

**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN PROTEKSI MOTOR INDUKSI 3 FASA  
MENGUNAKAN *THERMAL OVERLOAD RELAY* DAN *PHASE FAILURE  
RELAY***

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL



**Disusun Oleh :**

**Stefanus Yanuarius Gaja**

**NIM : 1552004**

MALANG

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK DIPLOMA TIGA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2018**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN PROTEKSI MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN  
THERMAL OVERLOAD RELAY DAN PHASE FAILURE RELAY**

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi syarat-syarat guna mencapai gelar  
akhir madya teknik listrik diploma tiga*



**Disusun Oleh:**

**Nama : Stefanus Yanuarius Gaja  
Nim : 1552004**

**Diperiksa dan Disetujui,**

Dosen Pembimbing I

( Ir. Eko Nurcahyo, MT )  
NIP.Y. 1028700172

Dosen Pembimbing II

( Lauhil Mahfudz Hayusman, ST.MT )  
NIP. P. 1031400472

**Mengetahui,**

Program Studi Teknologi Listrik DIII  
Ketua

( Ir. Eko Nurcahyo, MT )  
NIP.Y.1028700172

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat dan karunia-nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya dengan “**judul Rancang Bangun Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan *Thermal Overload* dan *Phase Failure Relay*”**”.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar ahli madya Program Studi Teknik Listrik DIII di Institut Teknologi Nasional Malang. Selama penyelesaian Tugas akhir ini, berbagi pihak telah memberikan fasilitas, membantu, membina, dan membimbing penulis, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Insitut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. F. Yudi Limpratono, ST,.MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri
3. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, MT selaku Ketua Program Studi Teknologi Listrik DIII Institut Teknologi Nasioanal Malang.
4. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Lauhil Mahfudz Hayusman, ST,.MT selaku Dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan
5. Bapak / Ibu Dosen khususnya Ketua Program Studi Teknologi Listrik DIII Institut Teknologi Nasioanal Malang, yang telah membekali penulis dengan beberapa ilmu yang berguna.
6. Teman-teman seperjuangan, Angkatan 2015 yang telah berdiskusi dan bekerjasama dengan penulis selama masa pendidikan.

Penulis menyadari, Tugas Akhir ini masih banyak kelemahan dan kekurangannya. Karena itu kritik dan saran dari pembaca, penulis harapkan untuk perbaikan laporan tugas akhir ini.

Malang, Januari 2018

Penulis

# **RANCANG BANGUN PROTEKSI MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN *THERMAL OVERLOAD RELAY DAN PHASE FAILURE RELAY***

Stefanus Yanuarius Gaja, NIM 1552004, Dosen pembimbing I Ir. Eko Nurcahyo, MT Dosen pembimbing II Lauhil Mahfudz Hayusman, ST., MT Program Studi Teknik Listrik D-III, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

## ***ABSTRAK***

Motor listrik salah satunya adalah motor induksi yang banyak digunakan di industri untuk proses produksi. Hal ini dikarenakan motor induksi memiliki beberapa keunggulan diantaranya konstruksi sangat kuat, perawatan motor yang relatif mudah dan efisiensi relatif tinggi, di bandingkan motor jenis DC diantaranya motor DC Shunt, motor DC Seri, dan motor DC kompon.

Dalam rancang bangun proteksi motor induksi 3 fasa menggunakan thermal overload relay dan phase failure relay. Penulis mencoba merancang sistem proteksi salah satu fasa hilang, beban lebih, Over voltage dan Under voltage.

Gangguan yang sering terjadi pada motor induksi tiga fasa seperti *overload*, salah satu fasa terlepas, *under voltage* dan *over voltage*. Gangguan *overload* terjadi karena beban yang ditanggung oleh motor terlalu besar, sehingga terjadi lonjakan arus yang melebihi arus nominal pada motor yang membuat motor mengalami kerusakan. Gangguan *phase failure*, yang disebabkan oleh terlepasnya salah satu fasa atau salah dua sambungan sumber tiga fasa yang mengakibatkan beban tidak dipasok dengan baik. Gangguan *over voltage* disebabkan karena tegangan yang melewati sistem melebihi tegangan yang dibutuhkan. Gangguan *over voltage* dapat menyebabkan *over speed* pada motor dan berakir dengan kerusakan. Gangguan *under voltage* di sebabkan karena tegangan yang dibutuhkan tidak stabil atau menurun, sehingga motor tidak bekerja dengan stabil.

Kata kunci : *Thermal Overload Relay dan Phase Pailure Relay*, Motor Induksi 3 fasa.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	2
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Motor Induksi 3 Fasa .....	4
2.1.1 Konstruksi Motor induksi 3 Fasa .....	5
2.1.2 Jenis Motor induksi tiga fasa dari segi Rotor .....	6
2.1.3 Motor induksi 3 fasa rotor sangkar tupai .....	6
2.1.4 Motor induksi 3 fasa rotor belitan.....	7
2.1.5 Prinsip kerja motor induksi 3 fasa .....	8
2.2 <i>Thermal Overload Relay</i> .....	9
2.2.1 Prinsip Kerja <i>Thermal Overload</i> .....	10
2.3 MCB ( <i>Miniature Circuit Breaker</i> ).....	10
2.3.1 Prinsip Kerja <i>MCB</i> .....	11
2.3 PFR ( <i>Phase Failure Relay</i> ).....	13

2.4.2 Fungsi <i>phase failure relay</i> .....	13
2.4.2 Prinsip kerja <i>phase failure relay</i> .....	14
2.5 Kontaktor .....	16
2.5.1 Prinsip Kerja Kontaktor .....	16
2.5.2 Aksesoris kontaktor .....	17
2.5.3 Aplikasi kontaktor.....	18
2.6 jenis kabel listrik yang umum dipakai dan <i>nomenklatur-nya</i> .....	19
2.6.1 KHA (Kuat Hantar Arus).....	21
2.7 Tombol tekan .....	23
<b>BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT</b>	
3.1 Perencanaan Konstruksi Alat.....	25
3.2 Diagram Blok Rangkaian .....	25
3.3 Menentukan kemampuan pengaman beban dan penghantar .....	25
3.3.1 Pengaman <i>MCB</i> .....	26
3.3.2 Pengaman kontaktor .....	27
3.3.3 Ukuran penampang penghantar (A).....	27
3.3.4 Pengaman <i>Thermal Overload Relay</i> .....	28
3.4 FLOW CHART.....	28
3.5 Prinsip kerja Alat .....	29
3.5.1 Prinsip kerja alat jika kehilangan salah satu fasa.....	29
3.5.2 prinsip kerja alat jika tegangan <i>Over voltage</i> dan <i>Under voltage</i> ....	29
3.5.2 Prinsip kerja alat jika terjadi beban lebih ( <i>overload</i> ) .....	30
<b>BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA</b>	
4.1 Pengujian alat.....	31
4.2 Data motor induksi 3 fasa .....	31
4.3 Gambar Alat.....	31
4.4 Pengujian pada <i>Phase Failure Relay</i> kehilangan salah satu fasa .....	31
4.4.1 Tujuan .....	31
4.4.2 Pengujian alat.....	32

4.4.3	Prosedur pengujian.....	32
4.5	Pengujian pada saat <i>Over voltage</i> .....	32
4.5.2	Pengujian alat.....	32
4.5.3	Prosedur pengujian.....	32
4.6	Pengujian pada saat <i>under voltage</i> .....	33
4.6.1	tujuan .....	33
4.6.2	pengujian alat .....	33
4.6.3	prosedur pengujian.....	34
4.7	Pengujian pada saat <i>Overload</i> .....	34
4.7.1	Mengetahui pada saat terjadi beban lebih (overload) .....	34
4.7.2	Pengujian alat.....	34
4.8	Analisa salah satu fasa terlepas.....	34
4.9	Analisa pada saat tegangan <i>Over Voltage</i> .....	35
4.10	Analisa pada saat tegangan <i>Under Voltage</i> .....	35
4.11	Analisa pada saat <i>Overload</i> .....	35
<b>BAB V Kesimpulan dan Saran</b>		
5.1	KESIMPULAN .....	36
5.2	SARAN .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>37</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi Motor Induksi .....	5
Gambar 2.2 Komponen Stator Motor Induksi Tiga Phasa .....	5
Gambar 2.3. Rotor Sangkar .....	6
Gambar 2.4 Konstruksi Motor Induksi Rotor Sangkar .....	7
Gambar 2.5 Skematik Diagram Motor Induksi Rotor Belitan .....	7
Gambar 2.6. Konstruksi Rotor Belitan .....	8
Gambar 2.8. Penampang Rotor dan Stator .....	8
Gambar 2.9. Thermal Overload Relay .....	9
Gambar 2.10. MCB (Miniatur Circuit Breaker) .....	10
Gambar 2.11. Phase <i>Failure phase</i> .....	13
Gambar 2.12 Cara pemasangan <i>Phase failure relay</i> .....	14
Gambar 2.13 <i>Rangkaian Phase failure Relay</i> .....	15
Gambar 2.14 Kontaktor magnet .....	16
Gambar 2.15 Simbol Kontaktor .....	17
Gambar 2.16 Cara Kerja Kontaktor .....	19
Gambar 2.27 kabel tipe NYA .....	20
Gambar 2.18 kabel tipe NYM.....	20
Gambar 2.19 kabel tipe NYY .....	21
Gambar 2.20 Bentuk fisik tombol tekan .....	23
Gambar 2.21 Simbol tombol tekan .....	24
Gambar 3.1 Nameplate motor.....	25
Gambar 3.2 Perhitungan nilai proteksi dari puil 2000 .....	26
Gambar 3.3 Rangkaian pengaman dan Rangkaian kontrol .....	29

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 KHA jenis NYA.....	22
Tabel 2.2 KHA jenis NYM.....	22
Tabel 2.3 KHA jenis NYY.....	23
Tabel 3.1 Kemampuan Hantar Arus .....	27
Tabel 4.1 pengujian arus saat salah satu fasa hilang.....	32
Tabel 4.2 pengujian pada saat <i>Over Voltage</i> .....	33
Tabel 4.3 pengujian pada saat <i>Under Voltage</i> .....	34

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Berita Acara Tugas Akhir .....	
Lembar Perbaikan Tugas Akhir .....	
Formulir Perbaikan Tugas Akhir .....	
Formulir Bimbingan Tugas Akhir .....	

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Motor listrik salah satunya adalah motor induksi yang banyak digunakan di industri untuk proses produksi. Hal ini dikarenakan motor induksi memiliki beberapa keunggulan diantaranya konstruksi sangat kuat, perawatan motor yang relatif mudah dan efisiensi relatif tinggi, di bandingkan motor jenis DC diantaranya motor DC Shunt, motor DC Seri, dan motor DC kompon.

Motor induksi 3 fasa merupakan peralatan yang sering bekerja dalam waktu yang lama. Dalam pembahasan ini mengenai gangguan yang sering terjadi pada motor induksi tiga fasa seperti *overload*, salah satu fasa terlepas, *under voltage* dan *over voltage*. Gangguan *overload* terjadi karena beban yang ditanggung oleh motor terlalu besar, sehingga terjadi lonjakan arus yang melebihi arus nominal pada motor yang membuat motor mengalami kerusakan. Gangguan *phase failure*, yang disebabkan oleh terlepasnya salah satu fasa atau salah dua sambungan sumber tiga fasa yang mengakibatkan beban tidak dipasok dengan baik. Gangguan *over voltage* disebabkan karena tegangan yang melewati sistem melebihi tegangan yang dibutuhkan. Gangguan *over voltage* dapat menyebabkan *overspeed* pada motor dan berakir dengan kerusakan. Gangguan *under voltage* di sebabkan karena tegangan yang dibutuhkan tidak stabil atau menurun, sehingga motor tidak bekerja dengan stabil. Untuk mencegah terjadinya hal tersebut diberikan sistem proteksi untuk melindungi peralatan yang ingin dijaga, agar gangguan tidak semakin luas. Permasalahan tersebut diharapkan akan teratasi, dengan merancang proteksi motor induksi 3 fasa menggunakan *Thermal Overload dan Phase Failure Relay*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada tugas akhir ini akan dibahas beberapa hal, antar lain:

1. Bagaimana melakukan perancangan sistem proteksi motor induksi, meliputi proteksi beban lebih, kehilangan salah satu fasa, *Under Voltage* dan *Over Voltage*.
2. Bagaimana cara kerja alat proteksi pada saat beban lebih, kehilangan salah satu fasa, *Over Voltage* dan *Under Voltage*
3. Bagaimana cara pengujian alat yang telah di rancang.

