

SKRIPSI

**ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS ARUS LISTRIK TERHADAP  
CONTROL LEVEL PADA PROSES PEMINDAHAN MINYAK  
KE BAK PENAMPUNGAN**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2021

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS ARUS LISTRIK TERHADAP CONTROL LEVEL PADA PROSES PEMINDAHAN MINYAK KE BAK PENAMPUNGAN**

Diajukan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Elektro  
Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

**ALAMSYAH PUTRA KAMAL**  
10582126213

**LUKMAN**  
10582125713

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2021**

05/05/2021

1 cap  
Smb. Alumni

R/0021/ELT/21ca  
KAM

a



# FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

Website: [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e\_mail: [elektroft@unismuh.ac.id](mailto:elektroft@unismuh.ac.id)

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **ANALISIS PENENTUAN KAPASITAS ARUS LISTRIK TERHADAP CONTROL LEVEL PADA PEMINDAHAN MINYAK KE BAK PENAMPUNGAN**

Nama : 1. Alamsyah Putra Kamal  
2. Lukman

Stambuk : 1. 105.82.1262.13  
2. 105.82.1257.13

Makassar, 03 Maret 2021

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. H. Zulferi Basri Hasanuddin, M.Eng      Rizal Ahdiyati Duyo, S.T., M.T

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro

Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



# FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

Website: [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e\_mail: [elektroft@unismuh.ac.id](mailto:elektroft@unismuh.ac.id)

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Alamsyah Putra Kamal** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1262 13 dan **Ikman** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1257 13, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0002/SK-Y/20201/091004/2021, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 20 Februari 2021.

Panitia Ujian : Makassar, 21 Rajab 1442 H  
03 Maret 2021 M

Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

Penguji

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

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

Anggota : 1. Dr. Umar Katu, S.T.,M.T

2. Adriani, S.T.,M.T

3. Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Mengetahui :

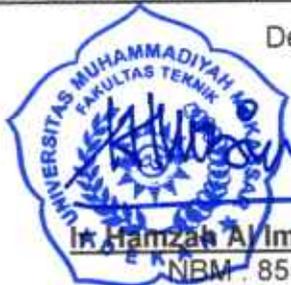
Pembimbing I

Pembimbing II

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

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

Dekan



Ir. Hamzah A. Imran, S.T., M.T.,IPM

NBM : 855 500

## ABSTRAK

Abstrak : Alamsyah Putra Kamal dan Lukman; (2021) Analisis Penentuan Kapasitas Arus Listrik Terhadap Control Level Pada Proses Pemindahan minyak Ke Bak Penampungan dibimbing oleh DR. Eng. Ir H. Zulfajri Basri Hasanuddin , M.Eng. Rizal A Duyo, S.T., M.T. Adapun tujuan dari pada penelitian ini adalah Penentuan Kapasitas Arus Listrik Terhadap Control Level Pada Proses Pemindahan minyak Ke Bak Penampungan di PT. Sampurna Spuknik, Agar motor yang bekerja untuk mengalirkan minyak dari bak penampungan pertama ke bak penampungan kedua dapat dioperasikan secara otomatis, Membahas masalah, pengontrolan motor, yang dapat mengontrol ketinggian permukaan minyak. Metode yang dipergunakan pada penelitiann ini adalah mengadakan penelitian dan pengambilan data di PT. Sampurna Spuknik Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah. Untuk Kemampuan hantar arus = 4,675 A digunakan luas penampang sebesar 1,5 mm<sup>2</sup> tetapi luas penampang hantaran minimum yang diperkenankan untuk instalasi daya berdasarkan peraturan yang dikeluarkan oleh Perusahaan listrik Negara, tentang peraturan instalasi listrik, maka penampang hantaran 1,5 mm<sup>2</sup> sesuai perhitungan tidak dapat digunakan, sehingga luas penampang hantaran minimum yang dipakai adalah 4 mm<sup>2</sup>. Sistem kontrol yang menggunakan sistem kontrol on-off yang bekerja secara manual dan otomatis. Dengan merubah sistem kontrol dari manual menjadi otomatis pada pemompa minyak, biaya produksi dapat dikurangi dan hal produksi dapat ditingkatkan.

**Kata kunci ; Level, Kontrol, Arus, Penghantaran, Motor dan daya**

## ABSTRACT

*Abstract: Alamsyah Putra Kamal and Lukman; (2021) Analysis Of Determination Of The Electric Current Capacity Of The Control Level In The Process Of Transferring Oil The Reservoir Under The Guidance Of DR. Eng. Ir H. Zulfajri Basri Hasanuddin . M.Eng. Rizal A Duyo, S.T., M.T. The purpose of this research is to determine the electric current capacity of the control level in the process of transferring oil to reservoir at PT. Sampurna Sputnik, in order for the motor that works to drain oil from reservoir, first to the tub, the second can be operated automatically, controlling the problem, controlling the motor, which can control the level of the oil level. The method used in the researched is conducting research and data collection at PT. Sampurna Sputnik the results obtained in this study are. For current-carrying = 4.675 A, a cross sectional area of 1.5 mm<sup>2</sup> is used but the minimum cross-sectional area permitted for power installation based on regulation issued by the electric city company, concerning electrical installation regulations, the 1.5 mm<sup>2</sup> conductor cross-section according to calculations cannot be used, so that the minimum cross-sectional area used is 4 mm<sup>2</sup>. The control system uses an on-off control system that works manually and automatically. By changing the control system from manual to automatic on the oil pump, production costs can be reduced and production terms be increased.*

**Keywords:** *Level, Control, Current, Delivery, Motor and Power*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	
HALAMAN PENGESAHAN .....	
ABSTRAK .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR GRAFIK .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan .....	2
D. Batasan Masalah .....	2
E. Manfaat .....	3
F. Metode Penulisan .....	3
G. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
A. Pengertian Sistem Kontrol .....	6
B. Istilah - Istilah Sistem Kontrol .....	6
1. Fungsi Alih .....	7
2. Diagram Blok .....	7
C. Klasifikasi Sistem Kontrol .....	9
1. Menurut Jenisnya .....	9

2. Menurut Sistemnya .....	9
3. Menurut Aksi Dasar Pengontrolan Dalam Industri .....	11
D. Motor Induksi.....	12
1. Motor Induksi Tipe Sangkar Tupai.....	13
2. Motor Induksi Tipe Rotor Belitan .....	14
E. Sistem Pengasutan Motor Induksi .....	15
1. Pengasutan Dengan Sistem Dol .....	15
2. Pengasutan dengan sistem bintang segitiga (Y/ $\Delta$ ).....	16
3. Pengasutan Dengan Sistem Tahanan Rotor .....	17
4. Pengasutan Dengan Sistem Tahanan Stator .....	18
5. Pengasutan Dengan Sistem Thyristor .....	18
F. Pengaman .....	19
1. Fuse .....	19
2. Miniatur Circuit Breaker (MCB) .....	23
3. Thermal Overload Belay (TOR) .....	26
G. Saklar Tekan (Push Button) .....	27
H. Saklar Air .....	28
I. Saklar Apung .....	29
J. Saklar Pilih (Hand-off automatic control) .....	29
K. Relai Waktu .....	30
L. Panel .....	30
M. Penghantar.....	31
1. Kawat.....	31

2. Kabel.....	31
N. Kemampuan Hantar Arus Penghantar .....	32
O. Kontraktor.....	32
P. Alat Ukur Lampu Indikator .....	34
Q. Pemilihan Peralatan Utama Panel .....	34
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
A. Waktu dan Tempat .....	37
B. Metode Penelitian .....	37
C. Gambar Blok Diagram .....	38
1. Line Diagram .....	38
2. Proses Pengolahan Minyak.....	39
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Data Hasil Penelitian .....	41
1. Peralatan Yang Digunakan .....	41
a. Untuk Penggilingan Pertama Peralatan .....	41
b. Untuk Penggilingan Kedua Minyak.....	41
c. Pengepresan Pertama .....	41
d. Pengepresan Kedua.....	41
e. Bak Penampungan .....	42
B. Sistem Kontrol .....	42
C. Prinsip Kerja .....	43
1. Cara Kerja Otomatis.....	43
2. Cara Kerja Secara Manual.....	44

D. Data Teknis Mesin .....	45
E. Perhitungan Penentuan Kapasitas Arus Komponen .....	45
1. Untuk Arus Nominal Motor .....	45
2. Untuk Arus Starting .....	46
3. Penentuan Fuse .....	46
4. Penyatuan Miniatur Circuit Breaker .....	46
5. Penentuan Kontaktor .....	47
6. Penentuan Thermal OverLoadRelay (TOR) .....	47
7. Penentuan Kemampuan Hantar Arus (KHA) .....	47
F. Analisa .....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>51</b>
A. Kesimpulan .....	51
B. Saran- Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>52</b>



## DAFTAR GAMBAR

1. Gbr. 2.2.1 Fungsi Alih .....	7
2. Gbr. 2.2.2a Elemen diagram blok .....	8
3. Gbr. 2.2.2b Diagram blok penjumlahan dan pengurangan .....	8
4. Gbr. 2.2.2c Percabangan .....	8
5. Gbr. 2.3.2a Model diagram blok sistem lup terbuka .....	9
6. Gbr. 2.3.2b Model diagram blok sistem lup tertutup .....	10
7. Gbr. 2.4.1 Kumparan stator dan rotor sangkar .....	14
8. Gbr. 2.4.2 Motor belitan .....	14
9. Gbr. 2.5.1 Pengasutan dengan sistem DOL .....	16
10. Gbr. 2.5.2 Pengasutan dengan sistem bintang segitiga (I-A) .....	17
11. Gbr. 2.5.3 Pengasutan dengan sistem tahanan rotor .....	17
12. Gbr. 2.5.4 Pengasutan dengan sistem tahanan tahanan stator .....	18
13. Gbr. 2.5.5 Pengasutan dengan sistem thyristor .....	19
14. Gbr. 2.6.1a Rumah sekring .....	20
15. Gbr. 2.6.1b Tudung sekring .....	21
16. Gbr. 2.6.1c Pengepas patron .....	21
17. Gbr. 2.6.2a Minitur Circuit Breaker ( MCB ) .....	25
18. Gbr. 2.6.3 Thermal Over Load Relay (TOR) .....	27
19. Gbr. 2.7a Simbol Tombol Tekan NC .....	28
20. Gbr. 2.7b Simbol Tombol Tekan NO .....	28
21. Gbr. 2.8 Sakelar alir .....	28
22. Gbr. 2.9 Sakelar apung .....	29

