pada head kontaktor magnet sehingga apabila kontaktor magnet bekerja maka on delay dan off delay juga beroperasi. Dalam keadaan demikian tidak langsung berubah posisi melainkan mengalami penundaan waktu sesuai dengan batas waktu yang telah ditentukan.



Gambar 2.26. Simbol On delay dan off delay.

Adapun batas waktu dari on delay dan off delay ini yaitu 0 sampai 30 detik. Time delay ini akan bekerja dengan baik apabila peralatan yang dikontrolnya sesuai dengan kemampuan hantar arus dan tegangannya,

2.7.3 Time Switch.

Time switch atau timer adalah saklar yang bekerja berdasarkan pengaturan waktu. Dimana peralatan ini berfungsi untuk mengatur waktu kerja dari peralatan listrik. Berbeda dengan time delay yang memakai orde detik maka time switch atau timer ini waktu pengoperasiannya dapat di setting dalam orde jam.

Cara kerja dari peralatan timer ini, yaitu apabila diberi sumber tegangan maka kumparan dari peralatan ini akan bekerja. Namun kontak bantuannya baru akan menghubungkan rangkaian apabila setting waktu yang diberikan pada timer ini telah sampai. Jadi, apabila setting waktunya belum sampai maka kontak bantuannya belum bekerja untuk menghubungkan rangkaian listrik, walaupun kumparannya bekerja sebelumnya.

Time switch atau timer ini dapat dikombinasikan dengan kontaktor untuk mengoperasikan instalasi penerangan maupun untuk rangkaian kontrol. Biasanya timer ini digunakan untuk pengaturan rangkaian listrik secara otomatis.

2.7.4 Push Button.

Push Button umumnya digunakan pada kontrol-kontrol yang menggunakan kontaktor yang biasanya menggunakan kontak-kontak sebagai pengunci secara elektrik. Saklar ini sering juga digunakan untuk melayani saklar impuls, staircase ataupun kontrol bel

Saklar tekan ini dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

1. Saklar tekan NO (Normaly Open).

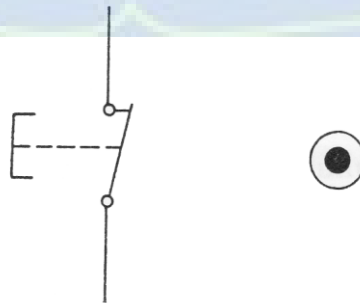
Saklar tekan NO adalah dimana pada posisi normal kontaknya pada posisi terbuka. Apabila saklar ini ditekan maka akan menghubungkan rangkaian. Dan apabila dilepas maka rangkaian langsung terputus. Jadi saklar tekan NO ini, sifatnya tidak mengunci.



Gambar 2.27 Simbol saklar tekan NO dan diagram pengawatan,

2. Saklar tekan NC (Normaly Close),

Saklar tekan NC adalah saklar dimana pada posisi normal kontaknya pada posisi tertutup. Hal ini berarti saklar tekan NC langsung menghubungkan rangkaian. Apabila saklar ini ditekan maka akan memutuskan rangkaian, dan apabila dilepas maka kontak langsung menghubungkan kembali rangkaian listrik.



Gambar2.28 Simbolsaklar tekan NC dan diagram pengawatan.

2.7.5 Saklar pilih (selektor).

Saklar pilih ini biasa juga disebut saklar golongan atau saklar sandung. Saklar ini digunakan untuk rangkaian pengatur tegangan tetapi juga biasa digunakan pada instalasi penerangan. Selektor ini juga digunakan pada rangkaian panel. Biasanya dipasang pada pintu panel Selektor ini berfungsi sebagai pemindah hubungan sumber tegangan yang masuk pada rangkaian, Baik hubungan antar fasa maupun hubungan fasa dengan netral Saklar pilih (selektor) terdiri dari sebuah poros yang berputar satu atau lebih piringan. Pada piring ini terdapat lekuk-lekuk dan pada porosnya dipasang alat pelayanan.



Gambar 2.29 Saklar pilih (selektor).