## 1.3 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah melakukan perancangan sistem proteksi motor induksi 3 fasa menggunakan *Thermal Overload Relay* dan *Phase Failure Relay*.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Motor induksi yang di gunakan adalah motor induksi 3 fasa, merek Shan hai, kapasitas 1,5 kW, tegangan 220/380 V, arus 6-4/3-7 A, frekuensi 50 Hz.
2. Relay proteksi yang di gunakan *Thermal Overload Relay* kapasitas 6.1 A dan *Phase Failure Relay* kapasitas 6,1 A.
3. Pengujian dilakukan di laboratorium Instalasi Kelistrikan.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Dalam menyusun tugas akhir ini disusun menjadi beberapa bab dan diuraikan dengan pembahasan sesuai dengan daftar isi. Sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Pada bab ini meliputi tentang, teori dasar, serta referensi yang digunakan sebagai acuan serta landasan bagi penulis mengenai permasalahan yang berhubungan dengan alat yang dibuat pada tugas akhir ini.

**BAB III: PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Dalam bab ini berisi mengenai perencanaan dan pembuatan alat yang sesuai dengan Judul Tugas Akhir serta indentifikasi kebutuhan perancangan sistem yang menggambarkan mekanisme dari alat yang akan dibuat.

**BAB IV: ANALISA DAN PENGUJIAN ALAT**

Bab ini berisi tentang analisa keseluruhan dan pengujian alat yang dibuat.

**BAB V : PENUTUP**

Merupakan bab terakhir yang berisikan kesimpulan dan saran.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Motor Induksi 3 Fasa**

Motor induksi adalah motor listrik arus bolak balik (AC) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan putar pada stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan pada stator terdapat selisih putaran yang disebut slip. Motor induksi, merupakan motor yang memiliki konstruksi yang baik, harganya lebih murah dan mudah dalam pengaturan kecepatan, stabil ketika berbeban dan mempunyai efisiensi tinggi. Motor induksi adalah motor (AC) yang paling banyak digunakan dalam industri dengan skala besar maupun kecil, dan dalam rumah tangga. Motor induksi ini pada umumnya hanya memiliki satu suplai tenaga yang mengeksitasi belitan stator. Belitan rotornya tidak terhubung langsung dengan sumber tenaga listrik, melainkan belitan ini dieksitasi oleh induksi dari perubahan medan magnetik yang disebabkan oleh arus pada belitan stator. Hampir semua motor ac yang digunakan adalah motor induksi, terutama motor induksi tiga fasa yang paling banyak dipakai di perindustrian karena banyak memiliki keuntungan, tetapi ada juga kelemahannya.

a) Keuntungan motor induksi tiga fasa:

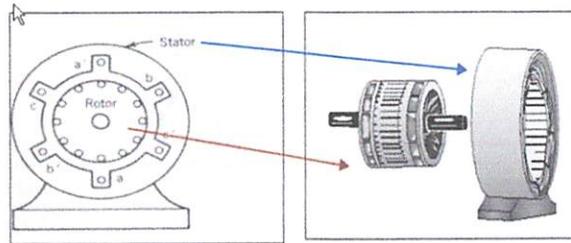
- Motor induksi tiga fasa sangat sederhana dan kuat.
- Biayanya murah dan dapat diandalkan.
- Motor induksi tiga fasa memiliki efisiensi yang tinggi pada kondisi kerja normal.
- Perawatannya mudah

b) Kerugian motor induksi tiga fasa:

- Kecepatannya tidak bisa bervariasi tanpa merubah efisiensi.
- Kecepatannya tergantung beban.
- Pada torsi start memiliki kekurangan.

### 2.1.1 Konstruksi motor induksi tiga fasa

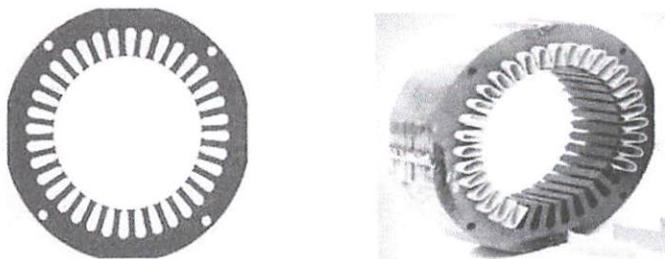
Motor induksi adalah motor ac yang paling banyak dipergunakan, karena konstruksinya yang kuat dan karakteristik kerjanya yang baik. Secara umum motor induksi terdiri dari rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak, sedangkan stator bagian yang diam. Diantara stator dengan rotor ada celah udara yang jaraknya sangat kecil.



Gambar 2.1 Konstruksi Motor Induksi

(Sumber <https://www.google.co.id/url?sa=i&rct=j&q=>)

Komponen stator adalah bagian terluar dari motor yang merupakan bagian yang diam dan mengalirkan arus fasa. Stator terdiri atas tumpukan laminasi inti yang memiliki alur yang menjadi tempat kumparan dililitkan yang berbentuk silindris. Alur pada tumpukan laminasi inti di isolasi dengan kertas. Tiap elemen laminasi inti dibentuk dari lembaran besi. Tiap lembaran besi tersebut memiliki beberapa alur dan beberapa lubang pengikat untuk menyatukan inti. Tiap kumparan tersebar dalam alur yang disebut belitan fasa dimana untuk motor tiga fasa, belitan tersebut terpisah secara listrik sebesar 120 Kawat kumparan yang digunakan terbuat dari tembaga yang dilapis dengan isolasi tipis. Kemudian tumpukan inti dan belitan stator diletakkan dalam cangkang silindris. berikut ini contoh lempengan laminasi inti. Lempengan intiyang telah disatukan, belitan stator yang telah diletakkan pada cangkang luar untuk motor induksi tiga fasa.



Gambar 2.2 Komponen Stator Motor Induksi Tiga Fasa

(Sumber <http://sisfo.itp.ac.id/bahanajar>)

### 2.1.2 Jenis Motor Induksi Tiga Fasa Dari Segi Rotor

Ada dua jenis motor induksi tiga fasa berdasarkan rotornya yaitu:

- a) Motor induksi tiga fasa rotor sangkar tupai
- b) Motor induksi tiga fasa rotor belitan

Kedua motor ini bekerja pada prinsip yang sama dan mempunyai prinsip konstruksi stator yang sama tetapi berbeda dalam konstruksi rotor.

### 2.1.3 Motor induksi tiga fasa rotor sangkar tupai

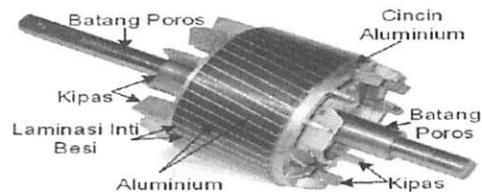
Penampang motor sangkar tupai memiliki konstruksi yang sederhana. Intistator pada motor sangkar tupai tiga fasa terbuat dari lapisan-lapisan pelat baja beralur yang didukung dalam rangka stator yang terbuat dari besi tuang atau pelat baja yang dipabrikasi. Lilitan-lilitan kumparan stator diletakkan dalam alur stator yang terpisah 120<sup>o</sup> derajat listrik. Lilitan fasa ini dapat tersambung dalam hubungan delta ( $\Delta$ ) ataupun bintang (Y)

➤ Rotor jenis sangkar

(a) Tipikal rotor sangkar



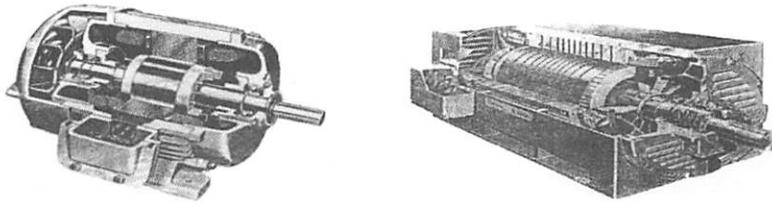
(b) Bagian – bagian rotor sangkar



Gambar 2.3 Rotor Sangkar

(Sumber <http://sisfo.itp.ac.id/bahanajar>)

Batang rotor dan cincin ujung motor sangkar tupai yang lebih kecil adalah coran tembaga atau aluminium dalam satu lempeng pada inti rotor. Dalam motor yang lebih besar, batang rotor tidak dicor melainkan dibenamkan kedalam alur rotor dan kemudian dilas dengan kuat kecincin ujung. Batang rotor motor sangkar tupai tidak selalu ditempatkan paralel terhadap poros motor tetapi kerap kali dimiringkan hal ini akan menghasilkan torsi yang lebih seragam dan juga mengurangi derau dengung magnetik sewaktu motor sedang berputar. Pada ujung cincin penutup diletakkan sirip yang berfungsi sebagai pendingin.

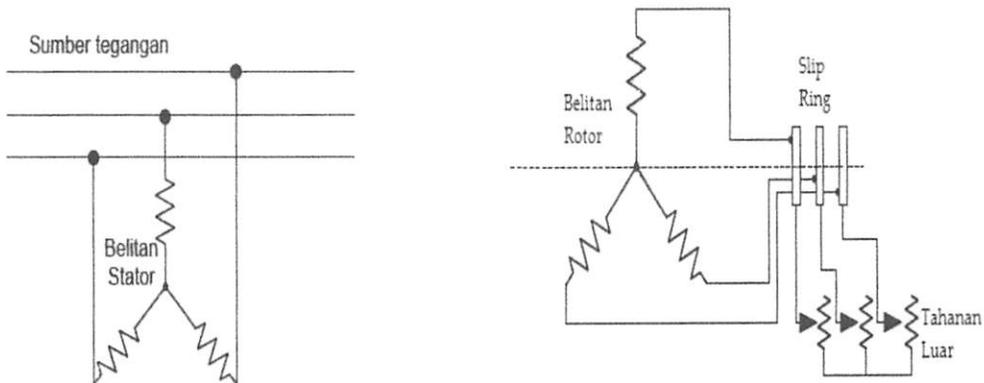


Gambar 2.4 Konstruksi Motor Induksi Rotor Sangkar.

(Sumber <http://sisfo.itp.ac.id/bahanajar>)

#### 2.1.4 Motor induksi tiga fasa rotor belitan

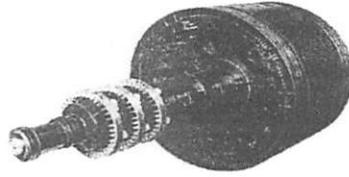
Motor rotor belitan (motor cincin slip) berbeda dengan motor sangkar tupai dalam hal konstruksi rotornya. Seperti namanya, rotor dililit dengan lilitan terisolasi serupa dengan lilitan stator. Lilitan fasa rotor dihubungkan secara Y dan masing-masing fasa ujung terbuka yang dikeluarkan kecincin slip yang terpasang pada poros motor. Secara skematik gambar ini dapat dilihat bahwa cincin slip dan sikat semata-mata merupakan penghubung tahanan kendali variabel luar kedalam rangkaian rotor.