23. Gbr. 2.10 Sakelar pilih .....	30
24. Gbr. 2.11a Simbol Relai Waktu Dengan Kelambatan Terputus .....	30
25. Gbr. 2.11b Simbol Relai Waktu Dengan Kelambatan Terhubung .....	30
26. Gbr. 2.15a Simbol Kontraktor Dengan Tiga Buah Kontak Utama .....	33
27. Gbr. 2.15b Simbol Kondisi NO .....	33
28. Gbr. 2.15c Simbol Kondisi NC .....	33
29. Gbr. 2.15d Simbol Dari Pengerak Mekanik Listrik (kontraktor) .....	33
30. Gbr. 2.15e Kontraktor .....	34
31. Gbr. 3.3.3 Blok Line Diagram .....	38



## DAFTAR GRAFIK

32. Grafik 2.6.1d Karakteristik Patron Lebur Cepat .....	22
33. Grafik 2.6.1e Karakteristik Patron Lebur Lambat .....	22
34. Grafik 2.6.2b Karakteristik MCB .....	25



## 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 satu 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 Listrik Terhadap Control Level Pada Proses Pemindahan minyak Ke Bak Penampungan"

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 segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Hamzah Al Imran, S.T.,M.T.,IPM, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

2. Ibu Adriani, S.T.,M.T, sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak DR. Eng Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng, Selaku Pembimbing I dan Bapak Rizal Ahdiyati Duyo, S.T., M.T, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.

4. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.

5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.

6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2013 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Makassar, Februari 2021

Penulis

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Di zaman sekarang ini ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan pesat. Segala kegiatan manusia selalu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, diantaranya adalah kebutuhan akan pengontrolan yang bekerja tanpa menggunakan tenaga manusia ( secara otomatis ). Hal ini dapat ditemui pada pabrik dan industri modern seperti pengontrolan tekanan, temperatur, level air dan aliran dalam industri.

Perkembangan teknologi dibidang industri banyak sekali yang menggunakan motor - motor penggerak untuk motor produksi seperti motor listrik. Pengontrolan motor dapat dilakukan dari yang sangat sederhana sampai pada sistem pengontrolan yang cukup rumit.

Dengan perkembangan pengontrolan otomatis untuk berbagai sistem dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas dari hasil produksi serta mengurangi biaya produksi. Pengontrolan otomatis dapat juga menghindari pekerjaan - pekerjaan rutin yang sebenarnya harus dikerjakan oleh manusia dan mengurangi kebosanan yang sering terjadi pada *operator*.

Oleh karena itu penentuan kapasitas arus listrik terhadap *control level* pada proses pemindahan minyak ke bak penampungan sangatlah menentukan kerja motor dan pompa listrik secara otomatis karena penentuan kapasitas arus sangat tergantung dari luas penampang jaringan kelistrikan

## B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Pengontrolan pada sistem - sistem yang kompleks dengan menggunakan energi listrik sehingga instalasi listrik sangat mementukan pada penggunaan motor dan pompa listrik yang efektif.
2. Karena terdapat hubungan timbal balik antara beberapa variabel, untuk itu dengan menggunakan kontrol otomatis yang lebih presisi, kesalahan-kesalahan operasi yang ditimbulkan oleh beberapa variabel tentunya dapat teratasi dan dapat dikurangi.

## C. Tujuan

Setiap usaha yang dilakukan pasti ada sasaran atau tujuan yang ingin dicapai. Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah:

1. Agar motor yang bekerja untuk mengalirkan minyak dari bak penampungan pertama ke bak penampungan kedua optimal dioperasikan secara otomatis.
2. Demikian pula penulisan tugas akhir ini, yang membahas masalah instalasi luas penampang agar pengontrolan motor, yang dapat mengontrol ketinggian permukaan minyak pada bak minyak PT. Sampurna Sputnik beroperasi dengan baik.

## D. Batasan Masalah

Mengingat topik pembahasan menyangkut masalah pengontrolan motor, yang mana kontrol motor itu ruang lingkup pembahasannya luas, maka perlu untuk dibatasi, adapun batasannya adalah:

1. Mulai dari proses instalasi pengontrolan bahan baku sampai bahan jadi
2. Pokok bahasan perencanaan kelistrikan pada sistem kontrol pada tahap ketiga yaitu pengontrolan level minyak dari bak pertama menuju ke bak penampungan kedua yang bekerja secara otomatis.

#### **E. Manfaat**

Beberapa pertimbangan mengapa menulis mengambil judul analisis sistem kontrol *level* minyak di PT. Sampurna Sputnik, adapun manfaatnya adalah :

1. Pengontrolan menjadi efektif karena tersedianya arus listrik di industri yang menggunakan sistem pengontrolan yang sangat sederhana dan tidak efektif.
2. Oleh karena tersedianya penampung sehingga arus listrik menjadikan Industri efisien karena masih ada industri yang masih sederhana dan kurang efisien *system control*-nya

#### **F. Metode Penulisan**

Metode yang digunakan dalam menyusun tugas akhir ini adalah dengan cara:

1. Mengambil data teknis motor-motor listrik dan dan kondisi bangunan PT. Sampurna Sputnik se-bagai acuan untuk merencanakan sistem kontrolnya,
2. Studi kepustakaan untuk memperoleh refrensi yang menyangkut judul karya tulis ini.
3. Menganalisis sistem kontrol PT. Sampurna Sputnik sesuai dengan data-data teknis yang diperoleh di lapangan, dibanguku kuliah serta sesuai dengan persyaratan-persyaratan teknis yang berlaku.

## G. Sistematika Penulisan

Karya tulis ini terdiri dari empat bab dimana setiap bab mempunyai topik pembahasan yang saling berkaitan. Bab - bab tersebut adalah :

### BAB I. Pendahuluan.

Dalam bab ini diuraikan latar belakang masalah analisis sistem kontrol di PT. Sampurna Sputnik. Juga batasan masalah agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu luas, tujuan yang ingin dicapai, metode penulisan yang ditempuh, dalam menyusun tugas akhir ini dan sistematika penulisan ini sendiri.

### BAB II. Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini dibahas secara umum tentang pengertian sistem kontrol, istilah - istilah dan klasifikasi sistem kontrol, jenis motor yang digunakan, jenis pengaman dan uraian atau teori dasar dari pada komponen yang digunakan.

### BAB III. Metodologi Penelitian

Bab ini membahas tentang waktu dan tempat penelitian serta alur penelitian

### BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini merupakan pokok permasalahan yang terdiri dari 2 (dua) pokok permasalahan atau sub bab yang meliputi :

1. Tinjauan sistem kontrol level minyak di-pabrik minyak PT.Sampurna Sputnik.
2. Perencanaan sistem kontrol.

Tinjauan sistem kontrol *level* minyak di PT. Sampurna Sputnik, pada dasarnya berisikan tentang line diagram, peralatan yang digunakan, proses pengolahan minyak dan analisa sistem yang ada. Sedangkan sub bab perencanaan sistem kontrol, meliputi gambar perencanaan, prinsip kerja, data teknis mesin serta rencana anggaran biaya.

#### BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Pengertian sistem kontrol

Sistem adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu. Karena pengontrolan bertujuan untuk mengatur dan mengarahkan secara keseluruhan, maka pengertian sistem kontrol adalah susunan komponen-komponen yang dihubungkan sedemikian rupa sehingga dapat mengarahkan, memerintahkan dan mengatur sistem yang lainnya.

Sistem kontrol pertama diterapkan pertama kali oleh James Watt pada *centrifugal governor*-nya di abad ke-18. Alat ini dibuat oleh James Watt untuk mengontrol kecepatan mesin uap secara otomatis.

Pengontrolan suatu sistem bertujuan untuk mendapatkan suatu atau beberapa besaran tetap sesuai yang diinginkan seperti permukaan air yang konstan, tekanan konstan, temperatur dan sebagainya.

Dalam teknik pengontrolan dikenal dengan sistem kontrol linier dan juga sistem tidak linier. Sistem linier adalah suatu sistem yang mempunyai variabel sebanding antara masukan dan keluaran. Sedangkan sistem dikatakan tidak linier apabila mempunyai variabel yang tidak sebanding antara masukannya dan keluarannya. Pengontrolan suatu sistem sering juga dilakukan dengan cara otomatis dan pengontrolan manual.

#### B. Istilah-istilah sistem kontrol

Istilah-istilah yang sering digunakan dalam sistem kontrol adalah ;

## 1. Fungsi alih

Fungsi alih dituliskan dengan simbol  $F$  dan menyatakan hubungan antara masukan dan keluaran dari suatu sistem, dimana fungsi alih didefinisikan sebagai perbandingan antara keluaran dan masukan



$$F = \frac{Y}{X}$$

Gambar 2.2.1 Fungsi alih.

Dimana :

$X$  = masukan

$Y$  = keluaran

$F$  = fungsi alih

Fungsi alih mencakup bagian-bagian yang diperlukan untuk menyelesaikan masukan dan keluaran sistem, tetapi tidak dapat memberikan informasi tentang instruksi fisik dari sistem.

## 2. Diagram blok

Sistem pengontrolan terdiri dari beberapa komponen, maka untuk menunjukkan fungsi yang dilakukan oleh tiap komponen dalam sistem kontrol digunakan diagram blok. Diagram blok didefinisikan sebagai suatu penyajian bergambar dari fungsi yang dilakukan oleh tiap-tiap komponen dalam aliran sinyalnya. Diagram blok melukiskan hubungan timbal balik antara beberapa komponen dan terdiri dari satu atau lebih simbol sebagai tempat untuk melukiskan semua variabel yang menghubungkan setiap komponen, dan dilengkapi juga dengan anak panah sebagai penunjuk arah aliran sinyal.