Saklar ini umumnya dilengkapi dengan alat penahan pada setiap kedudukannya. Karena itu pada setiap kedudukan saklar, poros dan piringan-piringan akan ditahan pada kedudukan tersebut. Alat pelayannya dapat berupa sebuah knop atau sebuah kunci tusuk yang dapat diputar dengan tangan. Jumlah kontak yang terdapat pada setiap saf dan saklar tergantung pada jenis saklarnya dan pada pabrik pembuatannya. Saklar golongan atau saklar pilih ini

memiliki kemampuan hantar arus 16 A, 25 A, 40 A, 63 A/100 A, A, 400 A dan 630 A.

2.7.6 Lampu Indikator,

Salah satu instrumen penting pada industri-industri, yang erat kaitannya dengan operasi motor-motor listrik adalah lampu indikator. Disamping suatu pengoperasian suatu rangkaian kontrol yang rumus perlu mempergunakan orientasi atau penandaan pada posisi tertentu, misalnya la saat arus mengalir pada suatu rangkaian kontrol mengalami gangguan. Sering kita jumpai pada rangkaian kontrol dalam satu industri dipasang lampu-lampu indikator yang terpasang pada panel kontrolnya.

Untuk lampu indikator pada tegangan 220 Volt dengan besarnya arus D2 Ampere memberi tanda terhadap komponen-komponen yang makan. Adapun yang memberi tanda berbagai keadaan yaitu kode-kode lampu itu sendiri, sehingga dengan sendirinya kita dapat mengetahui warna lampu indikator dan jenis rangkaian kontrol yang dilayaninya. Kode lampu tersebut biasanya suatu rangkaian kontrol terdapat beberapa warna lampu indikator, yaitu:

- Lampu indikator warna merah.

Lampu ini menandakan bahwa operasi berhenti atau dalam keadaan gangguan.

- Lampu indikator warna kuning.

Lampu ini menandakan peringatan atau membutuhkan perhatian pada saat darurat

- Lampu indikator warna hijau.

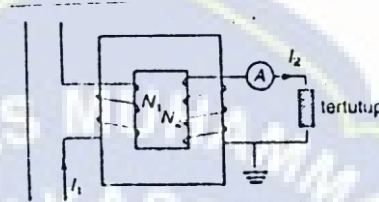
Lampu ini menandakan bahwa rangkaian dalam keadaan beroperasi.

- Lampu indikator berwarna putih.

Lampu ini menandakan rangkaian dalam keadaan beroperasi normal

2.8 Trafo Arus.

Transformator arus digunakan untuk mengukur arus beban suatu rangkaian dengan menggunakan transformator arus maka arus beban yang besar dapat diukur dengan menggunakan alat ukur (ammeter) yang tidak terlalu besar.



Gambar 2.30 Rangkaian trafo arus.

Dengan mengetahui perbandingan transformasi N_1 / N_2 dan pembacaan ammeter (I_2), arus beban I_1 dapat dihitung. Bila transformator dianggap ideal maka arus beban:

$$I_1 = \frac{N_2}{N_1} \times I_2$$

Untuk menjaga agar fluks tetap tidak berubah, maka perlu diperhatikan agar rangkaian sekunder selalu tertutup. Dalam keadaan rangkaian sekunder terbuka, ggm $N_2 I_2$, akan sama dengan nol (karena $I_2 = 0$) sedangkan ggm $N_1 I_1$ tetap ada sehingga fluks normal akan terganggu.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

3.1.1. Waktu

Pembuatan aplikasi ini akan dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Maret 2025 sampai dengan September 2025 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

3.1.2 Tempat

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Enrekang pada kolam renang Liwaja