Gambar 2.5 Skematik Diagram Motor Induksi Rotor Belitan

Sumber (<http://septianboediman.wordpress.com/2010/11/24/>.)

Pada gambar motor ini, cincin slip yang terhubung kesebuah tahanan variabel eksternal yang berfungsi membatasi arus pengasutan dan yang bertanggung jawab terhadap pemanasan rotor. Selama pengasutan, penambahan tahanan eksternal pada rangkaian rotor belitan menghasilkan torsi pengasutan yang lebih besar dengan arus pengasutan yang lebih kecil disbanding dengan rotor sangkar.

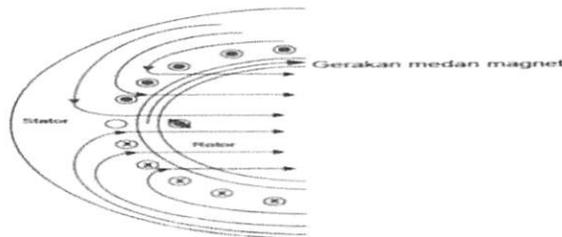


Gambar 2.6 Konstruksi Rotor Belitan

(Sumber <https://www.google.co.id/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&s>)

### 2.1.5 Prinsip kerja motor induksi tiga fasa

Motor induksi adalah peralatan pengubah energi listrik ke bentuk energi mekanik. Pengubahan energi ini bergantung pada keberadaan fenomena alami magnet, medan listrik, gaya mekanis dan gerak. Jika pada belitan stator diberi tegangan tiga fasa, maka pada belitan stator akan mengalir arus tiga fasa, arus ini menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron ( $n_s$ ). Medan magnet ini akan memotong belitan rotor, sehingga pada belitan rotor akan diinduksikan tegangan seperti halnya tegangan yang diinduksikan dalam lilitan sekunder transformator oleh fluksi yang dihasilkan arus pada belitan primer. Rangkaian rotor merupakan rangkaian tertutup, baik melalui cincin ujung atau tahanan luar. Tegangan induksi pada rotor akan menghasilkan arus yang mengalir pada belitan rotor. Arus yang mengalir pada belitan rotor berada dalam medan magnet yang dihasilkan stator, sehingga pada belitan rotor akan dihasilkan gaya ( $F$ ). Gaya ini akan menghasilkan torsi ( $\tau$ ) dan jika torsi yang dihasilkan lebih besar dari torsi beban, maka rotor akan berputar dengan kecepatan  $n_r$  yang searah dengan medan putar stator. Gambar dibawah ini menggambarkan penampang stator dan rotor motor induksi, dengan medan magnet diumpamakan berputar searah jarum jam.



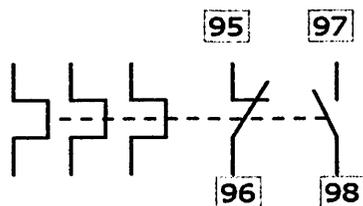
Gambar 2.8 Penampang Rotor dan Stator yang memperlihatkan Medan Magnet dalam Celah Udara.

(Sumber <http://sisfo.itp.ac.id/bahanajar>)

Untuk arah fluksi dan gerak yang ditunjukkan gambar diatas, penggunaan aturan tangan kanan fleming bahwa arah arus induksi dalam konduktor rotor menuju pembaca. Pada kondisi seperti itu, dengan konduktor yang mengalirkan arus berada dalam medan magnet seperti yang ditunjukkan, gaya pada konduktor mengarah keatas karena medan magnet di bawah konduktor lebih akurat dari pada medan diatasnya. Agar sederhana, hanya satu konduktor rotor yang diperlihatkan. Tetapi konduktor-konduktor rotor yang berdekatan lainnya dalam medan stator juga mengalirkan arus dalam arah seperti pada konduktor yang ditunjukkan, dan juga mempunyai suatu gaya kearah atas yang dikerahkan pada mereka. Pada setengah siklus berikutnya, arah medan stator akan dibalik, tetapi arus rotor juga akan dibalik, sehingga gaya pada rotor tetap keatas. Demikian pula konduktor rotor dibawah kutub-kutub medan stator lain akan mempunyai gaya yang semuanya cenderung memutar rotor searah jarum jam. Jika kopel yang dihasilkan cukup besar untuk mengatasi kopel beban yang menahan, motor akan melakukan percepatan searah jarum jam atau dalam arah yang sama dengan perputaran medan magnet stator.

## 2.2 *Thermal Overload Relay (TOR)*

*Thermal relay* atau *overload relay* adalah peralatan *switching* yang peka terhadap suhu dan akan membuka atau menutup kontaktor pada saat suhu yang terjadi melebihi batas yang ditentukan atau peralatan kontrol listrik yang berfungsi untuk memutuskan jaringan listrik jika terjadi beban lebih.



Gambar 2.9 Simbol *Thermal Over Load*

Sumber (<http://.google.co.id/url?cara-menghitung-thermal-overload-relay>)

<b>Terminal</b>	<b>Kontak</b>
95-96	NC
97-98	NO

Gambar 2.10 Kontak *Thermal Over Load*

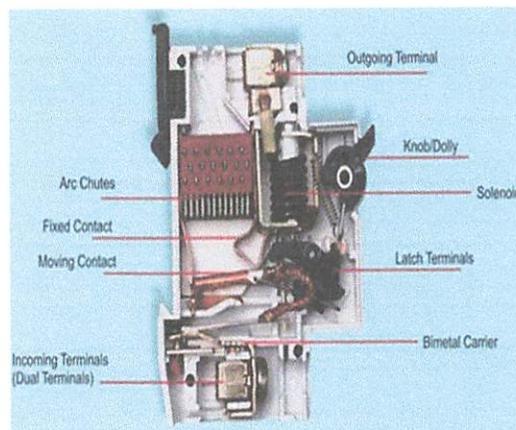
Sumber( <https://www.google.co.id/url?cara-menghitung-thermal-overload-relay>)

### 2.2.1 Prinsip Kerja *Thermal Overload Relay*

Sesuai dengan namanya proteksi motor ini menggunakan panas sebagai pembatas arus pada motor. Alat ini sangat banyak dipergunakan saat ini. Biasanya disebut *TOR*, *Thermis* atau *overload relay*. Cara kerja alat ini adalah dengan mengkonversi arus yang mengalir menjadi panas untuk mempengaruhi bimetal. Bimetal inilah yang menggerakkan tuas untuk menghentikan aliran listrik pada motor melalui suatu control motor starter (baca motor starter). Pembatasan dilakukan dengan mengatur besaran arus pada dial di alat tersebut.

### 2.3 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

*MCB (Miniature Circuit Breaker)* atau Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan. Dengan kata lain, *MCB* dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati *MCB* tersebut melebihi nilai yang ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, *MCB* dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual. *MCB* pada dasarnya memiliki fungsi yang hampir sama dengan Sekering (*FUSE*) yaitu memutuskan aliran arus listrik rangkaian ketika terjadi gangguan kelebihan arus. Terjadinya kelebihan arus listrik ini dapat dikarenakan adanya hubung singkat (*Short Circuit*) ataupun adanya beban lebih (*Overload*). Namun *MCB* dapat di-ON-kan kembali ketika rangkaian listrik sudah normal, sedangkan Fuse/Sekering yang terputus akibat gangguan kelebihan arus tersebut tidak dapat digunakan lagi.



Gambar 2.10 MCB (Miniatur Circuit Breaker)

Sumber: <https://www.google.co.id/sistem.blogspot.com> Pengertian-MCB

### 2.3.1 Prinsip Kerja MCB

Pada kondisi Normal, MCB berfungsi sebagai sakelar manual yang dapat menghubungkan (ON) dan memutuskan (OFF) arus listrik. Pada saat terjadi Kelebihan Beban (*Overload*) ataupun Hubung Singkat Rangkaian (*Short Circuit*), MCB akan beroperasi secara otomatis dengan memutuskan arus listrik yang melewatinya. Secara visual, kita dapat melihat perpindahan Knob atau tombol dari kondisi ON menjadi kondisi OFF.

### 2.3.2 Jenis-jenis MCB

Berdasarkan waktu pemutusannya, pengaman-pengaman otomatis dapat terbagi atas:

#### a) Otomat-L ( Untuk Hantaran

Pada Otomat jenis ini pengaman termisnya disesuaikan dengan meningkatnya suhu hantaran. Apabila terjadi beban lebih dan suhu hantarnya melebihi suatu nilai tertentu, elemen dwi logamnya akan memutuskan arusnya. Kalau terjadi hubung singkat, arusnya diputuskan oleh pengaman elektromagnetiknya. Untuk arus bolak-balik yang sama dengan 4 In-6 In dan arus searah yang sama dengan 8 In pemutusan arusnya berlangsung dalam waktu 0.2 detik.

#### b) Otomat-H (Untuk Instalasi Rumah)

Secara termis jenis ini sama dengan Otomat-L. Tetapi pengaman elektromagnetiknya memutuskan dalam waktu 0,2 sekon, jika arusnya sama

dengan 2,5 In–3 In untuk arus bolak-balik atau sama dengan 4 In untuk arus searah. Jenis Otomat ini digunakan untuk instalasi rumah. Pada instalasi rumah, arus gangguan yang rendah pun harus diputuskan dengan cepat. Sehingga jika terjadi gangguan tanah, bagian-bagian yang terbuat dari logam tidak akan lama bertegangan.

c) Otomat-G

Jenis Otomat ini digunakan untuk mengamankan motor-motor listrik kecil untuk arus bolak-balik atau arus searah, alat-alat listrik dan juga rangkaian akhir besar untuk penerangan, misalnya penerangan pabrik. Pengaman elektromagnetiknya berfungsi pada 8 In-11 In untuk arus bolak-balik atau pada 14 In untuk arus searah. Kontak-kontak sakelarnya dan ruang pemadam busur apinya memiliki konstruksi khusus. Karena itu jenis Otomat ini dapat memutuskan arus hubung singkat yang besar, yaitu hingga 1500 ampere.

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

- a) Tipe Z (rating dan breaking capacity kecil) Digunakan untuk pengaman rangkaian semikonduktor dan trafo-trafo yang sensitif terhadap tegangan.
- b) Tipe K (rating dan breaking capacity kecil) Digunakan untuk mengamankan alat-alat rumah tangga.
- c) Tipe G (rating besar) untuk pengaman motor.
- d) Tipe L (rating besar) untuk pengaman kabel atau jaringan.
- e) Tipe H untuk pengaman instalasi penerangan bangunan

Menurut karakteristik Tripnya, ada tiga tipe utama dari *MCB*, yaitu: tipe B, tipe C, dan tipe D yang didefinisikan dalam IEC 60898.

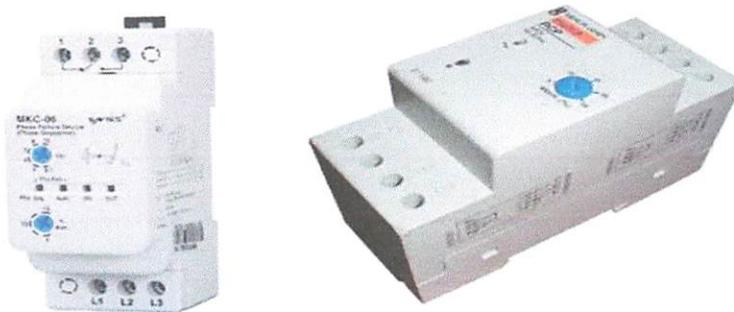
- a) *MCB* Tipe B, adalah tipe *MCB* yang akan trip ketika arus beban lebih besar 3 sampai 5 kali dari arus maksimum atau arus nominal *MCB*. *MCB* tipe B merupakan karakteristik trip tipe standar yang biasa digunakan pada bangunan domestik.
- b) *MCB* Tipe C, adalah tipe *MCB* yang akan trip ketika arus beban lebih besar 5 sampai 10 kali arus nominal *MCB*. Karakteristik trip *MCB* tipe ini

akan menguntungkan bila digunakan pada peralatan listrik dengan arus yang lebih tinggi, seperti lampu, motor dan lain sebagainya.