Hubungan dari setiap komponen yang terdapat dalam simbol, disebut fungsi alih. Fungsi alih dapat juga berfungsi sebagai tanda hubungan antara masukan dan keluaran sistem. Simbol tersebut merupakan lingkaran kecil yang disebut dengan titik penjumlahan dan pengurangan, sesuai dengan arah anak panah yang menuju lingkaran itu, sedangkan keluarannya adalah jumlah aljabar dari masukannya.



Gambar. 2.2.2a Elemen diagram blok



Gambar. 2.2.2b Diagram blok penjumlahan dan pengurangan

Selain itu ada juga titik yang digunakan sebagai sebuah masukan ke beberapa blok atau beberapa titik penjumlahan, seperti dibawah ini.



Gambar. 2.2.2c Percabangan.

## C. Klasifikasi Sistem Kontrol

Klasifikasi sistem kontrol dapat dibagi dalam beberapa bagian sebagai berikut :

### 1. Menurut jenisnya

- a. Pengontrolan buatan
- b. Pengontrolan alamiah
- c. Pengontrolan gabungan ( buatan dan alamiah )

### 2. Menurut sistemnya

- a. Sistem pengontrolan lup terbuka ( *open loop control system* )

Sistem kontrol lup terbuka adalah sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh pada aksi pengontrolan. Pada sistem ini keluarannya tidak diumpanbalikkan untuk dibandingkan dengan masukannya. Membandingkan antara keluaran dan masukan dengan maksud untuk mengetahui ketelitian dari sistem pengontrolannya apakah sesuai yang dikehendaki. Hal ini hanya dapat dilakukan dengan cara mengkalibrasi sistem tersebut, sehingga masalah stabilitas sistem tidak terlalu rumit apabila dibandingkan dengan sistem kontrol lup tertutup.

Dengan adanya gangguan, sistem ini tidak dapat bekerja seperti yang diinginkan hanya dapat digunakan dalam praktek jika hubungan masukan dan keluarannya diketahui dan tidak terdapat gangguan dari dalam maupun dari luar

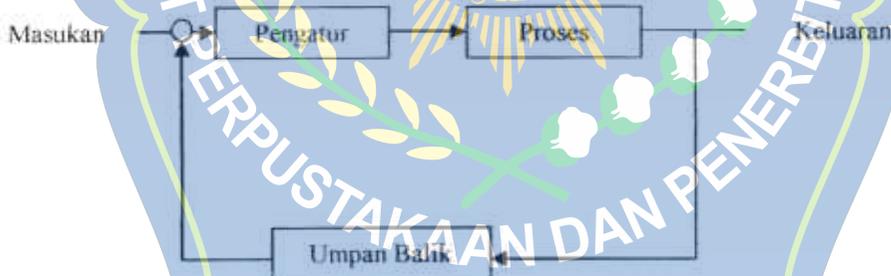


Gbr. 2.3.2a Model diagram blok sistem kontrol lup terbuka.

b. Sistem kontrol lup tertutup ( *closed loop control system* )

Sistem kontrol lup tertutup adalah sistem kontrol yang keluarannya berpengaruh langsung terhadap aksi pengontrolan. Umpan balik ( feed back) merupakan ciri khas dari sistem pengontrolan lup tertutup sehingga setiap keluaran sistem dapat terkontrol oleh pengontrol yaitu dapat memperkecil kesalahan dengan harapan keluaran sistem dapat mendekati harga yang diinginkan. Oleh karena itu salah satu sistem pengontrolan yang penulis pilih adalah sistem kontrol lup tertutup dengan pertimbangan bahwa sistem kontrol tersebut, umpan dapat memberikan keistimewaan sebagai berikut :

- 1) Keluarannya dapat langsung dibandingkan dengan masukan sistem.
- 2) Dapat meningkatkan ketelitian
- 3) Memperbesar jangkauan frekwensi yang dapat memberikan tanggapan masukan



Gambar 2.3.2b Model diagram blok sistem kontrol lup tertutup.

Keterangan gambar 2.3.2b

1. Masukan adalah ransangan yang diterapkan pada sebuah sistem pengontrol yang berasal dari sumber energi luar, sehingga dapat menghasilkan tanggapan tertentu dari sistem pengontrolan itu sendiri
2. Keluaran yaitu tanggapan sebenarnya yang diperoleh dari sistem pengontrolan, baik tanggapannya sama dengan masukan maupun tidak.
3. Pengontrol atau pengatur adalah komponen yang di -perlukan untuk membangkitkan isyarat pengaturan yang tepat sesuai yang diterapkan ke proses
4. Proses yaitu suatu operasi yang sengaja dibuat, berlangsung secara kontinyu, yang terdiri beberapa perubahan yang dikontrol, diarahkan secara sistematis menuju hasil tertentu.
5. Elemen umpan balik adalah komponen yang dapat menetapkan hubungan fungsional antara umpan balik dan keluaran sistem
6. Garis dan anak panah yang menghubungkan antara blok-blok dari masukan sampai keluaran suatu sistem pengontrolan disebut lintasan maju.

### 3. Menurut aksi dasar pengontrolan dalam industri

Pengontrolan menurut aksi dasar dalam industri terdiri dari :

- a. Pengontrolan dua posisi ( *on - off* )
- b. Pengontrolan proporsional ( P )
- c. Pengontrolan Integral ( I )
- d. Pengontrolan derevatif ( D )

- e. Pengontrolan proporsional+integral ( P + I)
- f. Pengontrolan proporsional+derivatif( P + D)
- g. Pengontrolan proporsional integral derivatif (P+ I + D ).

Dari sekian jenis pengontrolan yang disebutkan di atas, maka jenis pengontrolan yang dipilih dalam perencanaan kontrol ini adalah pengontrolan dua posisi ( *on - off* ), dengan mengingat bahwa pengontrolan ini relatif mudah dan sederhana, tidak mahal, lagi pula dapat diandalkan dan mudah diatur serta dipelihara. Oleh karena itu kontrol *on - off* ini masih banyak digunakan di industri-industri. Pengontrolan ini penggerakannya mempunyai dua posisi tetap yang berfungsi untuk memutuskan dan meng -hubungkan suatu rangkaian kontrol atau merupakan posisi *on* dan *off* saja.

#### D. Motor Induksi .

Motor induksi adalah suatu mesin listrik yang dapat merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor induksi terdiri dari dua bagian utama, yaitu stator atau bagian yang diam dan rotor atau bagian yang bergerak, dibagian luar stator (badan motor) dipasang name plate yang memuat data teknis dari motor listrik tersebut, seperti besaran daya yang digunakan, tegangan nominal, arus nominal, efisiensi dan lain-lain.

Data teknis suatu motor listrik sangat penting karena merupakan acuan dalam perencanaan, misalnya untuk pemilihan penghantar, kapasitas pemutusan pengaman dan sebagainya. Untuk memilih penghantar dan penentuan kapasitas pengaman, ditentukan oleh besarnya arus nominal dari motor-motor listrik yang

bersangkutan, Arus nominal suatu motor listrik tiga fasa dapat diketahui dengan perhitungan yang menggunakan rumus seperti berikut :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \theta}$$

Dimana :

V = tegangan nominal ( V )

I = arus nominal ( A )

P = besarnya daya yang digunakan ( W )

Cos  $\theta$  = faktor daya

Motor induksi prinsip kerjanya yaitu apabila sumber tiga fasa dipasang pada kumparan stator, akan timbul medan putar yang memotong batang konduktor pada rotor sehingga pada kumparan rotor timbul tegangan induksi ( ggl ) dimana kumparan rotor tersebut merupakan yang tertutup, maka ggl akan menghasilkan arus di dalam me dan magnet dan timbul gaya pada rotor yang cukup besar untuk memikul kopel beban sehingga rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.

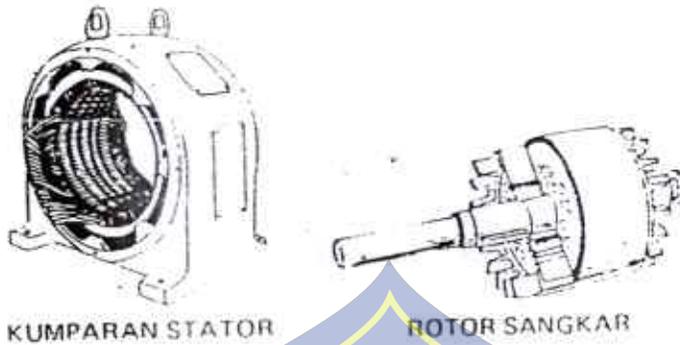
Motor induksi terdiri dari dua tipe yaitu :

1. Motor induksi tipe sangkar tupai
2. Motor induksi tipe rotor belitan

### 1. Motor induksi tipe sangkar tupai

Motor induksi tipe sangkar tupai mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri dari beberapa konduktor dan disusun sedemikian rupa hingga menyerupai sangkar tupai.

Motor sangkar tupai mempunyai perputaran yang konstan, dan biasa digunakan sebagai pompa penghembus udara, kompresor dan sebagainya.



KUMPARAN STATOR

ROTOR SANGKAR

Gambar 2.4.1 Kumparan stator dan rotor sangkar.

## 2. Motor induksi tipe rotor belitan

Motor induksi tipe rotor belitan sering juga disebut dengan motor slip ring, karena menggunakan slip ring. Fungsi slip ring adalah sebagai penghubung tahanan *starting* dalam rotor.

Motor induksi tipe rotor belitan digunakan untuk beban yang memerlukan kopel asut yang besar dan dikerjakan pada perputaran konstan, seperti kompresor, maupun yang dikerjakan pada perputaran yang berubah-ubah.