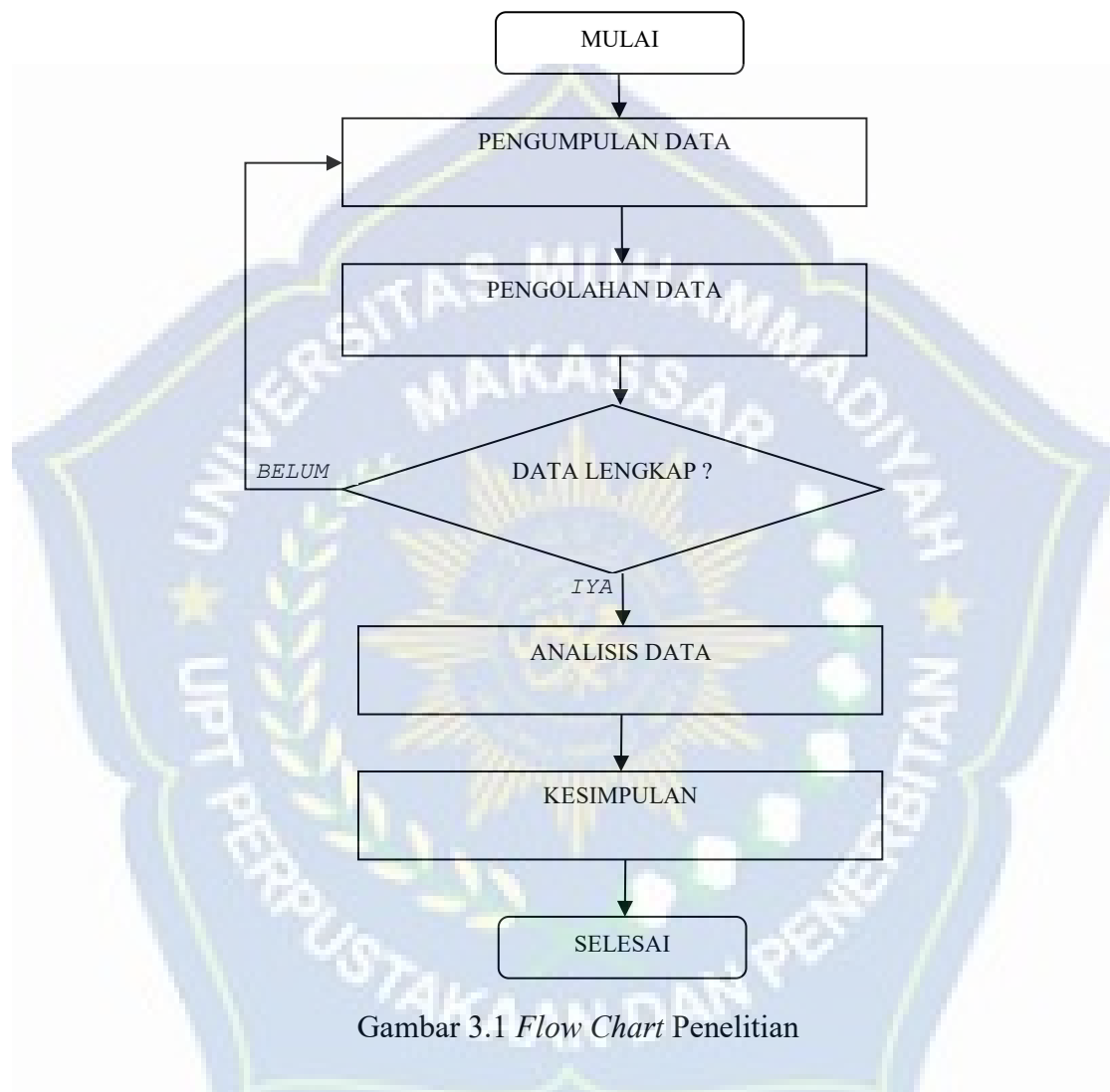
3.2. Prosedur Penelitian

Dalam menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir ini, tentu harus mengikuti langkah-langkah yang terstruktur dan sistematis agar dalam menganalisis penambahan gardu sisipan pada sistem distribusi dapat di kerjakan dengan baik dan benar, adapun gambar *flow chart* penelitian bisa dilihat pada gambar 3.1 dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Penelitian di mulai dengan mengumpulkan data dengan cara melakukan studi literatur, wawancara, observasi dan dokumentasi.
2. Melakukan pengolahan data penelitian yang telah diperoleh dengan mengacu pada tinjauan pustaka.
3. Melakukan analisis terhadap data-data yang telah diolah, salah satunya dengan membandingkan hasil pengolahan data terhadap teori sesuai standar dan ketentuan yang ada, dan menjadikan rumusan masalah serta

tinjauan pustaka sebagai acuan analisa dan pembahasan.

4. Menarik kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan sehingga tujuan ataupun rumusan masalah dari obyek penelitian dapat terjawab.