- c) *MCB* tipe D, adalah tipe *MCB* yang akan trip ketika arus beban lebih besar 8 sampai 12 kali arus nominal *MCB*. Karakteristik trip *MCB* tipe D merupakan karakteristik trip yang biasa digunakan pada peralatan listrik yang dapat menghasilkan lonjakan arus kuat seperti, transformator, dan kapasitor.

#### 2.4 *PFR (Phase Failure Relay)*

Adalah sebuah alat atau komponen yang sering digunakan untuk mengontrol kondisi tegangan 3 fasa yang mengalir pada suatu rangkain. Alat ini sebenarnya mempunyai prinsip kerja yang hampir sama dengan *TOR* atau *Thermal Overload Relay* yang biasa digunakan untuk mengamankan motor listrik dan kemungkinan beban lebih. Di dalam alat *PFR* ini terdapat sebuah relay yang akan bekerja apabila ada salah satu fasa yang lepas atau kurang kencang sehingga membuat suplay tegangan dan arus menjadi tidak stabil. Walaupun begitu alat ini masih ada sistem toleransinya jadi apabila semisal ada suatu fasa yang lepas atau kurang kencang alat ini tidak langsung bekerja melainkan akan mengontrol seberapa besar tegangan jatuh atau perbedaan tegangan antara fasa satu dengan yang lainnya atau bisa disebut ada jangka waktunya.



Gambar 2.11. *Phase Failure relay*

Sumber (<https://www.google.co.id/url?s2Frcp-relay-dan-phase-failure-relay>)

##### 2.4.1 Fungsi *phase failure relay*

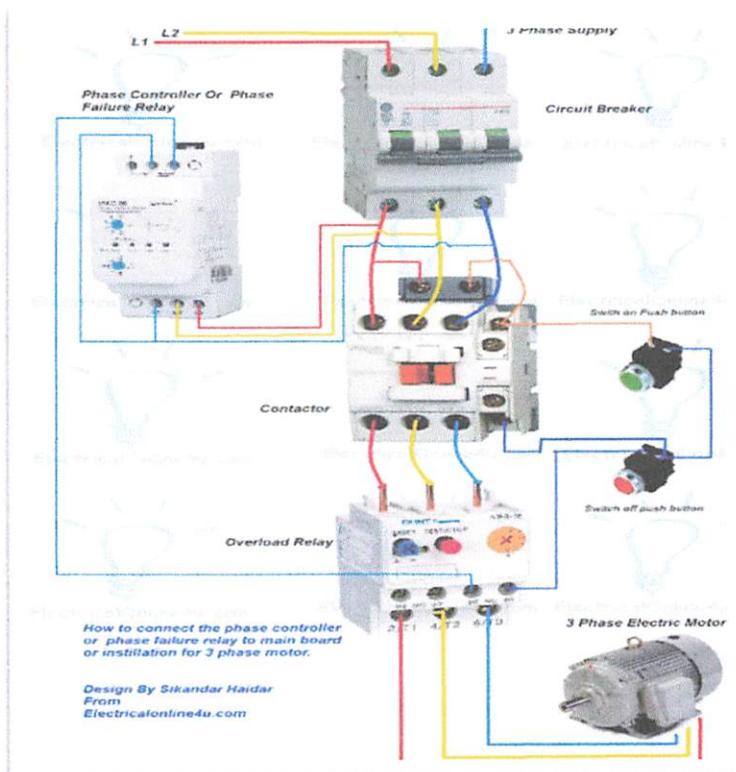
Fungsi utama dari alat adalah sebagai kontrol pengaman atau proteksi untuk mengamankan kontrol dari sebuah keadaan kondisi tegangan yang tidak efisien, seperti :

- Salah satu, dua fasa, atau ketiga fasanya hilang yang di maksudkan hilang adalah copot atau lepas.
- Urutan fasa yang salah  
Semisal mau mengoneksi ke motor listrik yang seharusnya R,S,T malah kebalik R,T,S maka alat ini akan bekerja.
- Tegangan *under voltage*  
Adalah tegangan dibawah batas normal biasanya.
- Tegangan *over voltage*  
Tegangan lebih atau kelebihan tegangan yang tidak sesuai dengan biasanya.

#### 2.4.2 Prinsip kerja *phase failure relay*

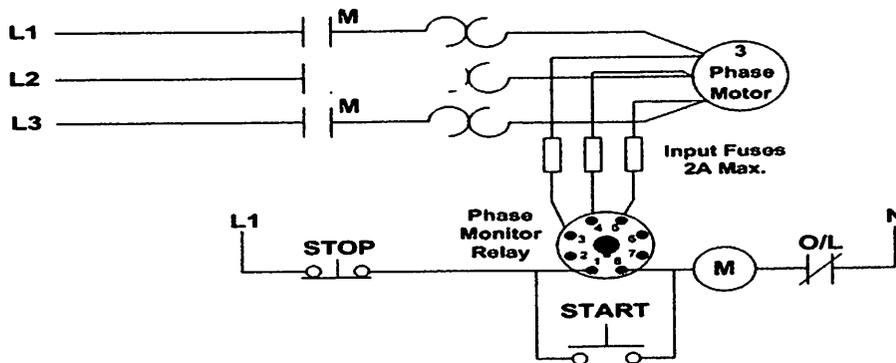
Alat ini akan bekerja pada saat ada salah satu fasa yang kurang stabil tegangannya. Maka kontak NO, NC dari alat ini akan bekerja semisal yang di pasang adalah NO maka akan menutup dan sebaliknya.

- Cara Pemasangan



Gambar 2.12 Cara pemasangan *Phase failure relay*

Sumber(<https://www.google.co.id/2Fpfr-relay-phase-failure>)



Gambar 2.13 Rangkaian Phase failure Relay

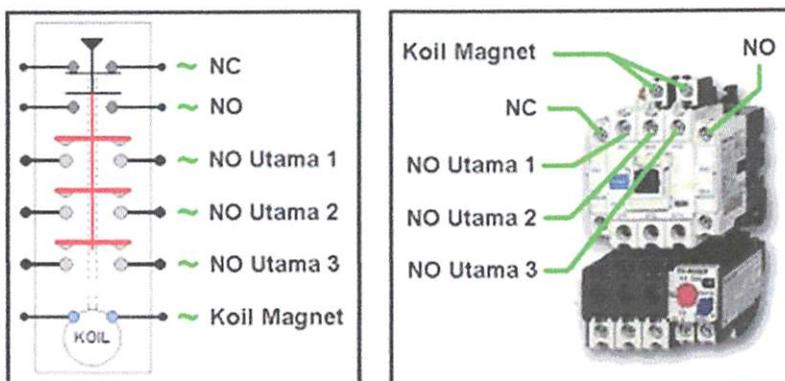
Sumber (<https://www.google.co.id/url? 2Fpfr-relay-phase-failure->)

- Pertama-tama laukan hubungan antara mcb sirkuit pemutus dan kontaktor / motor stater.
- Kemudian apakah hubungan antar 3 kawat antar kontak atau dan relay overload.
- Kemudian mendapatkan tiga koneksi fasa untuk perangkat kontrol fasa PF dan menghubungkan seperti yang ditunjukkan dalam diagram di atas.
- Kemudian mendapatkan koneksi L1 titik dalam perangkat PF dan terhubung ke jalur umum untuk relay di PF yang 2.
- Setelah itu lakukan hubungan antara PF point 3 dan kelebihan menyampaikan NC titik 96.
- Setelah mendapatkan koneksi dari titik relay overload 95 dan menghubungkan dengan kontaktor biasanya terbuka titik tambahan dan push button merah yang biasanya dekat.
- Kemudian mendapatkan koneksi kawat dari titik koneksi lainya dari saklar merah yang off tombol push dan terhubung ke saklar pada tombol push yang menekan tombol hijau yang memiliki kontak normal terbuka.
- Sekarang lakukan hubungan antara saklar hijau dan cont sisi lainya biasanya kontak bantu terbuka titik dan kemudian menghubungkan kawat sini dan menyediakanya untuk kumparan aktor cont.
- Sekarang mendapatkan koneksi L1 yang ditampilkan dengan warna merah dan terhubung ke kumparan sisi lain seperti yang ditunjukkan dalam diagram di atas.

- Sebuah terakir memberikan pasokan yang masuk ke *MCB (miniatur circuit sirkuit)* 3 tiang CB dan setelah itu beralih dari pemutus sirkuit dan melakukan koneksi antara motor listrik tiga fasa dan membebani kontak utama.

## 2.5 Kontaktor

Merupakan komponen listrik yang berfungsi untuk menyambungkan atau memutuskan arus listrik AC. Contactor atau sering juga disebut dengan istilah relay contactor dapat kita temui pada panel kontrol listrik. Pada panel listrik contactor sering digunakan sebagai selektor atau saklar transfer dan interlock pada sistem ATS. Berikut adalah bentuk contactor yang dapat kita temui.

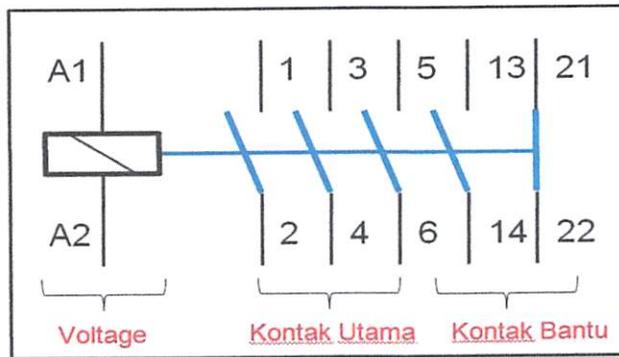


Gambar 2.14 Kontaktor magnet

Sumber (<https://www.google.co.id/url?kontaktor-magnetik-magnetic-contactor->)

### 2.5.1 Prinsip Kerja Kontaktor

Prinsip kerja contactor sama seperti relay, dalam contactor terdapat beberapa saklar yang dikendalikan secara elektromagnetik. Pada suatu contactor terdapat beberapa saklar dengan jenis NO (*Normaly Open*) dan NC (*Normaly Close*) dan sebuah kumparan atau coil elektromagnetik untuk mengendalikan saklar tersebut. Apabila coil elektromagnetik contactor diberikan sumber tegangan listrik AC maka saklar pada contactor akan terhubung, atau berubah kondisinya, yang semula OF menjadi ON dan sebaliknya yang awalnya ON menjadi OFF. Untuk memahami prinsip kerja contactor dapat dilihat dari gambar skema contactor berikut.



Gambar 2.15 Simbol Kontaktor

Sumber: <https://www.google.co.id/url?s2Fkontaktor-magnetik-contactor->

Pada saat terminal A1 dan A2 diberikan sumber tegangan maka coil akan menari tuas saklar pada contactor, setiap saklar dengan tipe NO (03 04, 13 14, 23 24) akan berubah menjadi ON dan setiap saklar tipe NC (31 32, 41 42) akan berubah menjadi OFF. Saklar contactor tipe NO pada umumnya memiliki kapasitas mengalirkan arus yang lebih besar daripada saklar tipe NC contactor. Kontaktor yang beredar dipasaran pada umumnya dibedakan berdasarkan kemampuannya dalam mengontrol tegangan listrik AC. Di pasaran contactor dibedakan menjadi 2 tipe yaitu:

- Kontaktor 1 Phase
- Kontaktor 3 phase

Kontaktor 1 phase digunakan untuk mengontrol arus listrik AC 1 phase, sedangkan contactor 3 phase digunakan untuk mengontrol aliran listrik AC 3 phase. Pada contactor 1 phase minimal terdapat 2 saklar utama, sedangkan pada contactor 3 phase minimal terdiri dari 3 saklar utama.