Gambar 2.4.2 Rotor Belitan

## Perbandingan motor induksi tipe sangkar tupai dengan rotor belitan.

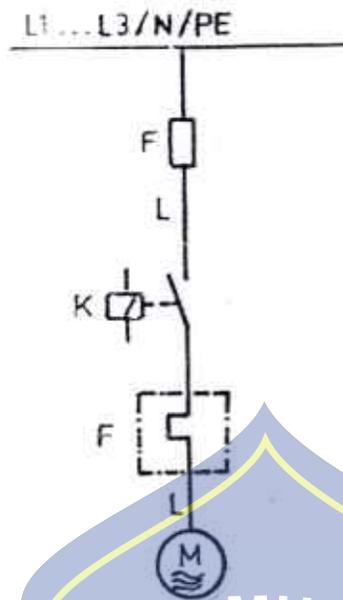
Tipe motor	Kelebihan	Kekurangan
Sangkar Tupai	Faktor dayanya lebih tinggi. Efisiensinya lebih tinggi. Harganya murah.	Arus startingnya besar.
Rotor belitan	Tahanan rotornya dapat diatur.	Harganya lebih mahal. Faktor dayanya lebih rendah. Efisiensinya rendah.

Berdasarkan perbandingan antara motor induksi tipe sangkar tupai dan tipe rotor belitan di atas ditinjau dari segi kekurangan dan kelebihan, maka dalam perencanaan sistem kontrol ini lebih cenderung dipilih motor induksi tipe sangkar tupai.

### E. Sistem Pengasutan Motor Induksi

#### 1. Pengasutan dengan sistem DOL

Pengasutan dengan sistem DOL adalah cara menjalankan motor yang paling sederhana bila dibandingkan dengan sistem lainnya, karena motor hanya dihubungkan langsung dengan catu daya melalui sebuah saklar.



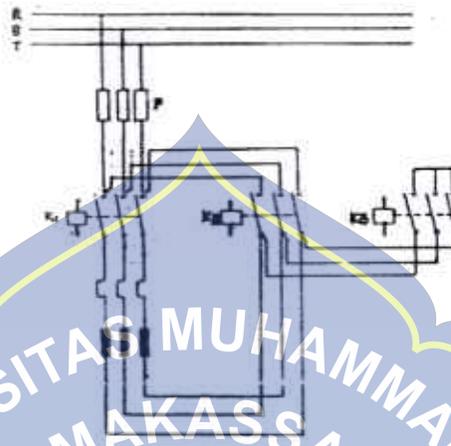
Gambar 2.5.1 Pengasutan sistem DOL

## 2. Pengasutan dengan sistem bintang segitiga (Y/ $\Delta$ )

Starting dengan perubahan hubungan bintang segitiga dilakukan dengan cara, belitan stator-motor dihubungkan bintang saat motor mulai dijalankan, kemudian saat motor mengalami percepatan, hubungan belitan statornya dirubah ke dalam hubungan segitiga.

Dalam pengasutan bintang segitiga (T-motor tidak dibenarkan pada saat *start* langsung pada sambungan segitiga walaupun kumparan fasanya sesuai dengan tegangan jala, hal ini untuk menghindari timbulnya arus yang lebih besar pada saat motor mulai *start*. Oleh karena itu motor harus dalam kedudukan bintang pada saat *start*, sehingga tegangan tiap-tiap kumparan adalah  $380 : \sqrt{3} = 220$  Volt hal ini dapat menyebabkan pengurangan arus mula.

Sambungan saklar bintang segitiga, bertujuan supaya pada saat dalam kedudukan bintang, motor berputar mendekati putaran normal. Pada saat saklar berpindah ke posisi segitiga dalam waktu yang singkat, motor tidak akan ada kesulitan dalam mencapai putaran yang normal.



Gambar. 2.5.2 Pengasutan dengan sistem Bintang Segitiga (Y- $\Delta$ )

### 3. Pengasutan dengan sistem tahanan rotor

Starting dengan tahanan rotor digunakan untuk motor-motor dengan tipe rotor belitan, karena pada motor rotor belitan menggunakan slip ring yang berfungsi menghubungkan rangkaian rotor dengan tahanan luar.



Gambar. 2.5.3 Pengasutan dengan tahanan rotor.

#### 4. Pengasutan dengan sistem tahanan stator

Pengasutan sistem tahanan stator digunakan dengan cara tahanan stator dihubungkan seri dengan kumparan stator motor. Pengaturan tahanan stator dilakukan secara perlahan-lahan sampai motor mencapai putaran stabil. Cara pengasutan dengan kumparan hambat stator cocok untuk motor-motor dengan beban yang tergantung pada kecepatan putar, misalnya motor - motor untuk pompa dan ventilator yang langsung dibebani.



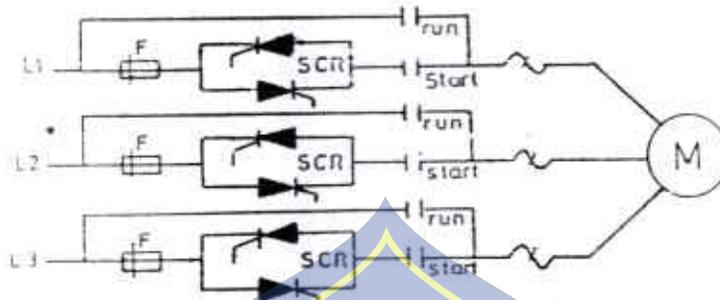
Gambar 2.5.4 Pengasutan sistem tahanan stator.

#### 5. Pengasutan dengan sistem thyristor

Menjalankan motor dengan thyristor bertujuan untuk mengatur arus starting motor secara elektronis agar diperoleh percepatan putaran motor yang halus.

Bila tegangan bolak-balik diberikan pada thyristor kemudian sudut penyalannya pada thyristor diatur sedemikian rupa, maka akan dihasilkan tegangan yang diinginkan. Arus yang melalul thyristor setelah thyristor diatur, mengalir ke kontak start dan serta merta kontak start menutup

sehingga arus mengalir ke motor. Setelah motor mencapai kecepatan normal, serta serta merta kontak run tertutup dan disertai dengan terbentuknya kotak start.



Gambar 2.5.5 Pengasutan sistem thyristor.

Dari kelima jenis starting yang dicantumkan oleh penulis, namun yang digunakan dalam perencanaan kontrol ini yaitu sistem DOL sebab sitem ini sangat sederhana dan juga motor yang digunakan adalah kapasitasnya kecil, yaitu se-besar 2,2 Kw.

## F. Pengaman

### I. Fuse

Fuse dimaksudkan untuk mengamankan per-alatan dari arus hubung singkat dan beban lebih. Fuse akan memutuskan rangkaian yang diamankan dari jala-jala bila arus yang mengalir ke rangkaian melampaui batas maksimum yang di perkenankan terhadap rangkaian yang harus diamankan.

Pengaman dengan fuse mempunyai kelebihan bila dibandingkan dengan MCB, yaitu lebih ekonomis harganya pada kapasitas yang sama.

Sedangkan kelemahannya adalah :

- a. Hanya dapat memutuskan rangkaian yang diamankannya dalam kondisi abnormal.

- b. Hanya dapat memutuskan aliran pada satu aliran saja.
- c. Untuk saluran tiga fasa harus digunakan tiga buah fuse yang saling terpisah.

Pengaman dengan fuse harus memutuskan rangkaian yang diamankan kalau arusnya menjadi terlalu besar. Didalam fuse terdapat patron lebur yang berfungsi untuk mematuakan rangkaian. Untuk arus nominal 25A atau kurang, menurut ayat 630 B 19 harus digunakan patron lebur jenis D, yang biasanya digunakan sampai dengan 63A\* Menurut ayat 630 B 20 *patron* lebur yang rusak harus diganti dengan yang baru dan tidak boleh disambung lagi.

*Patron* lebur jenis D atau pengaman ulir terdiri dari rumah sekring, tudung sekring, pengepas *patron* dan *patron* lebur.

- a. Rumah sekring



Gambar. 2.6.1a Rumah sekring

Rumah sekring menurut ayat 630 B21 hantaran suplainya harus dihubungkan dengan kontak alas rumah sekring. Kalau hantaran suplai Ini juga harus digabungkan dengan rumah sekring lain, harus digunakan rumah sekring dengan dua terminal pada kontak alasnya.

b. Tudung sekring

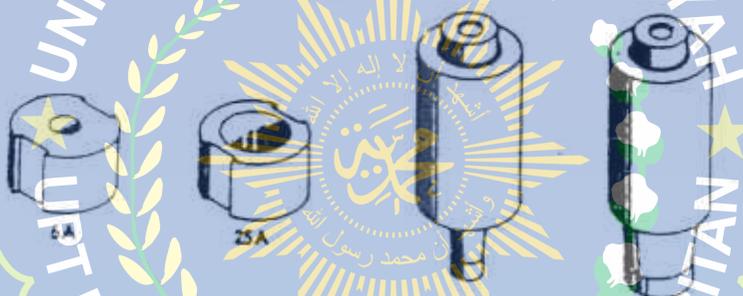
Tudung sekring memiliki sebuah bumbung berulir jenis E 33, E 27, E 16. Tudung sekring ini memiliki sebuah jendela kaca kecil



Gambar 2.6.1b Tudung sekring,

c. Pengepas *patron*

Pengepas *patron* memiliki lubang pas dengan diameter yang berbeda-beda, tergantung pada arus nominalnya.



Gambar. 2.6.1c Pengepas patron

Patron lebur juga diberi kode warna yang sama dengan kode warna pengepas patron pada arus nominal yang sama.

d. *Patron* lebur

*Patron* lebur memiliki kawat lebur yang diameter kawat leburnya bisa sekecil mungkin, sehingga kalau kawatnya menjadi lebur tidak menimbulkan banyak uap. Dengan demikian kemungkinan terjadinya ledakan juga lebih kecil.