3.3. Metode Penelitian

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 menara suar Kodingareng Makassar

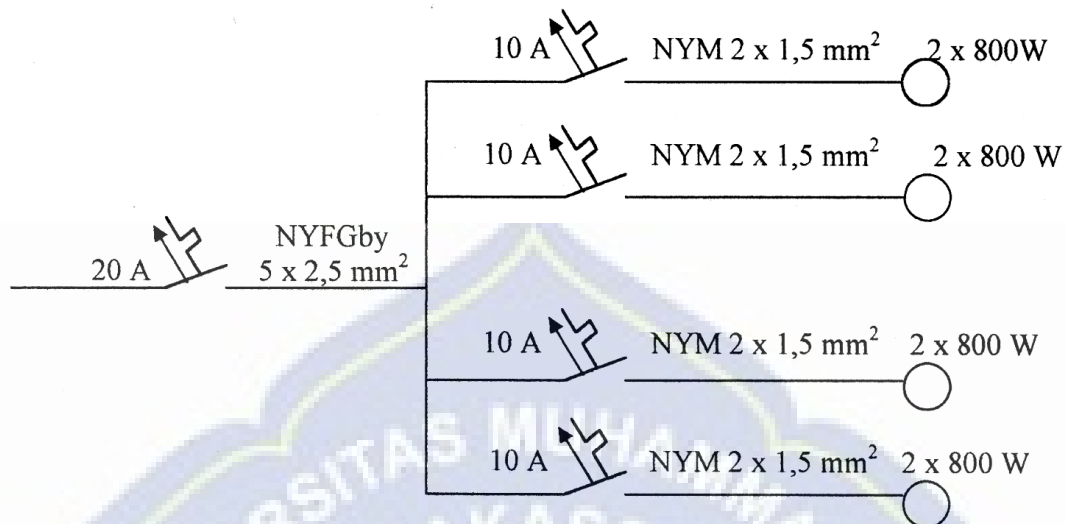
- a. *Observasi* (Pengamatan Langsung)

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.

3.4. 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

3.5. 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

4.1. Data Hasil Penentuan Daya Motor

Studi di kolam Renang Liwaja didapatkan komponen-komponen sebagai berikut:

Untuk motor pompa 3 fasa, yaitu:

Daya yang tersedia P = 12,5 Hp atau $P = 9,3 \text{ kw}$

Putaran motor N = 2890 rpm

Power factor Pf = 0,89

Tegangan V = 380 Volt

Frekuensi f = 60 Hz

Arus Normal I = 16 A

Untuk motor mixer 1 fasa, yaitu:

Daya yang tersedia P = 0,4 KW

Power factor Pf = 0,89

Tegangan V = 220

Arus normal I = 2 A

Untuk motor dosing 1 fasa, yaitu:

Daya yang tersedia P = 0,2 KW

Power factor Pf = 0,89

Tegangan V = 220 Volt

Arus nominal I = 1A

Untuk kolam renang didapatkan, yaitu :

$$\text{Volume air kolam } V = 6000 \text{ m}^3$$

$$\text{Massa jenis air } p = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Tinggi tekan } h = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan Gravitasi } g = 9,81 \text{ m/det}^2$$

$$\text{Diameter pipa isap } D = 8 \text{ inc}$$

Dari data kolam renang maka untuk menentukan daya motor yang diperlukan untuk mengisap air yang ada di kolam renang kemudian dibersihkan melalui filter dapat dilakukan sebagai berikut:

- Luas penampang pipa isap.

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

Karena diameter pipa isap (D) = 8 inc

$$= 8 \times 2,54 \text{ cm}$$

$$D = 20,32 \text{ cm}$$

Maka

$$A = \frac{1}{4} (3,14) \cdot (20,32)^2$$

$$= 324,13 \text{ cm}^2$$

$$A = 0,032413 \text{ m}^2$$

- Kecepatan alir (V), yaitu:

$$V = \sqrt{2gh}$$

$$= \sqrt{2(9,81) \cdot (2,5)}$$

$$= 7 \text{ m/s}$$

- Debit air (Q) :

$$\begin{aligned} Q &= A.V \\ &= 0,032413 \times 7 \\ &= 0,227 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Sehingga daya yang digunakan motor pompa

$$\begin{aligned} P &= p.g.q.h \\ &= 1000 (9,81) 0,227 (02,5) \end{aligned}$$

$$P = 5,567 \text{ KW}$$

Untuk motor dosing didapatkan data, sebagai berikut:

Tinggi tekan	(h)	= 1,2 m
Kecepatan gravitasi	(g)	= 9,81 m/det
Diameter selang	(D)	= 8 mm = 0,008 m
Massa Jenis zat cair	(p)	= 1000 kg/m ³

Sehingga:

- Luas penampang selang isap:

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} 3,14 (0,008)^2 \\ A &= 5,024.10^{-5} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Kecepatan alir (V) yaitu :

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{2 gh} \\ &= \sqrt{2 (9,81). (1,2)} \\ &= 4,852 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Debit air (Q) :

$$\begin{aligned}
 Q &= A.V \\
 &= 4,852.5,024.10^{-5} \\
 &= 2,437,10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Sehingga daya yang digunakan motor dosing:

$$\begin{aligned}
 P &= p.g.q.h \\
 &= 1000. 9,81. 2,437.10^{-4}. 1,2 \\
 P &= 2,869 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Untuk motor mixer:

- Untuk mengatur zat kimia yang memiliki ketinggian kurang lebih 1 m dan struktur zat kimia yang kental tentunya memerlukan torsi yang besar untuk pengadukan, digunakan motor mixer dengan kemampuan 0,4 KW.

4.2. Penentuan Luas Penampang Penghantar

4.2.1. Luas Penampang Penghantar Rangkaian Akhir Untuk Satu Buah

Motor

Sesuai dengan data-data motor pompa 3 fasa maka untuk menentukan KHA penghantar yang digunakan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Diketahui: Motor pompa 3 fasa

$$P = 12,5 \text{ Hp}$$

$$\cos \phi = 0,89$$

$$\text{Tegangan } V = 380 \text{ Volt}$$

Maka arus nominal motor pompa 3 fasa, yaitu:

$$\begin{aligned}
 I_n(Mp) &= \frac{P}{\sqrt{3} V \cdot \cos \phi} \\
 &= \frac{P 12,5.746}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,89}
 \end{aligned}$$

$$= 16 \text{ A}$$

$$KHA(Mp) = 1,15 \times I_n (Mp)$$

$$= 1,15 \times 16 \text{ A}$$

$$= 18,4 \text{ A}$$

Jadi luas penampang yang dibutuhkan oleh penghantar berdasarkan PUIL adalah 2,5 mm². Susut tegangan (V) tidak boleh lebih dari 5 %. Hal ini dapat dibuktikan, sebagai berikut:

$$A = \frac{\sqrt{3 \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi}}{y \cdot v}$$

$$\text{Diketahui } L = 4 \text{ m}$$

$$= 16 \text{ A}$$

$$\cos \phi = 0,89$$

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

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

$$V = 5\% \cdot 380 \text{ V} = 19 \text{ volt}$$

Bukti :

$$V = \frac{\sqrt{3 \cdot L \cdot I_n \cdot \cos \phi}}{y \cdot v}$$

$$= \frac{\sqrt{3 \cdot 4 \cdot 16 \cdot (0,89)}}{52,6 \cdot 10^6 \cdot (2,5 \cdot 10^{-6})}$$

$$V = 0,745 \text{ Volt}$$

Berdasarkan ketentuan yang dikeluarkan oleh perusahaan listrik negara (S-PLN) tentang peraturan instalasi listrik, kabel minimum yang digunakan untuk motor-motor adalah 4 mm². Dengan demikian susut tegangan semakin kecil Hal ini akan semakin handal dan baik.

- Kapasitas arus pemutus TOR

Syarat : - $I_{TOR} \geq I_n \text{ Motor.}$

- $I_n \text{ Motor}$ tidak lebih dari 10 %

$$I_{TOR} = I_n \text{ Motor terpakai} + 10 \% I_n \text{ Motor terpakai}$$

$$= 9,5 + (10\% \times 9,5)$$

$$= 10,45 \text{ A}$$

Oleh karena itu digunakan $I_{TOR} = 12 \text{ A}$

- Kemampuan arus kontaktor (I_k)

$$I_k = X \% . I_n \text{ Motor terpakai}$$

Keterangan X = Prosentase daya berdasarkan pengasutan motor.