### 2.5.2 Aksesoris kontaktor

Kontaktor untuk keperluan khusus pada umumnya dilengkapi dengan beberapa aksesoris tambahan yang berfungsi untuk memaksimalkan kerja dari contactor tersebut. Beberapa bentuk aksesoris pada contactor adalah :

- Thermal Switch
- Timer Switch
- Interlock Switch
- Latch Block

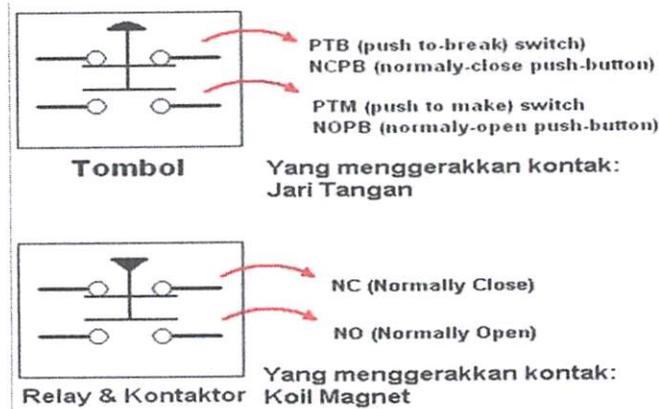
- Transient Voltage Block

Thermal switch pada contactor berfungsi sebagai pengaman contactor dari temperature yang berlebih, thermal switch ini akan aktif dan mematikan kontaktor apabila suhu pada contactor melebihi batas minimal temperature yang diseting. Timer switch berfungsi untuk mengontrol waktu ON suatu contactor. Timer switch pada contactor ini dapat diseting sesuai kebutuhan, sehingga periode ON suatu contactor dapat ditentukan secara manual menggunakan timer switch tersebut. Interlock switch pada contactor pada umumnya digunakan untuk melengkapi contactor pada saat digunakan pada sistem ATS (Automatic Transfer Switch) yang sering digunakan untuk memindahkan sumber daya listrik komersial dan Genset secara otomatis. Latch Block berfungsi untuk mengunci status contactor, dapat digunakan untuk mengunci agar selalu ON dan sebaliknya tergantung dari seting yang dilakukan terhadap contactor tersebut. Transient voltage block berfungsi untuk menahan tegangan transient akibat aktivasi kumparan atau tegangan induksi disekitar contactor agar tidak mempengaruhi kinerja contactor.

### 2.5.3 Aplikasi Kontaktor

Dapat kita temui dalam beberapa aplikasi berikut.

- Kontrol Lighting, pada sistem lighting daya besar seperti yang digunakan pada konser music atau sistem penerangan stadion olah raga dengan lampu daya besar selalu menggunakan contactor sebagai komponen penghubung atau pemutus arus listrik ke lampu lighting tersebut.
- Kontrol motor listrik, motor listrik 3 phase daya besar seperti yang digunakan dalam dunia industri membutuhkan kontaktor sebagai komponen penghubung atau pemutus arus listrik ke motor tersebut. Fungsi contactor sebagai kontrol pada motor listrik ini sering disebut dengan istilah magnetic starter.
- Transfer switch, transfer switch merupakan sistem pada ATS. Bagian ini selalu menggunakan kontaktor karena diperlukan kapasitas kontrol daya besar dan kecepatan transfer yang cepat yang dimiliki contactor.



Gambar 2.16 Cara Kerja Kontaktor

<https://listrikpemakaian.files.wordpress.com/2011/07/kontaktor008.jpg>

## 2.6 jenis kabel listrik yang umum dipakai dan nomenklatur-nya

Dalam instalasi listrik perumahan, paling tidak ada 3 jenis kabel listrik yang paling umum digunakan yaitu kabel jenis NYA, NYM dan NYY. Istilah NYA, NYM dan NYY ini merupakan tata nama atau *nomenklatur* pada kabel. PUIL 2000 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik tahun 2000) dalam lampiran C menjelaskan mengenai tata nama (*nomenklatur*) kabel ini. Dari lampiran tersebut, kabel NYA, NYM dan NYY berarti kabel standar berpenghantar tembaga (huruf “N”) dan berselubung isolasi dari PVC (*Poli Vinil Chlorid*) (huruf “Y”).

### a. Kabel NYA

Merupakan kabel berisolasi PVC dan berinti kawat tunggal. Warna isolasinya ada beberapa macam yaitu merah, kuning, biru dan hitam. Jenisnya adalah kabel udara (tidak untuk ditanam dalam tanah). Karena isolasinya hanya satu lapis, maka mudah luka karena gesekan, gigitan tikus atau gencetan. Dalam pemasangannya, kabel jenis ini harus dimasukkan dalam suatu conduit kabel. Berbicara mengenai conduit, pengertiannya adalah suatu selubung pelindung, ada yang berupa pipa besi, tetapi yang paling umum digunakan adalah pipa PVC (tetapi berbeda dengan pipa PVC untuk air). Conduit ini selain bertujuan melindungi kabel dari gangguan luar juga untuk memudahkan dalam hal pekerjaan penggantian atau penambahan kabel, karena hanya tinggal ditarik atau didorong saja. Bandingkan bila kabel tersebut ditanam dalam tembok tanpa conduit, tentu akan butuh pekerjaan tambahan berupa pembongkaran tembok.

Karena itu, sesuai tujuannya penggunaan conduit sebenarnya tidak terbatas pada jenis kabel NYA saja, tetapi bisa dipakai untuk kabel NYM atau NYY.



Gambar 2.27 kabel tipe NYA

sumber (<http://www.com/wp-content/uploads/2011/05/Kabel-NYA.jpg>)

b. Kabel NYM

Kabel jenis ini mempunyai isolasi luar jenis PVC berwarna putih (cara mengenalinya bisa dengan melihat warna yang khas putih ini) dengan selubung karet di dalamnya dan berinti kawat tunggal yang jumlahnya antara 2 sampai 4 inti dan masing-masing inti mempunyai isolasi PVC dengan warna berbeda. Jadi seperti beberapa kabel NYA yang dijadikan satu dan ditambahkan isolasi putih dan selubung karet. Kabel ini relative lebih kuat karena adanya isolasi PVC dan selubung karet. Pemasangannya pada instalasi listrik dalam rumah bisa tanpa conduit (kecuali dalam tembok sebaiknya menggunakan conduit seperti yang dijelaskan sebelumnya). Kabel ini dirancang bukan untuk penggunaan di bagian luar (outdoor). Tetapi penggunaan conduit sebagai pelindung bisa juga dipertimbangkan bila ingin dipasang di luar ruangan. Harganya yang jelas lebih mahal dari tipe kabel NYA.

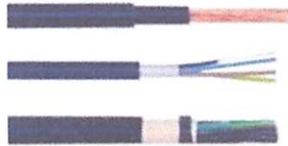


Gambar 2.18 kabel tipe NYM

Sember (<http://www.com/wp-content/uploads/2011/05/Kabel-NYM.jpg>)

c. Kabel NYY

Warna khas kabel ini adalah hitam dengan isolasi PVC ganda sehingga lebih kuat. Karena lebih kuat dari tekanan gencetan dan air, pemasangannya bisa untuk *outdoor*, termasuk ditanam dalam tanah. Kabel untuk lampu taman dan di luar rumah sebaiknya menggunakan kabel jenis ini. Harganya tentu lebih mahal dibanding dua jenis kabel sebelumnya.



Gambar 2.19 kabel tipe NYY

Sember (<http://www.com/wp-content/uploads/2011/05/Kabel-NYY.jpg>)

### 2.6.1 KHA (Kuat Hantar Arus)

Kabel listrik mempunyai ukuran luas penampang inti kabel yang berhubungan dengan kapasitas penghantaran arus listriknya. Dalam istilah PUIL, besarnya kapasitas hantaran kabel dinamakan dengan Kuat Hantar Arus (KHA). Ukuran kabel dan KHA-nya sebaiknya kita pahami dengan baik untuk menentukan pemilihan kabel yang sesuai dengan kapasitas instalasi listrik rumah kita. Besar kapasitas daya listrik dalam suatu instalasi listrik rumah berhubungan dari berapa besar langganan listrik dari PLN. Dalam hal ini adalah berapa besar rating MCB yang terpasang di kWh meter (lihat dalam artikel “MCB sebagai Proteksi dan Pembatas Daya Listrik (2)” untuk detailnya). Besarnya KHA kabel harus lebih besar dari rating MCB, karena prinsipnya adalah MCB harus trip sebelum kabelnya terkena masalah. Arus listrik yang melebihi KHA dari suatu kabel akan menyebabkan kabel tersebut menjadi panas dan bila melebihi daya tahan isolasinya, maka dapat menyebabkan rusaknya isolasi. Kerusakan isolasi bisa menyebabkan kebocoran arus listrik dan akibatnya bisa fatal seperti kesetrum pada manusia atau bahkan mengakibatkan terjadinya kebakaran. Faktor lain dalam menentukan pemilihan kabel dengan KHA-nya adalah mengenai peningkatan kebutuhan daya listrik di masa depan. Bila dalam beberapa tahun ke depan ternyata ada penambahan daya listrik langganan PLN, tentu lebih baik sedari awal dipersiapkan kabel dengan ukuran yang sedikit lebih besar untuk mengakomodasi

peningkatan kebutuhan daya listrik ini sehingga menghindari pekerjaan penggantian kabel. Tetapi perlu diperhatikan juga bila umur kabel ternyata sudah melewati 10 tahun. Pada kasus ini, pemeriksaan kondisi kabel dengan lebih teliti sebaiknya dilakukan untuk memastikan kabel masih dalam kondisi baik.

PUIL 2000 memberikan ketentuan mengenai besarnya diameter dari penghantar kabel dan maksimum KHA terus-menerus yang diperbolehkan pada kabel tipe NYA, NYM dan NYY.

Tabel 2.1 KHA jenis NYA

Tabel 7.3.1 KHA terus menerus yang diperbolehkan dan proteksi untuk kabel instalasi borinti tunggal berisolasi PVC pada suhu keliling 30 °C dan suhu penghantar maksimum 70 °C

Jenis Penghantar	Luas penampang nominal mm <sup>2</sup>	KHA terus menerus		KHA pengenal gawai proteksi	
		Pemasangan dalam pipa <sup>(1)</sup> sesuai 7.13	Pemasangan di udara <sup>(2)</sup> sesuai 7.12.1	Pemasangan dalam pipa	Pemasangan di udara
1	2	3	4	5	6
NYFA NYFAF NYFAZ NYFAD NYA NYAF NYFAw NYFAFw NYFAZw NYFADw dan NYL	0,5	2,5	-	2	-
	0,75	7	15	4	10
	1	11	19	6	10
	1,5	15	24	10	20
	2,5	20	32	16	25
	4	25	42	20	35
	6	33	54	25	50
	10	45	73	35	63
	16	61	98	50	80
	25	83	129	63	100
	35	103	158	80	125
	50	132	198	100	160
	70	165	245	125	200
	95	197	292	160	250

Tabel 2.2 KHA jenis NYM

Tabel 7.3.4 KHA terus menerus yang diperbolehkan untuk kabel instalasi berisolasi dan berselubung PVC, serta kabel fleksibel dengan tegangan pengenal 230/400 (300) volt dan 300/500 (400) volt pada suhu keliling 30 °C, dengan suhu penghantar maksimum 70 °C

Jenis kabel	Luas penampang mm <sup>2</sup>	KHA terus menerus	KHA pengenal gawai proteksi
		A	A
1	2	3	4
NYIF NYIFY NYPLYw NYM/NYM-0 NYRAMZ NYRUZY NYRUZYr NHYRUZY NHYRUZYr NYBUY NYLRZY, dan Kabel fleksibel berisolasi PVC	1,5	18	10
	2,5	26	20
	4	34	25
	6	44	35
	10	61	50
	16	82	63
	25	108	80
	35	135	100
	50	168	125
	70	207	160
	95	250	200
	120	292	250
	150	335	250
	185	382	315
	240	453	400

Tabel 2.3 KHA jenis NYY

Tabel 7.3.5a KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpengantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem a.s. dengan tegangan kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah berinti dua, tiga dan empat berpengantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem a.b. fase tiga dengan tegangan pengenal 0,6/1 kV (1,2 kV), pada suhu keliling 30 °C.