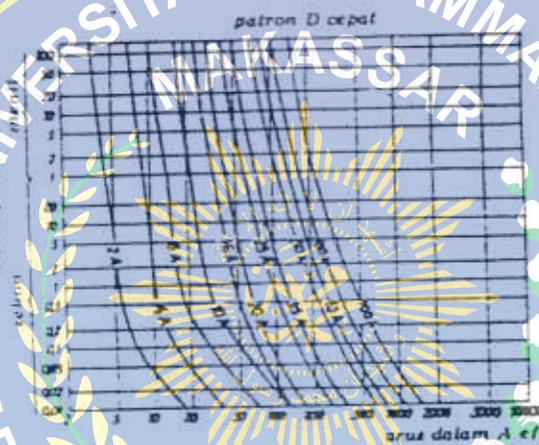
Selain kawat lebur dalam patron lebur juga terdapat kawat isyarat, sehingga dapat diketahui bila kawat leburnya putus.

Dalam patron lebur juga terdapat pasir guna untuk meredamkan percikan bunga api yang timbul jika kawat leburnya putus. Dan juga penyaluran panasnya.

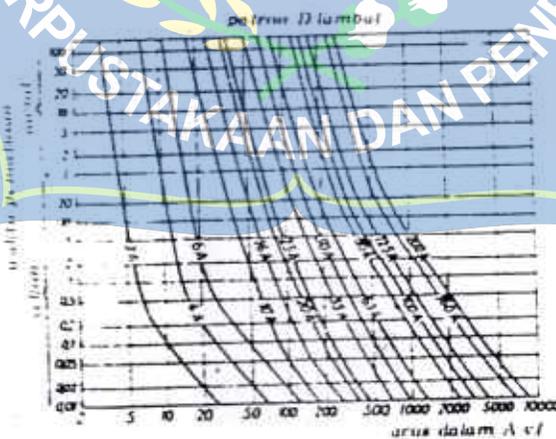
Diagram arus waktu

Diagram arus waktu dari patron lebur ada dua yaitu :

- 1) Patron lebur cepat
- 2) Patron lebur lambat



Grafik 2.6.1a Karakteristik Patron lebur cepat



Grafik 2.6.1b Karakteristik Patron lebur lambat

## 2. *Miniatur Circuit Breaker ( MCB)*

*Miniatur Circuit Breker (MCB)* adalah suatu pengaman rangkaian akibat adanya arus hubung singkat dan beban lebih. MCB merupakan *relay* elektromagnetis yang bekerja secara otomatis memutuskan rangkaian yang mengalami gangguan dengan bagian yang bertegangan.

MCB digunakan pada kapasitas arus pemutus kecil dan tidak dapat disetting. Nilai kapasitas arus pemutusan MCB standar merek AEG yang ada dipasaran ( diproduksi ), diperlihatkan pada halaman lampiran satu.

Sistem pengaman MCB mempunyai kelebihan bila dibandingkan dengan sistem pengaman yang menggunakan fuse.

Kelebihan yang dimiliki oleh MCB yaitu :

- a. Selain dapat memutuskan rangkaian yang diamankan dari jala-jala dalam kondisi *abnormal*, juga dapat memutuskan rangkaian yang diamankan dari jala - jala dalam kondisi normal.
- b. Dapat digunakan berulang-ulang selama MCB belum rusak.
- c. Untuk saluran tiga fasa, cukup digunakan satu buah MCB tiga fasa

Ketentuan penggunaan pengaman hubung singkat dengan menggunakan MCB untuk motor-motor listrik, menurut peraturan umum instalasi listrik 1987 ( PUIL 1987 ) pasal 520 E2 dan F1 adalah :

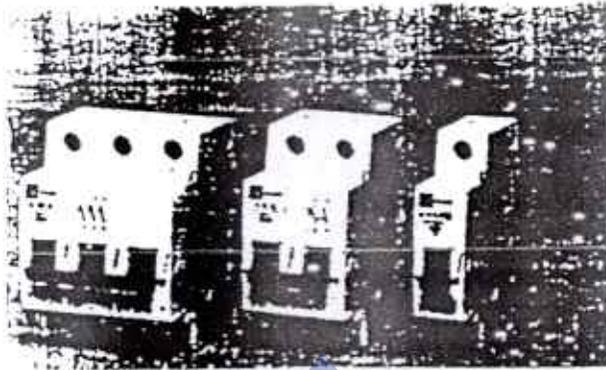
- a. Nilai nominal atau stelan alat pengaman arus hubung singkat bar vlb dipilih sedemikian rupa sehingga motor dapat diasut, dan penghantar rangkaian akhir serta peralatan kontrol lain-nya tetap diamankan terhadap arus hubung singkat ( E.2.1 )

b. Nilai nominal atau stelan alat pengaman arus hubung singkat untuk rangkaian akhir yang mensuplai motor tunggal C E.2.2 ), dengan ketentuan sebagai berikut :

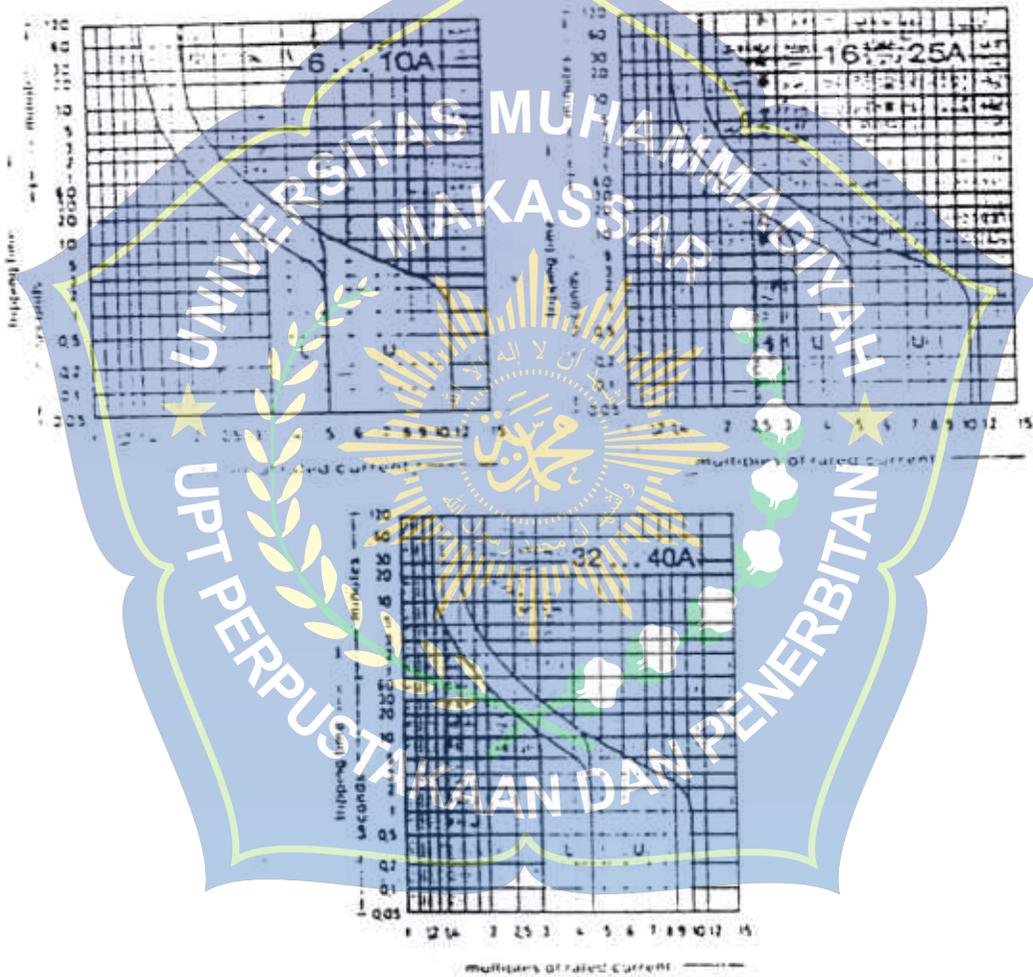
- 1) Tidak boleh melebihi 250 persen dari arus nominal motor rotor sangkar dan sinkron dengan *starting* hubungan bintang- segitiga reaktansi, tahanan, sistem DOI dan motor satu fasa,
- 2) Tidak boleh melebihi 200 persen dari arus nominal motor yang diamankan, untuk motor rotor sangkar dan sinkron dengan *starting* transformator dan reaktansi tinggi,
- 3) Tidak boleh melebihi 150 persen dari arus nominal motor yang diamankan, untuk motor rotor belitan dan motor arus searah.

c. Nilai nominal atau stelan alat pengaman arus hubung singkat untuk rangkaian akhir yang mensuplai beberapa motor tidak boleh melebihi nilai terbesar ( dihitung seperti ayat E3.b ) dari motor yang disuplainya ditambah dengan jumlah arus nominal motor lainnya (  $I_{La}$  ),

d. Suatu rangkaian cabang yang mensuplai beban motor harus dilengkapi dengan pengaman arus hubung singkat yang tidak melebihi nilai nominal alat pengaman rangkaian akhir motor yang tertinggi ditambah dengan jumlah, arus nominal arus motor lainnya (  $I_{La}$  ).



Gambar 2.6.2a MCB



Grafik 2.6.2a Karakteristik MCB

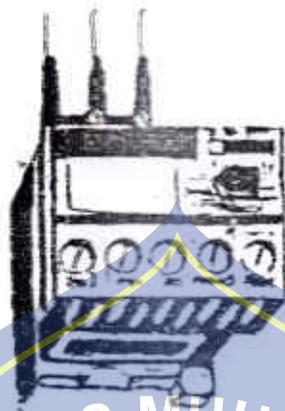
### 3. *Thermal Over Load Relay* ( TOR )

Sistem pengaman dengan *thermal over relay* dimaksudkan untuk mendeteksi terjadinya gangguan arus beban lebih, yang mana bila terjadi *overload* maka *thermal overload relay* (CTOH) ini secara otomatis akan memutuskan hubungan pada bagian rangkaian yang *overload* dengan bagian rangkaian yang bertegangan.