Karena pengasutan motor dengan sistem Y- Δ dan DOL maka :

$$X = 250\%$$

$$I_k = 250 \% . (9,5)$$

$$= 23,75 \text{ A}$$

Jadi I_k yang digunakan adalah 25 A

- kemampuan MCB:

$$I_{MCB} = 400 \% . I_n \text{ Motor terpakai}$$

$$= 400 \% (9,5)$$

$$= 38 \text{ A.}$$

Maka I_{MCB} yang digunakan adalah 40 A

- Untuk motor mixer

$$\text{Diketahui: } P = 0,4 \text{ kw}$$

$$\cos \phi = 0,89$$

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

Maka : In Motor mixer, yaitu;

$$\begin{aligned} I_n (\text{Mm}) &= \frac{P}{V \cos \phi} = \frac{400}{220 (0,89)} \\ &= 2,04 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KHA(\text{Mm}) &= 1,15 \times I_n (\text{Mm}) \\ &= 1,15 \times 2,04 \text{ A} \\ &= 2,345 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka luas penampang yang digunakan adalah $1,5 \text{ mm}^2$. Tapi berdasarkan aturan PLN untuk motor adalah 4 mm^2 . Oleh karena itu motor mixer menggunakan penampang 4 mm^2 .

$$\begin{aligned} - I_{\text{TOR}} &= I_n \text{ motor mixer} + (10 \% \cdot I_n (\text{Ntm})) \\ &= 2,04 + (10\% \cdot 2,04) \\ &= 2,24 \text{ A} \end{aligned}$$

Dengan demikian I_{TOR} yang digunakan adalah 4 A

$$\begin{aligned} - \text{Kemampuan arus kontaktor (Ik)} \\ I_k &= X\% \cdot I_n (\text{Mm}) \\ &= 250\% (2,04) \\ &= 5,1 \text{ A.} \end{aligned}$$

Oleh karena itu digunakan $I_k = 6 \text{ A}$

- Kemampuan arus MCB

$$\begin{aligned} I_{\text{MCB}} &= 400\% \\ &= 8,16 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka I_{MCB} yang digunakan adalah 10 A

- Untuk motor Dosing

Diketahui : $P = 0,2 \text{ kw}$

$$\cos \phi = 0,89$$

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

maka : I_n Motor Dosing, yaitu :

$$I_n (M_D) = \frac{P}{V \cos \phi} = \frac{200}{220 (0,89)}$$

$$= 1,02 \text{ A}$$

$$KHA = 1,15 \times I_n (M_D)$$

$$= 1,15 \times 1,02$$

$$= 1,173 \text{ A}$$

Maka luas penampang yang digunakan adalah $1,5 \text{ mm}^2$. Tapi berdasarkan aturan PLN untuk motor adalah 4 mm^2 . Oleh karena itu motor dosing menggunakan penampang 4 mm^2 .

$$I_{MCB} = 400\% \cdot I_n (M_D)$$

$$= 400 \% \cdot 1,02 \text{ A}$$

$$= 4,08 \text{ A}$$

Sehingga I_{MCB} yang digunakan adalah 6 A.

4.3.Luas Penampang Penghantar Untuk Rangkaian Akhir Yang Lebih Dari Sebuah Motor.

$$- KHA \text{ A} = KHA \text{ motor terbesar} + (\sum I_n \text{ Motor Sisa})$$

$$= 18,4 + (16 + 16 + 2,04 + 2,04 + 1,02. + 1,02)$$

$$= 56,52 \text{ A}$$

Jadi Luas penampang penghantar yang dipakai adalah 10 mm^2 .

- Kemampuan pemutus daya MCCB adalah:

$$\begin{aligned} I_{MCCB} &= \text{Pemutus daya terbesar} + (\text{\pounds In Motor sisa}) \\ &= 38 + (16 + 16 + 2,04 + 2,04 + 1,02 + 1,02) \\ &= 76,12 \text{ A} \end{aligned}$$

Dengan demikian digunakan $I_{MCCB} = 80 \text{ A}$



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan.