Jenis kabel	Luas penampang mm <sup>2</sup>	KHA terus menerus					
		Berinti tunggal		Berinti dua		Berinti tiga dan empat	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6	7	8
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	54	37	44	34
	6	90	58	68	48	56	43
NYY	10	122	79	92	66	75	60
NYBY	16	160	105	121	89	98	80
NYFGbY							
NYRGbY	25	206	140	153	118	128	106
NYCY	35	249	174	187	145	157	131
NYCWY	50	296	212	222	176	185	159
NYSY							
NYCEY	70	365	269	272	224	228	202
NYSEY	95	438	331	328	271	275	244
NYHSY	120	499	396	375	314	313	282

KHA yang dinyatakan dalam tabel tersebut berlaku untuk maksimum temperatur di sekitar kabel 30 Cdeg. Lebih dari itu akan menyebabkan turunya nilai KHA kabel.

## 2.7 Tombol tekan

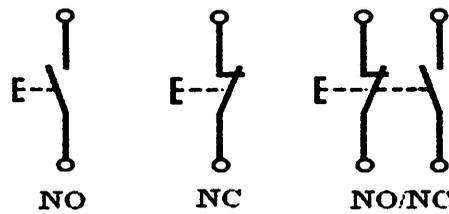
Tombol tekan adalah bentuk saklar yang paling umum dari pengendali manual yang dijumpai di industri. Tombol tekan NO (*Normally Open*) menyambung rangkaian ketika tombol ditekan dan kembali pada posisi terputus ketika tombol dilepas. Tombol tekan NC (*Normally Closed*) akan memutus rangkaian apabila tombol ditekan dan kembali pada posisi terhubung ketika tombol dilepaskan.



Gambar 2.20 Bentuk fisik tombol tekan

<http://3.bp.blogspot.com/-MdR Tombol+Tekan.jpg>

Ada juga tombol tekan yang memiliki fungsi ganda, yakni sudah dilengkapi oleh dua jenis kontak, baik NO maupun NC. Jadi tombol tekan tersebut dapat difungsikan sebagai NO, NC atau keduanya. Ketika tombol ditekan, terdapat kontak yang terputus (NC) dan ada juga kontak yang terhubung (NO). Beberapa bentuk tombol tekan dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 2.21 Simbol tombol tekan

Sumber (<http://2.bp.blogspot.com/-Simbol+Tombol+Tekan.jpg>)

## BAB III

### PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

#### 3.1 Perencanaan Konstruksi Alat

Pada perencanaan proteksi motor induksi 3 fasa ada beberapa komponen yang digunakan diantaranya: Motor induksi 3 fasa sebagai beban, *ELCB* sebagai pengaman kebocoran arus, *MCB* 3 fasa sebagai pengaman beban lebih dan hubung singkat, *MCB* 1 fasa sebagai pengaman rangkian kontrol, Kontaktor magnet digunakan sebagai penghubung/pemutus motor induksi dengan sumber tegangan, *Thermal Overload Relay* digunakan sebagai pemutus apabila terjadi gangguan beban lebih pada motor, *Phase Failure Relay* digunakan untuk proteksi motor terhadap gangguan akibat *Overload*, kehilangan salah satu fasa, fasa terbalik, *Under voltage* dan *Over voltage*.

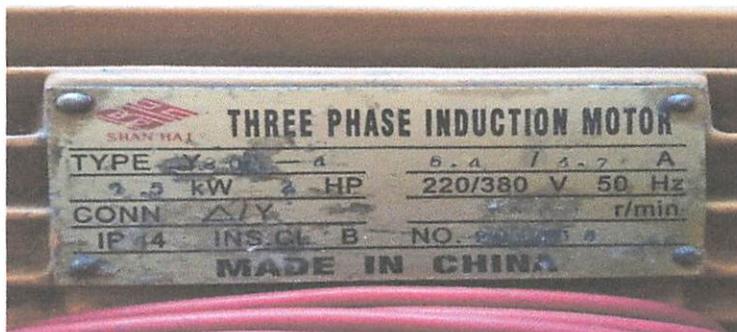
#### 3.2 Diagram Blok Rangkaian



Gambar 3.1 Diagram blok alat

#### 3.3 Menentukan kemampuan pengaman beban dan penghantar

Memahami nameplate motor adalah langkah awal yang harus dipahami sebelum menentukan besar pengaman yang akan digunakan. Pembacaan yang penting yaitu besar tegangan, arus daya, sambungan dan IP.



Gambar 3.1 Nameplate motor

### Spesifikasi motor

Tegangan : 220 V/ 380 V

Arus listrik : 6 A/ 4 A

Daya P : 1,5 Kw

Sambungan :  $\Delta$  / Y

Indeks proteksi : 44

#### 3.3.1 Pengaman MCB

Nilai memilih pengaman dapat diperoleh dengan hitungan:

Untuk menentukan besar MCB yang digunakan adalah menggunakan ketentuan:

Nilai Minimum =  $1,25 \times I_n$  (dimana  $I_n = 6$  A)

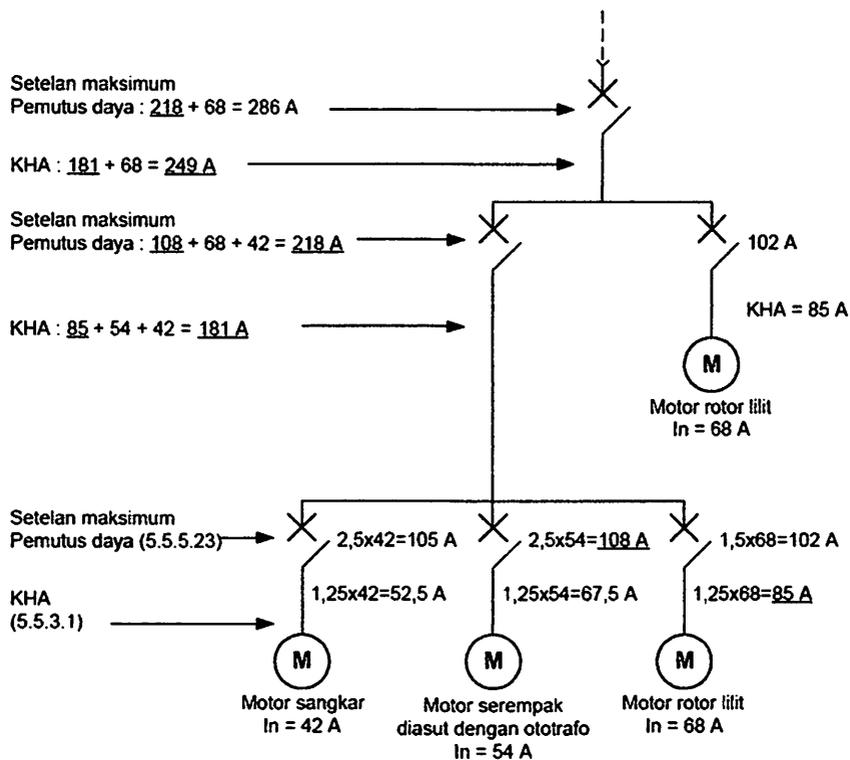
$$= 1,25 \times 6$$

$$= 7,5$$
 A (minimal 10 A)

Nilai maksimum =  $2,5 \times I_n$  (dimana  $I_n = 6$  A)

$$= 2,5 \times 6$$

$$= 15$$
 A (minimal 16 A)



Gambar 3.2 Perhitungan nilai proteksi dari puil 2000

Nilai maksimal adalah 16 A, jika diyakini beban yang akan diberikan adalah maksimal.

### 3.3.2 Pengaman kontaktor

Kapasitas kontaktor yang dipasang harus mampu dilewati sebesar arus beban maksimum.

Dalam hal ini rating current kontaktor minimal sama dengan  $I_N$  pengaman di atasnya (MCB) yaitu 16 A, atau minimal sama dengan daya motornya yaitu  $P = 1,5$  kW. Jadi kontaktor minimal 1,5 kW.

### 3.3.3 Ukuran penampang penghantar (A)

Ukuran yang dipilih untuk melayani suatu instalasi motor listrik minimum penghantar tersebut harus dapat dialiri oleh arus sebesar 125% kali arus pada beban penuh. Untuk penampang penghantar pencabangan atau pengisi ukuran penampangnya harus dapat dialiri arus sebesar 125% kali arus beban penuh dari motor terbesar arus beban penuh motor motor lainnya.