Ketentuan penggunaan proteksi arus beban lebih dengan menggunakan TOR untuk motor listrik menurut PUJL 1987, pasal 520 D2 dan D3 adalah sebagai berikut :

- a. Dalam lingkungan gas, uap atau debu yang mudah terbakar atau meledak setiap motor yang dipasang tetap, harus diamankan terhadap beban lebih ( B.2.1 )
- b. 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.2.2 )
- c. Alat pengaman beban lebih yang dimaksud dalam ayat 520 D2 tidak boleh mempunyai nilai nominal atau disetel pada nilai lebih tinggi dari yang diperlukan untuk mengasut 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 ( D.3 ).

Untuk lebih jelasnya nilai kapasitas arus pemutusan TOR standar merek AEG yang ada dipasaran atau yang diproduksi dapat dilihat pada halaman lampiran dua.



Gambar. 2.6.3 Thermal Over Load Relay (TOR)

#### G. Saklar tekan (*Push button*)

Fungsi sebuah saklar yaitu digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan rangkaian listrik.

Adapun syarat-syarat yang harus dipenuhi sebuah saklar yaitu :

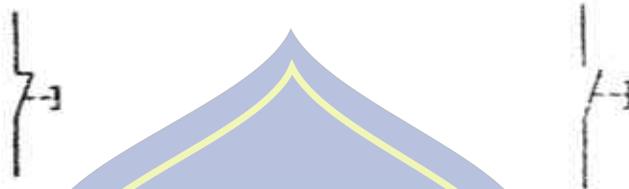
1. Dalam keadaan terbuka, bagian-bagian saklar yang bergerak harus tidak bertegangan.
2. Kemampuan saklar sekurang-kurangnya harus sesuai dengan daya alat yang dihubungkannya
3. Harus dapat melayani secara araan tanpa me-merlukan alat bantu.

Saklar tekan ini digunakan tidak untuk bekerja secara kontinyu, karena adanya pengunci yang memungkinkan untuk menghubungkan secara kontinyu, sehingga penggunaan yang umum hanya pada kontrol – kontrol yang menggunakan

kontak magnet yang biasa menggunakan kontak-kontaknya sebagai pengunci secara elektrik.

Ada dua jenis tombol tekan yang terdapat pada saklar tekan yaitu :

1. Tombol tekan normal tertutup ( NC )
2. Tombol tekan normal terbuka ( NO )



Gambar 2.7a Simbol tombol tekan NC Gambar 2.7b simbol tombol tekan NO

#### H. Saklar alir

Saklar alir adalah sebuah perangkat yang dapat dipasang pada sebuah batang pipa dimana ketika air mengalir akan melewati bagian dari alat itu Kontak saklar ini dapat dihubungkan dengan lampu indikator. Pada umumnya saklar alir terdiri dari 2 (dua) kontak yaitu :

1. *Normally open* (NO)
2. *Normally closed* (NC).



Gambar. 2.8 Saklar alir.

## I. Saklar Apung

Saklar apung ini digunakan saat pompa motor harus di-start dan di-stop sesuai dengan perubahan tinggi air di dalam sebuah tangki. Saklar ini dirancang untuk melengkapi kontrol otomatis dari pompa motor dan beban penerangan motor, dan dikontrol oleh gerakan keatas dan kebawah dari pengapung ini menyebabkan tingkat (Gbr.2.7a) atau rantai dan pemberat ( Gbr 2.7a ) beroperasi yang menyebabkan kontak saklar apung membuka dan menutup. Kontak saklar apung ini terdiri dari *normally open* dan *normally closed*. Saklar apung ini dapat di-hubungkan dengan pompa motor dalam pemakaian di dalam tangki air.



Gambar. 2.9 Saklar Apung

## J. Saklar Pilih (*Hand-off automatic control*)

Saklar *hand - off automatic control* digunakan untuk memilih fungsi dari pengontrolan motor, apakah dikontrol secara manual atau secara otomatis. Pada saat saklar pilih ini pada posisi manual, coil pada motor akan diberi energi setiap saat sesuai dengan keinginan operator, dan motor akan selalu berputar. Pada posisi *off*, motor tidak akan berputar. Pada posisi otomatis, motor dapat berjalan dengan

bantuan perangkat kontrol seperti saklar tekan, *limit switch*, termostat dan perangkat kontrol lainnya.



Gambar 2.10 Saklar Pilih

#### K. Relai Waktu

Relai waktu bekerja secara mekanis dan elektronis. Kontak - kontak yang terdapat dalam relai ini mempunyai waktu terhubung atau terputus yang dapat diatur. Ada relai waktu yang kontak-kontaknya mempunyai kelambatan terhubung dan ada juga yang mempunyai keterlambatan terputus.



Gambar 2.11a Simbol relai waktu waktu dengan kelambatan terputus.



Gambar 2.11b Simbol relai dengan kelambatan terhubung

#### L. Panel

Panel adalah suatu tempat penyusunan alat-alat atau komponen listrik seperti switch gear sistem kontrol, pengaman, alat ukur sehingga membuat rangkai

an pengendali pengontrol suatu rangkaian instalasi listrik serta membentuk suatu panel kontrol.

Jenis dan konstruksi panel yang digunakan adalah jenis box, jenis ini melindungi bagian-bagian yang terpisah kemudian disatukan sehingga menjadi satu panel. Panel ini melindungi bagian - bagian yang bertegangan dan biasanya panel semacam ini digunakan pada tempat-tempat terbuka.

#### **M. Penghantar .**

Semua logam dapat menghantarkan arus listrik tetapi harus memenuhi beberapa syarat, baik mengenai daya hantar listrik maupun sifat-sifat mekanis, serta pertimbangan ekonomis. Oleh karena itu tidak semua logam dapat dibuat sebagai penghantar secara komersial. Jenis-jenis logam yang dibuat sebagai penghantar, seperti tembaga, aluminium atau per-paduan antara kedua jenis logam tersebut.

Dalam bidang teknik listrik dikenal dua macam kelompok jenis penghantar yaitu :

##### **1. Kawat**

Kawat adalah merupakan penghantar yang telanjang dengan inti tunggal atau inti banyak. Kawat biasanya digunakan untuk hantaran transmisi dan distribusi seperti ACSR ( *Aluminium Cable Steel Reinforced* ), serta untuk hantaran pentanahan, seperti BCC ( *Bare Copper Conductor* ).

##### **2. Kabel**

Kabel merupakan jenis penghantar dengan inti tunggal maupun berinti banyak yang diisolasi.

## **N. Kemampuan Hantar Arus penghantar**

Ketentuan mengenai kemampuan hantar arus suatu penghantar untuk motor listrik dan pesawat las busur listrik menurut PUIL 1987, adalah sebagai berikut :

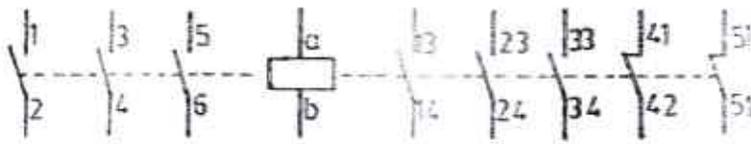
1. Hantaran rangkaian akhir yang mensuplai motor tunggal, tidak boleh mempunyai kemampuan hantar arus kurang dari 110 persen dari arus nominal motor yang disuplainya ( pasal 520 C1 ).
2. Hantaran rangkaian akhir yang mensuplai dua atau lebih motor listrik, tidak boleh mempunyai KHA ( Kemampuan hantar arus ) penghantar kurang dari jumlah arus nominal dari motor-motor yang disuplainya ditambah dengan 110 persen dari arus nominal motor terbesar dalam kelompok motor yang disuplainya ( pasal 520 C2 ).

Dengan mengetahui besarnya kemampuan hantar arus suatu penghantar, maka luas penampang penghantar dapat ditentukan. Kemampuan hantar arus untuk ke beberapa macam ukuran luas penampang kabel berdasar-PUIL 1987.

## **O. Kontaktor**

Prinsip kerja dari kontaktor yaitu berdasarkan gaya tarik magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik dalam suatu belitan. Kontak-kontak yang meng-hubungkan dan memutuskan arus digerakkan oleh magnet, jika magnet ini mendapat sumber tegangan, maka di dalam belitan tersebut akan terjadi induksi magnet yang akan menarik magnet tersebut, sehingga kontak - kontak yang akan dihubungkan dengan batang magnetik kontaktor akan membuka dan menutup.

Menurut organisasi International Electro -technical Commission ( IEC ), penandaan konektor -konektor kontaktor adalah sebagai berikut :



Gambar 2.15a Simbol Kontaktor dengan tiga buah kontak utama dan 5 buah kontak bantu.

Keterangan Gambar :

1.3.5 Hubungan untuk suplay atau rangkaian utama

2.4.4 Hubungan untuk beban atau rangkaian utama

13.14 Kontak - kontak bantu NO

21.22 Kontak -kontak bantu NC

a, b Konektor-konektor kumparan magnet

Kontak-kontak yang terdapat dalam kontaktor ada 2 macam kondisi antara

lain :

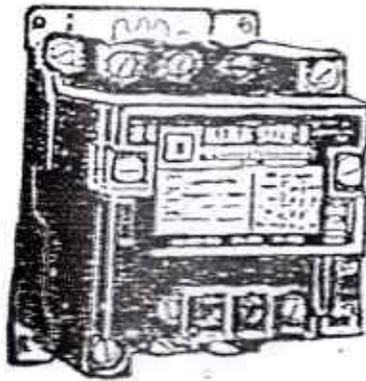
1. Kondisi normal terbuka ( NO )
2. Kondisi normal tertutup ( NC )

Gambar 2.15b Simbol kondisi NO

Gambar 2.15c Simbol kondisi NC



Gambar 2.15d Simbol dari penggerak mekanik listrik (kontaktor)



Gambar. 2.15e Kontaktor.

#### P. Alat ukur dan lampu indikator

Alat ukur dan lampu indikator, seperti *volt meter*, *ampere meter* yang dipasang pada panel, harus terlihat jelas dan ada petunjuk tentang besaran apa yang dapat diukur dan gejala atau tanda apa yang ditunjukkannya

Alat ukur seperti *volt meter*, dipasang untuk menunjukkan apakah tegangan suplai yang masuk pada panel, normal atau tidak ( apakah terjadi susut atau kenaikan tegangan ). Begitu pula halnya *ampere meter* hanya saja besaran listrik yang diukur adalah arus. Sedangkan lampu indikator menunjukkan apakah setiap fasa hantaran mengalirkan arus atau tidak, yang ditandai dengan menyala dan padamnya lampu indikator tersebut.

