

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN SISTEM STARTING BINTANG (Y) SEGITIGA ( $\Delta$ )**

**UNTUK MOTOR INDUKSI 3 PHASA DI LABORATORIUM TEKNIK**

**ELEKTRO UNISMUH MAKASSAR**



Oleh:

**MUH RIFALDI**  
**NIM: 10582121213**

**IQBAL ALFIAN**  
**NIM: 10582120313**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2018**

**PERANCANGAN SISTEM STARTING BINTANG (Y) SEGITIGA ( $\Delta$ )  
UNTUK MOTOR INDUKSI 3 PHASA DI LABORATORIUM TEKNIK  
ELEKTRO UNISMUH MAKASSAR**

**Skripsi**

Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana  
Program Studi Teknik listrik  
Jurusan teknik elektro  
Fakultas Teknik

Disusun Dan diajukan oleh

**MUH RIFALDI**  
**NIM: 10582121213**

**IQBAL ALFIAN**  
**NIM: 10582120313**

PADA

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**MAKASSAR**

**2018**

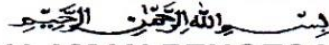


# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

## 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: [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)  
Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>



### 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 : **PERANCANGAN SISTEM STARTING BINTANG ( $\gamma$ ) SEGITIGA ( $\Delta$ ) UNTUK MOTOR INDUKSI 3 PHASA DI LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO MAKASSAR**

Nama : 1. Muh. Rifaldi  
2. Iqbal Alfian  
Stambuk : 1. 10582 1212 13  
2. 10582 1203 13

Makassar, 02 Oktober 2018

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Suriyani, S.T., M.T

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Elektro

Adriani, S.T., M.T.  
NBM : 1044 202



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**  
**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: [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
**PENGESAHAN**

Skripsi atas nama Muh. Rifaldi dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1212 13 dan Iqbal Alfian dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1203 13 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0007/SK-Y/20201/091004/2018, 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 29 September 2018.

Panitia Ujian :

Makassar, 22 Muharram 1440 H  
02 Oktober 2018 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

2. Penguji

a. Ketua : Andi Faharuddin, S.T.,M.T

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

3. Anggota : 1. Antaris Subhi, S.T.,M.T

2. Ir. Abd Hafid, M.T

3. Rossy Timur Wahyuningsih, S.T.,M.T:

Mengetahui :

Pembimbing I

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

Pembimbing II

**Suriyani, S.T.,M.T**

Dekan

  
**Dr. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.**  
NBM : 855 500

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya yang melimpah sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penyelesaian tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik.

Dalam menyelesaikan perancangan dan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan oleh beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kehidupan, keselamatan dan kesehatan baik jasmani dan rohani.
2. Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menjadi panutan kita.
3. Dr.H.ABD.Rahman Rahim,SE.,MM. selaku rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ir. Hamzah Al Imran, ST.,MT. selaku dekan satu di Fakultas Teknik.
5. Umar Katu, ST.,MT. selaku ketua jurusan Teknik Elektro.
6. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M. Eng. Selaku pembimbing satu.
7. Suryani, ST.,MT. selaku pembimbing dua.
8. Dan teman-teman yang telah memberi masukan, motivasi dan bantuannya.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritikan sebagai bahan

perbaikan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi maupun semua pihak yang memerlukanya.

Makassar, 20 Maret 2018

Penulis

**PERANCANGAN SISTEM STARTING BINTANG (Y) SEGITIGA ( $\Delta$ )  
UNTUK MOTOR INDUKSI 3 PHASA DI LABORATORIUM TEKNIK**

**ELEKTRO UNISMUH MAKASSAR**

**MUH RIFALDI<sup>1</sup>, IQBAL ALFIAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

**E\_mail : [muhrifaldi05@gmail.com](mailto:muhrifaldi05@gmail.com)**

<sup>2</sup>Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

**E\_mail : [iqbalalfian77@gmail.com](mailto:iqbalalfian77@gmail.com)**

**ABSTRAK**

Motor listrik termasuk ke dalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik dalam dunia industri seringkali disebut dengan istilah “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa dalam sebuah industri rata-rata konsumsi listrik untuk motor listrik adalah sekitar 65-70% dari total beban listrik di industri. Motor listrik tiga phasa memiliki karakteristik arus awal yang besarnya 5 sampai 7 kali arus nominal motor listrik itu sendiri, namun dapat diatasi dengan sistem pengasutan bintang (Y) - segitiga ( $\Delta$ ). Penelitian bertujuan untuk mengkaji cara kerja sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi 3 phasa. Metode yang digunakan antara lain studi literatur yaitu mencari buku, modul yang berkaitan dengan judul penelitian, pengumpulan alat dan bahan, perancangan, pengujian alat dan pengambilan data. Dari hasil pengujian sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) efektif menekan tingginya pengasutan arus awal pengoperasian motor listrik dengan nilai hasil pengukuran arus listrik menggunakan hubungan bintang (Y) pada fase R sebesar 0,6 A, fase S sebesar 0,8 A dan fase T sebesar 0,6 A. Dan menggunakan hubungan segitiga ( $\Delta$ ) pada fase R sebesar 7,5 A, Fase S sebesar 8,5 A dan fase T sebesar 8,3 A.