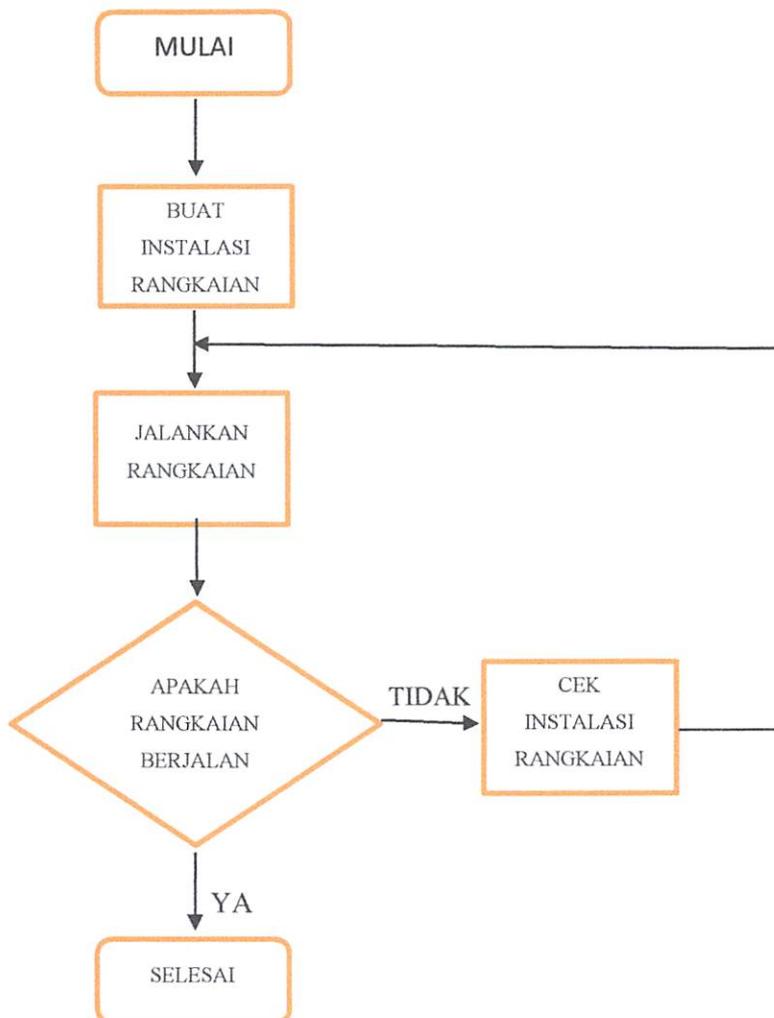
Tabel 3.1 Kemampuan Hantar Arus

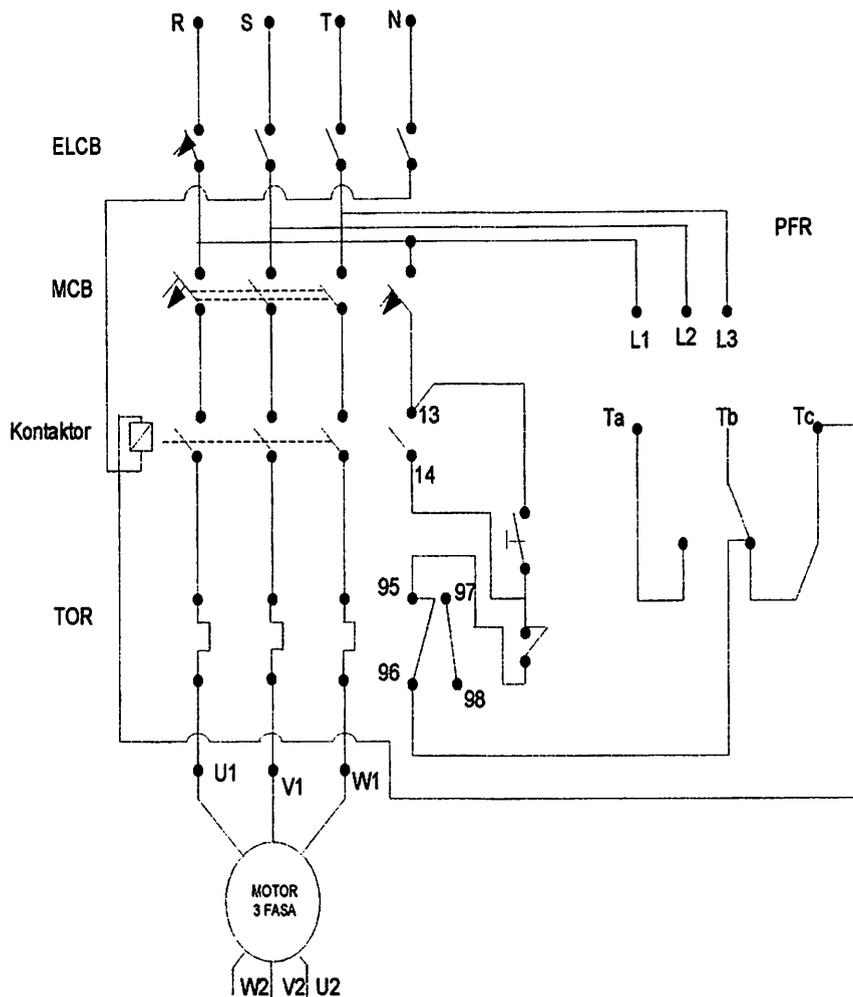
NO	Penampang kabel ( $mm^2$ )	Kemampuan membawa arus (Ampere)
1	0,75	12
2	1	15
3	1,5	18
4	2,5	26
5	4	34
6	6	44
7	10	61
8	16	82
9	25	108
10	35	135
11	50	168
12	70	207
13	95	250
14	120	292

### 3.3.4 Pengaman *Thermal Overload Relay*

Untuk menentukan besarnya *TOR* yang akan di pasang pada motor listrik, maka *TOR* harus diset arusnya sebesar arus nominal motor ( $I_{tor} = I_n \text{ motor}$ ) berdasarkan name plate motor. *TOR* harus diset 6 A.

### 3.4 FLOW CHART





Gambar 3.3 Rangkaian pengaman dan Rangkaian kontrol

### 3.5 Prinsip kerja Alat

#### 3.5.1 Prinsip kerja alat jika kehilangan salah satu fasa

Pada saat salah satu tegangan 3 fasa hilang, maka Relay pada *phase failure relay* akan memutuskan kontak NC ke NO, sehingga rangkaian berhenti dan motor berhenti, dan lampu indikator akan menyala menandakan telah terjadi gangguan.

#### 3.5.2 prinsip kerja alat jika terjadi tegangan *Over voltage* dan *Under voltage*

Pada saat tegangan *Over Voltage*, Relay pada *phase failure relay* akan bekerja ketika tegangan yang terjadi melampui tegangan nominal dari peralatan yang dilindungi, dan pada saat *Under Voltage*, Relay pada *phase failure relay*

akan bekerja jika, tegangan kurang akan menimbulkan kerusakan pada peralatan terutama motor induksi 3 fasa.

### **3.5.2 Prinsip kerja alat jika terjadi beban lebih (*overload*)**

pada saat tombol tekan (push button) ON ditekan arus listrik dapat mengalir melalui kontaktor dan thermal overload relay menuju motor induksi sehingga dapat berputar. Jika terjadi beban lebih (*overload*) maka kontak NC dan NO, akan memutus dan menutup seluruh rangkaian dan lampu indikator akan menyala menandakan telah terjadi gangguan beban lebih.

## BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA

### 4.1 Pengujian alat

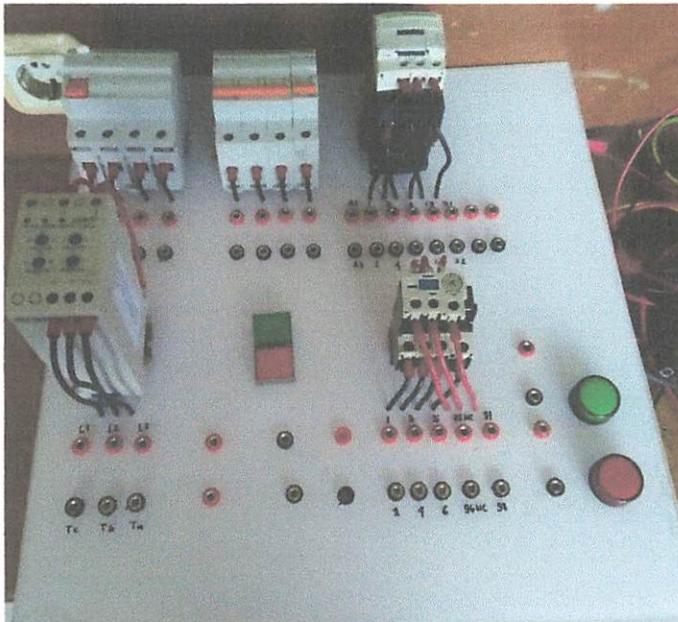
Dalam alat ini akan diuji yaitu ,*overload*, kehilangan salah satu fasa, *over voltage* dan *under voltage* pada motor induksi 3 fasa.

### 4.2 Data motor induksi 3 fasa

Untuk pengujian ini digunakan motor induksi 3 fasa dengan data sebagai berikut.

Tegangan : 220 V/ 380 V  
Arus listrik : 6 A/ 4 A  
Daya P : 1,5 Kw  
Sambungan :  $\Delta$  / Y  
Indeks proteksi : 44

### 4.3 Gambar Alat



Gambar 4.1 hasil perancangan sistem proteksi motor induksi 3 fasa

### 4.4 Pengujian pada Phase Failure Relay kehilangan salah satu fasa

#### 4.4.1 Tujuan

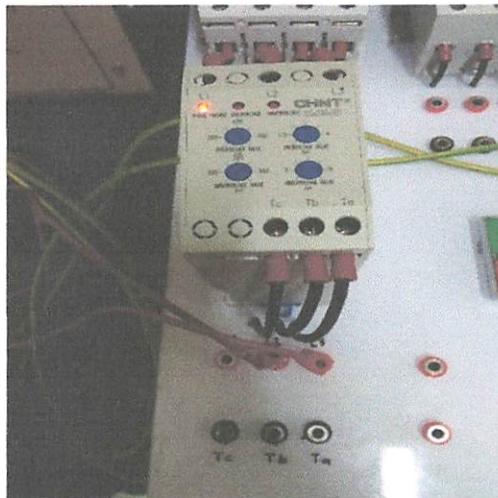
Mengetahui cara kerja dan fungsi pada Phase Failure Relay untuk kehilangan salah satu fasa.

#### 4.4.2 Pengujian alat

1. Power supply
2. Avo meter digital

#### 4.4.3 Prosedur pengujian

1. Nyalakan power supply
2. Sambungkan sumber 3 fasa dan Phase failure relay
3. Putuskan salah satu fasa .
4. Amati phase failure relay.



Gambar 4.2 kehilangan salah satu fasa

#### 4.1 Tabel pengujian arus saat salah satu fasa hilang

Arus motor saat salah satu fasa hilang	Arus motor saat normal
3,5 A	2,5 A

#### 4.5 Pengujian pada saat Over voltage

##### 4.5.1 Tujuan

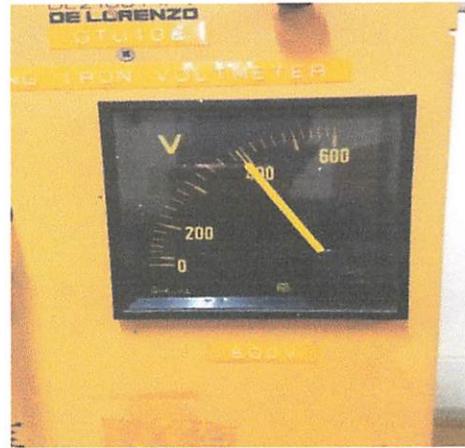
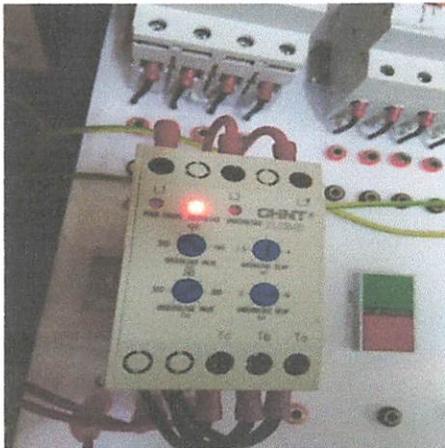
Mengetahui cara kerja dan fungsi pada Phase Failure Relay pada saat over voltage

##### 4.5.2 Pengujian alat

1. Power supply
2. Avo meter digital

##### 4.5.3 Prosedur pengujian

1. Nyalakan power supply
2. Hubungan sumber 3 fasa pada power supply
3. hubungkan avo meter pada power supply untuk membaca pada saat kenaikan tegangan.
4. Sambungkan sumber 3 fasa pada Phase Failure Relay
5. Naikan tegangan pada switch power supply, untuk mengetahui Phase failure relay bekerja atau tidak.



Gambar 4.3 pada saat pengujian over voltage

Pada gambar diatas ketika tegangan dinaikan pada switch power supply maka tegangan akan naik dan waktu trip 4,5 detik dan lampu indikator pada phase failure relay akan menyala,itu dinyatakan proteksinya bekerja.