#### Q. Pemilihan peralatan utama panel

Untuk menentukan kapasitas arus pemutus MOB dan Fuse yang mengamankan suatu rangkaian terhadap arus hubung singkat, tergantung pada Jenis motor yang digunakan serta cara pengasutannya ( *starting*-nya ). Sedangkan untuk menentukan kapasitas arus pemutusan TOR yang mengamankan suatu

rangkaian akhir motor terhadap arus beban lebih tidak tergantung pada jenis motor dan cara pengasutannya, melainkan tergantung pada arus nominal yang diamankannya

Kapasitas arus pemutus MCB, Fuse dan TOR yang mengamankan motor-motor dan rangkaian kontrol dapat ditentukan berdasarkan FOIL 1987 pasal 520.D. dan pasal 520. E. Kapasitas arus pemutus Fuse, MCB dan TOR

1. Kapasitas arus pemutus Fuse yang mengamankan rangkaian akhir satu buah motor, adalah

$$I_{\text{FUSE}} = 3 \times I_n \text{ untuk pengaman cepat}$$

$$I_{\text{FUSE}} = 2.2 \times I_n \text{ untuk pengaman lambat}$$

2. Kapasitas arus pemutusan MCB yang mengamankan rangkaian akhir satu buah motor yaitu

$$I_{\text{MCB}} = I_n \text{ motor } \times \%$$

Keterangan

$I_n$  = arus nominal motor yang diamankan

X = 250% untuk motor rotor sangkar dan sinkron dengan sistem starting DOL, atau menggunakan alat bantu, kecuali auto trafo dan reaktansi tinggi

X = 200% untuk motor rotor sangkar dan sinkron dengan starting auto trafo dan reaktansi tinggi

X = 150%, untuk motor rotor belitan dan motor arus searah •

3. Kapasitas arus pemutusan MCB yang mengamankan rangkaian akhir lebih dari satu buah motor adalah :

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

4. Kapasitas arus pemutus TOR yang mengamankan motor adalah sama dengan arus nominal motor yang diamankan.

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



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

##### a. Waktu

Pembuatan tugas akhir ini akan dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Agustus 2020 sampai dengan februari 2021 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

##### b. Tempat

Penelitian dilaksanakan di pabrik minyak pada PT. Sampurna Sputnik

#### B. Metode Penelitian

##### 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.

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 pada sistem kelistrikan pada sistem control pabrik minyak di PT. Sampurna Sputnik, 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 pada sistem kelistrikan pada sistem control pabrik minyak di PT. Sampurna Sputnik

### **C. Gambar Blok Diagram**

#### **1. Line Diagram**



**Gambar 3.3.1 Blok Line Diagram**

A = Penggilingan I (pertama)

B = Penggilingan ke II (kedua)

C = Pengepresan I (pertama)

D = Pengepresan ke II (kedua)

E = Bak penampungan

## 2. Proses Pengolahan Minyak

Dalam pengolahan bahan baku yang berasal dari kopra sampai menjadi minyak, mempunyai beberapa tahap proses. Oleh karena itu penulis menguraikan secara singkat tahap-tahap proses yang digunakan dari bahan baku yaitu kopra sampai bahan jadi seperti berikut :

Proses pertama adalah pemecahan kopra atau penggilingan yang menggunakan motor induksi tipe sangkar tupai sebagai penggerakannya, dimana hasil penggilingan ini diangkat menuju motor ke 2 ( dua) dengan menggunakan rel berjalan yang juga digerakkan oleh motor 1. Sedangkan motor ke 2 (dua) yang bekerja seperti motor 1, hanya motor kedua ini berfungsi sebagai penggiling yang lebih halus setelah penggilingan pertama. Motor yang bekerja pada proses pertama yaitu proses penggilingan pertama. Motor yang bekerja pada proses pertama yaitu proses penggilingan ; dikerjakan oleh motor 1 dan motor 2 dengan menggunakan *starting* sistem DOL.

Proses ke 2 ( dua ) adalah merupakan penggabungan antara proses pemanasan dan pengepresan I (pertama), dari kopra yang telah digiling pada proses pertama yaitu motor satu dan dua ( M1 dan M2 ) seperti pada gambar line diagram. Proses kedua ini merupakan proses yang sudah

menghasilkan minyak dari pengepresan, dimana minyak tersebut dialirkan menuju ke bak penampungan I (pertama) melalui saluran tanpa digerakkan oleh motor. Proses pengepresan ini dikerjakan oleh dua buah motor, yaitu motor ketiga dan keempat (M3 dan M1), dimana motor ketiga bekerja sebagai pengepres pertama. Karena pada pengepresan pertama belum dianggap sempurna, sebab masih banyak sisa-sisa ampas yang masih mengandung minyak, maka perlu dipres sekali lagi oleh motor ke empat ( seperti pada line diagram ). Hasil pengepresan kedua ini yang sudah menghasilkan minyak ditiriskan pada saluran yang sama seperti pengepresan pertama. Pada motor tiga dan empat yang berfungsi sebagai pengepres, keduanya menggunakan sistem starting bintang segitiga.

Sedangkan dalam proses tahap ketiga adalah proses pemindahan atau penampungan minyak dari bak I (pertama) ke bak penampungan kedua dimana proses pemindahan yang digunakan sekarang masih menggunakan sistem manual.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Data Hasil Penelitian

##### Peralatan yang digunakan

##### a. Untuk Penggilingan Pertama

1. MCB 25A
2. Kontaktor 32A
3. TOR 15A
4. Saklar daya 25A

##### b. Untuk Penggilingan Kedua

1. MCB 10 A
2. Kontaktor 32A
3. TOR 15A
4. Saklar daya 25A

##### c. Pengepresan Pertama

1. Fuse 63A
2. Kontaktor 80A
3. TOR 50A
4. *Timer*
5. Trafo arus
6. Saklar daya 80A

##### d. Pengepresan Kedua

1. Fuse 63 A

2. Kontaktor 80A
  3. T O R 50A
  4. *Timer*
  5. Trafo arus
  6. Saklar daya 80A
- e. Bak Penampungan
1. M C B 10A
  2. M C B 25A
  3. Saklar daya 16A

#### **B. Sistem Kontrol**

Dengan melihat kondisi yang ada pada PT. Sampurna Sputaik, dan setelah penulis meng-analisa dari beberapa sistem kontrol yang digunakan, kenyataannya masih terdapat sistem pengontrolan yang kurang efisien. Hal ini dapat kita lihat pada proses pemompaan minyak dari bak penampungan pertama ke bak penampungan ke dua yang masih menggunakan sistem pengontrolan secara manual, sehingga kami mencoba merevisi atau memperbaiki sistem tersebut dengan merencanakan sistem kontrol yang bekerja dari manual menjadi otomatis oleh sebab itu kami merencanakan sistem kontrol yang bekerja dengan menggunakan sistem kontrol *on - off*, dimana kontrol *on - off* ini relatif mudah, sederhana dan tidak mahal tetapi dapat diandalkan.

### C. Prinsip kerja

Pengoperasian dari kontrol pompa minyak ini dilakukan dengan dua posisi yaitu :

- a. Posisi otomatis
- b. Posisi manual

Posisi otomatis adalah kontrol dapat bekerja sesuai dengan prinsip kerja pengoperasian kontrol ini. Prinsip kerja dari kontrol ini tergantung dari ketinggian permukaan minyak, dimana pengontrolan ketinggian permukaan minyak ini digunakan sakelar apung ( *Floating switch* sw.11, sw.21,sw.31 sw.33 dan sw.35 )

Posisi manual digunakan untuk pengecekan dari pengoperasian kontrol ini, selain itu juga dapat digunakan sebagai perawatan bila terjadi gangguan atau kerusakan peralatan dan bagian dari kontrol tersebut.

#### a. Cara kerja secara otomatis

Mula-mula minyak pada ketinggian di-bawah 0,5m kedua motor dalam keadaan *off*. Pada ketinggian ini minyak dalam bak I masih sedikit sekali, bila pada penampungan tersebut terjadi penambahan minyak maka lama-kelamaan minyak ini sampai pada ketinggian 0,5m maka sakelar apung sw.11 akan terdorong ke-atas, sehingga kontak-kontaknya terhubung dan akibatnya motor satu *on*.

Pengecekan dapat dilakukan dengan menekan tombol tekan sw,13 bila lampu indikator H16 menyala berarti ada aliran. Apa-bila yang menyala H17 ini berarti tidak ada aliran pada pipa saluran pertama.

Pada ketinggian 1,5m motor kedua be-kerja, had ini disebabkan sakelar apung sw.21 terdorong oleh ketinggian permukaan minyak yang dapat mengonkan sakelar apung tersebut. Jadi pada ketinggian 1,5m kedua motor bekerja bersama-sama. Walaupun kedua motor telah beroperasi namun penambahan minyak lebih banyak bila dibandingkan dengan pengeluaran, maka minyak tetap naik sampai pada ketinggian 3m Pada ketinggian ini sw.35 terdorong ke atas sehingga kontak-kontaknya terhubung dan mengakibatkan lampu isyarat H35 menyala, berarti produksi harus dikurangi dengan jalan mematikan sebagian motor pengepresan

Untuk ketinggian 2,8m pada bak kedua sw.31 terdorong ke atas oleh ketinggian minyak sehingga kontak-kontak dari sakelar apung on dan K31 terhubung. Dengan terhubungnya K31 ini kontak-kontak NO menjadi NC sehingga alarm memberikan isyarat agar motor pengepresan atau produksi dikurangi dengan jalan mematikan sebahagian motor pengepresan.

Pada ketinggian minyak 3m bak kedua sw.33 terdorong ke atas oleh ketinggian permukaan minyak dengan prinsip kerja sama dengan sw.31 yang menyebabkan motor pompa kedua off dengan bekerjanya K33.