Berdasarkan data hasil penelitian dan perhitunga maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. luas penampang penghantar untuk rangkaian akhir yang lebih dari sebuah motor adalah 10 mm²

Untuk proses filter, backwash, rinse, sirkulasi dan waste hanya digunakan 3 motor AC tiga fasa yang sama sedangkan untuk proses pencampuran dan penakaran masing-masing digunakan 2 motor AC satu fasa.

2. Motor AC tiga fasa yang digunakan untuk proses siklus air kolam renang hanya dipakai 2 motor sedangkan motor yang satunya berfungsi sebagai cadangan. Dimana ketiga motor ini dapat dioperasikan saru-sata
3. Motor AC 3 fasa untuk proses siklus air menggunakan pengasutan bintang segitiga sedangkan motor AC 1 fasa untuk pencampuran dan penakaran zat kimia digunakan pengasutan DOL.

- 1) Semakin besar luas penampang penghantar maka semakin kecil susut tegangan yang terjadi.
- 2) Pemasangan komponen yang digunakan tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan,
- 3) Daya motor pompa yang tersedia pada setiap motor adalah 12,5 Hp. Sedangkan yang terpakai 7,5 Hp.

5.2 Saran-Saran

Setelah melakukan studi di kolam renang Liwaja maka penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Penyediaan air untuk kolam renang hendaknya lebih baik, dengan dibuatkan sistem kontrol pemompaan yang merupakan bagian dari sistem kontrol ruang pompa. Dengan demikian pengisian air pada kolam renang lebih efektif dan lebih mudah.
2. Sebaiknya disediakan sumber tenaga listrik darurat, untuk mengantisipasi putusnya hubungan listrik dari PLN.
3. Hendaknya pada panel kontrol ditempatkan indikator overload untuk motor pompa dan mixer.
4. Sebaiknya digunakan valve elektrik yang bekerja secara otomatis untuk menggantikan peran manusia mengatur kerja valve.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Kadk, Prof. Ir. Energi Universitas Indonesia. 2023. Aids to Navigation, Zeni Light, Japan.

Austin H. Church; Pompa dan Blower Sentrifugal, Penerbit: Erlangga, 2023

Fritz Dietzel; Turbin, Pompa dan Kompresor, Penerbit: Erlangga, 2023

Fritz Dietzel; Turbin, Pompa dan Kompresor, Penerbit: Erlangga, 2023.

Harten Van P, Setiawan E, Ir; Instalasi Listrik Arus Kuat 3, Penerbit: Bind

Hamzah Berahim, Ir. Pengantar Teknik Tenaga Listrik. Andi Offset Yogyakarta, 2023.

Iskandar, ST. Sistem Pembangkit pada Sarana Bantu Navigasi Pelayaran, 2023.

Moh. Taib Sutan Sa'ti. Fisika. CV. Mandar Maju. Peraturan Umum Instalasi Listrik, LIPI, Jakarta 2023.

Petunjuk Pengoperasian Menara Suar. Sub Direktorat Perambuan dan Penerangan Pantai. Direktorat Navigasi. 2023

Van Harten, P, & Setiawan E, Ir. Instalasi Listrik Arus Kuat I, Bina Cipta Bandung, 2020

Zuhal ; Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya, Penerbit : PT. Grainedia Jakarta.

The logo of Universitas Muhammadiyah Makassar is a blue shield-shaped emblem. It features a central golden sunburst with a crescent and star. The text "UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH" is arched across the top, "MAKASSAR" is in the center, and "UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN" is arched across the bottom. The word "LAMPIRAN" is superimposed in large, bold, black capital letters over the center of the logo.

LAMPIRAN



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

Alamat kantor: Jl. Sultan Alauddin No.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

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

Nama : Yusril Rahmad Madani

Nim : 105821103518

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	2%	10 %
2	Bab 2	14%	25 %
3	Bab 3	0%	10 %
4	Bab 4	5%	10 %
5	Bab 5	1%	5 %

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

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

Makassar, 21 Agustus 2025

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,


Nursinah, S.Pd., M.I.P.
NBM. 964 591

Jl. Sultan Alauddin no 259 makassar 90222
Telepon (0411)866972,881 593,fax (0411)865 588
Website: www.library.unismuh.ac.id
E-mail : perpustakaan@unismuh.ac.id