4.2 Tabel pengujian pada saat Over Voltage

R	U Relay (V)	U Load (V)	Keterangan
R1	399	410	Tidak aman

#### 4.6 Pengujian pada saat under voltage

##### 4.6.1 Tujuan

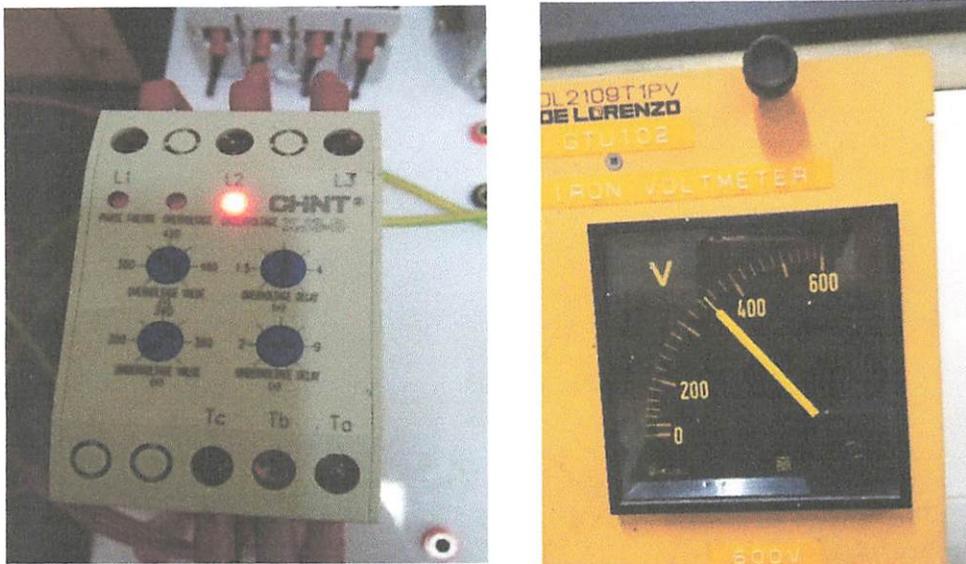
Mengetahui cara kerja dan fungsi pada Phase Failure Relay pada saat under voltage

##### 4.6.2 Pengujian alat

1. Power supply
2. Avo meter digital

#### 4.6.3 Prosedur pengujian

1. Nyalakan power supply
2. Hubungan sumber 3 fasa pada power supply
3. Turunkan tegangan pada switch power supply, untuk mengetahui Phase failure relay bekerja atau tidak.
4. Sambungkan sumber 3 fasa pada Phase Failure Relay



Gambar 4.4 pada saat pengujian Under voltage

Pada gambar diatas ketika tegangan diturunkan pada switch power supply maka tegangan akan turun dan waktu trip 2 detik dan lampu indikator pada phase failure relay akan menyala. Itu dinyatakan ada gangguan, dengan turunya tegangan.

#### 4.3 Tabel pengujian pada saat Under Voltage

R	U Relay (V)	U Load (V)	keterangan
R1	360	320	Tidak aman

#### 4.7 Pengujian pada saat *Overload*

##### 4.7.1 Mengetahui pada saat terjadi beban lebih (*overload*)

##### 4.7.2 Pengujian alat

1. Power supply
2. Thermal overload relay
3. Amper meter
4. Stop watch
5. Kontaktor

4.4 Tabel pengujian overload

No	I (ampere)	Lamanya pemutusan	Keterangan
1	4,0	10 detik	Tidak baik
2	5,0	4 detik	Tidak baik

#### 4.8 Analisa salah satu fasa terlepas

Pada saat salah satu tegangan fasa hilang, maka relay pada *phase failure relay* akan bekerja dan lampu indikator akan menyala, menandakan adanya gangguan pada rangkaian dan motor pun akan berhenti dan tidak berputar.

#### 4.9 Analisa pada saat tegangan Over Voltage

Pada saat tegangan lebih maka relay pada *phase failure relay* akan bekerja dan lampu indikator warna merah akan menyala, adanya kenaikan tegangan, dan menandakan adanya gangguan dan motor pun tidak akan beerja.

#### 4.10 Analisa pada saat tegangan Under Voltage

pada saat tegangan kurang, maka relay pada *phase failure relay*, akan bekerja dan lampu indikator akan menyala, adanya penurunan tegangan, dan menandakan adanya gangguan, motor pun tidak berputar

#### 4.11 Analisa pada saat overload

Semakin besar arus yang mengalir dibandingkan nilai arus nominalnya, maka semakin cepat juga waktu pemutusanya, karena semakin besar arus, maka semakin tinggi temperaturnya.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari perencanaan, pembuatan dan pengujian Rancang Bangun Proteksi motor induksi 3 fasa menggunakan *Thermal Overload Relay Dan Phase Failure Relay*.

- Untuk *Overload* arus pada motor 4,0 A, dan 5,0 A lama pemutusan 10 detik dan 4 detik.
- Untuk Kehilangan salah satu fasa, arus motor 3,5 A dan arus motor saat normal 2,5 A.
- Untuk *Over Voltage*, tegangan relay 399 V dan tegangan dibebani 410 V.
- Untuk *Under Voltage*, tegangan relay 360 V dan tegangan dibebani 320 V.

#### **5.2 Saran**

Dari pengalaman diperoleh selama penyelesaian tugas akhir ini ada beberapa hal yang perlu di perhatikan dalam pengembangan alat dikemudian hari. Meski alat sudah dapat bekerja dengan baik dan sesuai yang direncanakan. Masih ada hal-hal yang perlu di tingkatkan dari alat tersebut, adapun saran yang di berikan sebagai berikut :

- Tambahkan Proteksi suhu pada motor induksi
- Tambahkan *Phase Failure Relay* untuk fasa terbalik.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standarisasi Nasional, PUIL 2000, Yayasan PUIL, 2002.  
Trevor Linsley, Basic Electrical Installation Work, Fifth Edition, Elsevier Ltd. 2008
2. Brian Scaddan, Electrical Installation Work, 6<sup>th</sup> ed. Elsevier Ltd., Italy, 2008
3. Christian Mamesah, 2001 *Proteksi Sistem Tenaga Listrik 1*, Electrical Department TEDC – Bandung, 1998.
4. Eugene C. Robert J. Rusch. 2006. *Electric Circuits and Machines*. Glenco: New York



# LAMPIRAN



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PERSERO) MALANG  
K NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Stefanus Yanuarius Gaja  
N.I.M : 1552004  
Program Studi : Teknik Listrik DIII  
Judul : **Rancang Bangun Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan  
Thermal Over Load Relay & Phase Failure Relay**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Tugas Akhir jenjang Diploma Tiga (DIII)  
pada:

Hari : Kamis  
Tanggal : 01 Februari 2018  
Dengan Nilai : **72,75 (B+)**

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua Majelis Penguji  
  
Ir. Eko Nurcahyo, MT  
NIP.Y.1028700172

Sekretaris Majelis Penguji  
  
Lauhil Mahfudz Hayusman, ST., MT  
NIP.P.1031400472

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

  
Ir. Taufik Hidayat, MT  
NIP.Y.1018700151

Dosen Penguji II

Bambang Prio Hartono, ST., MT  
NIP.Y.1028400082





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PERSERO) MALANG  
K NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**FORMULIR PERBAIKAN TUGAS AKHIR**

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir jenjang Diploma III, Program Studi Teknik Listrik jenjang Diploma, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir mahasiswa di bawah ini :

Nama : Stefanus Yanuarius Gaja

NIM : 1552004

Prodi : Teknik Listrik DIII

Masa Bimbingan : 2017-2018

JUDUL : Rancang Bangun Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan *Thermal Overload Relay* dan *Phase Failure Relay*

NO	Penguji	Tanggal	Urain	Paraf
1	Penguji I	1/2/2018	1. prinsip kerja alat Overload, salah satu fasa terlepas, under voltage dan over voltage	
2	Penguji II	1/2/2018	1. Tambahkan data TOR 2. Ganti kesimpulan 3. Ganti Abstrak	

**Disetujui :**

Dosen Penguji I

Ir. Taufik Hidayat, MT

NIP.Y. 1018700151

Dosen Penguji II

Bambang Prio Hartono, ST., MT

NIP. Y. 1028400082

**Mengetahui,**

Dosen Pembimbing I

Ir. Eko Nurcahyo, MT

NIP.Y. 1028700172

Dosen Pembimbing II

Lauhil Mahfudz Hayusman, ST., MT

NIP.Y. 1031400472



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**

Kampus I : Jl Bendungan Sigura-gura No. 2

Kampus II : Jl Raya Karanglo Km 2

MALANG

**FORMULIR PERBAIKAN TUGAS AKHIR**

Dalam melaksanakan Ujian Tugas Akhir jenjang Diploma Tiga Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Listrik DIII, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk Mahasiswa:

Nama : Stefanus Yanuarius Gaja

NIM : 1552004

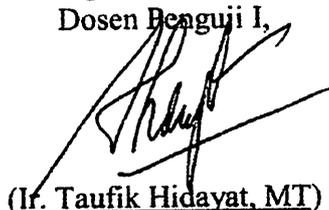
Program Studi : Teknik Listrik DIII

Adapun perbaikan-perbaikan tersebut sebagai berikut:

- hal di Tambahkan prinsip Kerja Alat-
  - a. Apabila terjadi Overload
  - b. Apabila salah satu fase putus
  - c. " → Terjadi over/under Voltage.
- Pengukuran Alat  
proteksi Tegangan bekunya pada besaran Arus

Malang, Februari 2018

Dosen Penguji I,



(Ir. Taufik Hidayat, MT)

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**

Kampus I : Jl Bendungan Sigura-gura No. 2

Kampus II : Jl Raya Karanglo Km 2

MALANG

**FORMULIR PERBAIKAN TUGAS AKHIR**

Dalam melaksanakan Ujian Tugas Akhir jenjang Diploma Tiga Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Listrik DIII, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk Mahasiswa:

Nama : Stefanus Yanuarius Gaja

NIM : 1552004

Program Studi : Teknik Listrik DIII

Adapun perbaikan-perbaikan tersebut sebagai berikut:

Date TOE tdk Ada

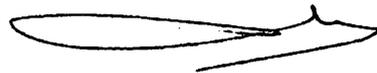
PPR di buat tabel penyajian

- Kesimpulan di ganti

- Abstrak ganti

Malang, Februari 2018

Dosen Penguji II,



(Bambang Prio Hartono, ST., MT)



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

ERSERO) Malang  
 IAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax.(0341) 553015 Malang 6514  
 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

A : Stefanus Yanuarius Gaja  
 : 1552004  
 BIMBINGAN : 6 bulan  
 L : Proteksi Motor 3 Fasa Berbasis Smart Relay

TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
05-01-'18	BAB I: Latar Belakang, Rumus Mabel, Batasan Mabel	Euf
07-01-'18	BAB II: Sumber Sumber. Aca BAB I	Euf.
10-01-'18	Aca BAB I. BAB III: Melaya Kapasitas proteksinya	Euf.
12-01-'18	BAB III : Runtir Flow Chart.	Euf
15-01-'18	BAB III : Runtir Rende Diagram.	Euf
17-01-'18	Aca BAB IV.	Euf
20-01-'18	BAB IV : Uji aktu-over load, Helay 1 fasa, over voltage + under voltage.	Euf
23-01-'18	Aca BAB IV ; BAB V : Runtir Kesimpulana.	Euf
27-01-'18	Aca Ujian Tugas Akhir.	Euf

Malang, Februari 2018

(Ir. Eko Nurcahyo, MT)  
 NIP. Y. 1028700172



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

ERSERO) Malang  
 AGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax.(0341) 553015 Malang 6514  
 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR**

: Stefanus Yanuarius Gaja

: 1552004

BIMBINGAN : 6 bulan

: Proteksi Motor 3 Fasa Berbasis Smart Relay

TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
8/1 2018	Tentukan terlebih dahulu kapasitas motor yang akan di proteksi (P, In dsb).	ps.
11/1 2018	Jadwal disesuaikan dengan hasil diskusi dengan pembimbing.	}
	Latar belakang, Rumusan, tujuan dan batasan masalah diperbaiki.	
12/1 2018	Spesifikasi motor dan Relay yang digunakan?	ps.
20/1 2018	Lakukan perancangan awal	ps.
25/1 2018	Ace BAB I dan BAB II, lanjutkan ke BAB III.	ps.
29/1 2018	Skema sistem keseluruhan (Proteksi motor AC 1,5kw).	ps.
30/1 2018	Revisi Bab III : Perbaiki flowchart.	ps.
31/1 2018	Ace Bab III, Lanjutkan Bab IV dan V	ps.
	Daftar Pustaka sesuaikan dengan panduan.	

Malang, Februari 2018

(Lauhil Mahfudz Hayusman, ST.MT)  
 NIP. P. 1031400472