**b. Cara kerja secara manual**

Pengoperasian dari pompa minyak dengan cara manual yaitu motor dapat di-operasikan secara bersamaan atau bergantian tanpa tanggapan dari sakelar pelampung bak I dan motor I dapat dimatikan secara manual manual sebelum bak II mencapai ketinggian 2,8 m, karena pada ketinggian ini sakelar apung ( sw31 ) bekerja sehingga kontak -kontaknya membuka dan

menutup, dengan membukanya NC K31 maka motor satu OFF, begitu pula motor dua dapat dioperasikan secara manual sebelum minyak mencapai ketinggian 3m karena pada ketinggian ini sw.32 bekerja sama halnya sw.31.

#### D. Data Teknis Mesin

Mesin-mesin di PT. Sampurna Sputnik yang dipasang sebagai pemompa minyak setelah pengepresan dari bak 1 ( pertama ) menuju bak ke 2 ( dua ), yaitu motor induksi sangkar tupai sebanyak dua buah dan mempunyai data teknis yang sama.

Adapun data-data mesin tersebut sebagai berikut:

Daya ( P ) = 3 Hp  
Tegangan sumber ( V ), 3 fasa = 220/380 V  
Frekuensi ( f ) = 50 Hz  
Faktor daya ( Cos  $\phi$  ) = 0.8  
Putaran ( n ) = 1200 rpm

#### E. Perhitungan Penentuan Kapasitas Arus Komponen

Berdasarkan data teknis yang telah diperoleh, maka kapasitas arus komponen dapat ditentukan dengan rumus seperti berikut ini.

##### a. Untuk arus nominal motor

Diketahui:

P = 3 Hp;

F = 50 Hz

V = 380 Volt;

$$\cos \theta = 0,8$$

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \theta}$$

$$I_n = \frac{3 \times 746}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,8}$$

$$I_n = 4,25 \text{ A}$$

b. Untuk arus **starting**

Diketahui:

Arus nominal ( $I_n$ ) = 4,25 A Karena sistem starting digunakan adalah sistem DOL, maka

$$\begin{aligned} I_{st} &= 6 \times I_n \\ &= 6 \times 4,25 \\ &= 25,5 \text{ A} \end{aligned}$$

c. Penentuan Fuse

Diketahui:

Arus nominal ( $I_n$ ) = 4,25 A

$$I_f = 2,5 \times I_n$$

$$I_f = 2,5 \times 4,25$$

$I_f = 10,6$  dalam perhitungan

$I_f = 16 \text{ A}$  yang digunakan

d. Penyatuan Miniatur Circuit Breaker (MCB)

Diketahui:

Arus nominal ( $I_n$ ) = 4,25 A

$$\begin{aligned}
 I_{MCA} &= 2,5 \times I_n \\
 &= 2,5 \times 4,25 \\
 &= 10,6 \text{ A (dalam perencanaan )}
 \end{aligned}$$

$I_{MCA}$  = yang digunakan adalah 16 A

e. Penentuan kontraktor

Diketahui;

$$\text{Arus nominal ( } I_n \text{ )} = 4,25 \text{ A}$$

$$\begin{aligned}
 I_g &= 6 \times I_n \text{ ( sistem DOL )} \\
 &= 6 \times 4,25 \\
 &= 25,5 \text{ A ( dalam perencanaan )} \\
 &= 25 \text{ A ( yang digunakan )}
 \end{aligned}$$

f. Penentuan Thermal Overload Relay ( TOR )

Dalam menentukan TOR harus lebih besar atau sama dengan arus starting ( $I_{tor}$  Is)

$$\text{Diketahui arus starting} = 25,5 \text{ A}$$

Jadi TOR yang digunakan adalah 25 A.

g. Penentuan kemampuan Hantar arus ( KHA ) dan penampang hantaran

Penentuan hantar arus dan penampang hantaran untuk motor-motor yang mensuplai satu buah motor listrik dapat ditentukan berdasarkan PUIL 2000 pasal 520 C1, dimana kemampuan hantar arus dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$Kha = 1,1 \times I_n \text{ motor}$$

Untuk motor yang mempunyai arus nominal 4,25 A, KHA hantarnya adalah :

$$\begin{aligned} K_h &= 1,1 \times I_n \\ &= 1,1 \times 4,25 \\ &= 4,675 \text{ A} \end{aligned}$$

#### F. Analisa

Berdasarkan PUIL 2000 tabel 710-4, untuk Kemampuan hantar arus =4,675 A digunakan luas penampang sebesar 1,5 mm<sup>2</sup> tetapi luas penampang hantaran minimum yang diperkenankan untuk instalasi daya berdasarkan peraturan yang dikeluarkan oleh Perusahaan listrik Negara ( S-PLN/ 2000, tentang peraturan instalasi listrik ) adalah mm<sup>2</sup>, maka penampang hantaran 1,5 mm<sup>2</sup> ( sesuai perhitungan ) tidak dapat digunakan, sehingga luas penampang hantaran minimum yang dipakai adalah 4 mm<sup>2</sup>

Dengan melihat sistem kontrol yang telah terpasang di PT. Sampurna Sputnik maka dapat dianalisa dari sekian tahap-tahap pengolahan, mulai dari bahan baku sampai bahan jadi. Pada kenyataannya masih ada proses yang sistemnya menyimpang dari aturan-aturan yang berlaku, dalam hal ini sebagai acuan yang berlaku, di negara kita yaitu peraturan umum instalasi listrik ( PUIL ) baik PUIL 2000 maupun PUIL 2000 Sebagai contoh proses penggilingan pertama ( I ) dimana kapasitas daya motor yaitu 10 Hp dengan sistem pengasutan direct on line ( DOL ) yang sebenarnya harus menggunakan pengasutan bintang segitiga ( PUIL ) 2000 pasal 520.

Disisi lain pada proses tahap ketiga yaitu proses pemindahan minyak dari bak penampungan pertama ke bak penampungan kedua, Yang merupakan pokok pembahasan kami dimana proses untuk memindahkan ( memompa ) minyak dari bak pertama ke bak kedua yang terpakai sekarang masih menggunakan sistem manual. Hal ini nampak sekali kekurangannya karena operator harus selalu mengontrol bak penampungan baik bak pertama maupun bak kedua setiap saat, walaupun belum sampai saatnya untuk dipompa.

Selain itu dengan menggunakan sistem kontrol secara manual, maka pada bak penampungan minyak jika motor pemompa beroperasi terus menerus sedangkan operator tidak ada ditempat. Bahkan menurut penjelasan yang kami dapat dari teknisi perusahaan yang bersangkutan, hal ini memang sering terjadi yaitu minyak sering terbuang percuma karena kelalaian operator.

Selain tersebut di atas sering pula terjadi penyumbatan pipa saluran minyak oleh kotoran tanpa diketahui oleh operator dengan secepatnya sehingga terjadi beban lebih pada motor. Hal ini jika sering terjadi maka dapat memperpendek umur dari pada sistem kontrol dan motor itu sendiri. Oleh karena itu dengan perencanaan yang kami buat maka hal ini dapat diatasi dengan menggunakan sakelar alir yang dapat mengetahui ada atau tidaknya aliran, dimana sakelar alir ini dipasang pada pipa saluran minyak.

Dengan melihat uraian-uraian diatas maka penulis mencoba merevisi atau : memperbaiki sistem tersebut dengan merencanakan dari sistem kontrol secara manual menjadi sistem kontrol secara otomatis.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

1. Sistem kontrol yang terdapat pada PT. Sampurna Sputnik menggunakan sistem kontrol *on-off* yang dapat bekerja secara manual dan otomatis.
2. Untuk Kemampuan hantar arus = 4,675 A digunakan luas penampang sebesar 1,5 mm<sup>2</sup> tetapi luas penampang hantaran minimum yang diperkenankan untuk instalasi daya berdasarkan peraturan yang dikeluarkan oleh Perusahaan Listrik Negara, tentang peraturan instalasi listrik, maka penampang hantaran 1,5 mm<sup>2</sup> sesuai perhitungan tidak dapat digunakan, sehingga luas penampang hantaran minimum yang dipakai adalah 4 mm<sup>2</sup>

#### B. Saran – saran

1. Untuk mengurangi arus mula agar tidak terlalu besar pada proses pertama dengan daya 10 Hp, maka sebaiknya starting motor dengan sistem *Direct On Line* (DOL) diubah dengan sistem starting bintang segitiga (I-A),
2. Agar pengaman yang terdapat dalam panel induk lebih handal dan efisien, kiranya pengaman yang menggunakan Fuse diganti dengan Miniatur Circuit Breker (MCB).
3. Untuk mengetahui ada atau tidaknya aliran pada pipa saluran minyak, sebaiknya dipasang sakelar alir.
4. Setelan sistem kontrol yang bekerja secara otomatis, kiranya pihak perusahaan dapat dijadikan - bahan pertimbangan untuk merevisi sistem kontrol yang telah terpakai sekarang.

## DAFTAR PUSTAKA

*Ground Level Systems*. 2019. *awThe importance of electrical ground testing*. (<http://groundlevelsystems.com/electrical-ground-testing>, diakses pada Rabu, 20 April 2019)

Harten Van P. Setiawan E, Ir. *Instalasi Listrik Arus Kuat I dan 3*, Bina Cipta

Hasim. 2019. *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga & Pengetanahan Peralatan*. Jakarta: Erlangga.

*Inspecting The World 2013. Used as Grounding Electrodes*, (<http://www.nachi.org/rebar.htm>, diakses pada Rabu, 18 November 2015)

More, Holly. 2018. *Matlab for Engineer*. Jakarta: Pearson.

Pabla, As dan Abdul Hadi. 2019. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta : Erlangga.

Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000

Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. IT Pradnya Paramita, Jakarta 2019.

Sufarso dan Haruo Tahara *Pompa dan Kompresor*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 2019.

Sumardjati, Prih dkk 2019. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Zuhal, *Dasar Tenaga Listrik*, ITB Bandung, 1991.