**Kata kunci:** Motor listrik, starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ), arus listrik.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL 1 .....	i
HALAMAN JUDUL 2 .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERBAIKAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii

### **BAB I PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian .....	2
D. Batasan Masalah.....	3
E. Manfaat Penelitian .....	3
F. Sistematika Penulisan.....	3

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

A. Pengertian Motor Induksi .....	5
B. Prinsip Kerja Motor Induksi .....	6
C. Konstruksi Motor Induksi 3 Phasa .....	8
D. Hubungan Bintang (Y) Segitiga ( $\Delta$ ) Pada Motor Induksi 3 Phasa	9



E. Sistem Kendali Elektromagnetik.....	11
F. Peralatan Kontrol.....	12
F.1 Kontaktor .....	12
F.2 Timer .....	14
F.3 Lampu Tanda .....	15
F.4 Push Button .....	15
G. Peralatan Pengaman .....	17
G.1 Thermal Over Load.....	18
G.2 Miniatur Circuit Breaker (MCB) .....	19

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Waktu Dan Tempat Pelaksanaan .....	20
A.1 Waktu .....	20
A.2 Tempat Pelaksanaan .....	20
B. Diagram Proses Penelitian .....	21
C. Metode Penelitian .....	22
C.1 Studi Literatur .....	22
C.2 Pengumpulan Alat / Bahan .....	22
C.3 Perancangan .....	22
C.4 Pengujian Alat .....	23
C.5 Pengambilan Data .....	23
D. Alat dan Bahan Yang Digunakan Dalam Perancangan .....	24
E. Spesifikasi Dari Alat dan Bahan.....	25
F. Jadwal Pengambilan Data.....	29

**BAB IV HASIL PERANCANGAN**

A. Wiiring Diagram Penelitian ..... 31

B. Hasil ..... 33

**BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan ..... 38

B. Saran ..... 39

DAFTAR PUSTAKA ..... 40

LAMPIRAN ..... 41

## DAFTAR GAMBAR

<b>Nomor</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Konstruksi motor Induksi .....	8
Gambar 2.2	Komponen stator motor induksi tiga phasa.....	9
Gambar 2.3	Hubungan bintang motor induksi 3 phasa .....	10
Gambar 2.4	Hubungan segitiga motor induksi 3 phasa .....	11
Gambar 2.5	Simbol kontaktor .....	13
Gambar 2.6	Konstruksi Push Button tipe NO.....	16
Gambar 2.7	Konstruksi Push Button tipe NC .....	16
Gambar 2.8	Konstruksi Push Button tipe NC dan NO.....	17
Gambar 2.9	Simbol Thermal Overload Relay.....	18
Gambar 3.1	Bagan alir dari proses perancangan tugas akhir .....	21
Gambar 3.2	Skema Perancangan.....	22
Gambar 3.3	Motor induksi 3 phasa .....	25
Gambar 3.4	Kontaktor.....	26
Gambar 3.5	Thermal over load relay .....	26
Gambar 3.6	Time on delay.....	27
Gambar 3.7	Lampu tanda.....	27
Gambar 3.8	Push button.....	28
Gambar 3.9	Tang ampere .....	28
Gambar 4.1	Rangkaian daya dari hasil perancangan .....	31
Gambar 4.2	Rangkaian pengendali dari hasil perancangan .....	32
Gambar 4.3	Diagram hasil pengukuran tegangan line – 0 .....	34

Gambar 4.4	Diagram hasil pengukuran tegangan line – line .....	35
Gambar 4.5	Diagram hasil pengukuran arus phasa R, S dan T.....	37

## DAFTAR TABEL

<b>Nomor</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1	Bahan yang digunakan dalam perancangan .....	24
Tabel 3.2	Alat yang digunakan dalam perancangan .....	25
Tabel 3.3	Jadwal Pengambilan data .....	29
Tabel 4.1	Hasil pengukuran tegangan line – 0 .....	33
Tabel 4.2	Hasil pengukuran tegangan line - line .....	35
Tabel 4.3	Hasil pengukuran arus phasa R, S dan T .....	36

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Motor listrik termasuk ke dalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain sebagainya. Motor listrik juga dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci, pompa air dan penyedot debu. Dan juga banyak digunakan dalam industri.

Pada dasarnya motor listrik terbagi menjadi 2 jenis yaitu motor listrik DC (arus searah) dan motor listrik AC (arus bolak balik). Kemudian dari jenis tersebut motor listrik arus bolak-balik (AC) digolongkan menjadi motor sinkron dan motor induksi, motor induksi diklasifikasi menjadi dua yaitu motor induksi 1 phasa dan motor induksi 3 phasa. Motor listrik tiga phasa merupakan jenis motor yang paling banyak digunakan secara luas baik dalam industri besar maupun kecil, dibandingkan dengan motor jenis lain. Hal ini dimungkinkan karena motor jenis tiga phasa memiliki keunggulan baik dari segi teknis maupun ekonomis serta memiliki kemampuan daya yang tinggi.

Motor listrik dalam dunia industri seringkali disebut dengan istilah “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa dalam sebuah industri rata-rata konsumsi listrik untuk motor listrik adalah sekitar 65-70% dari total beban listrik di industri. Motor listrik tiga phasa memiliki karakteristik arus

awal yang besarnya 5 sampai 7 kali arus nominal motor listrik itu sendiri, namun dapat diatasi dengan sistem pengasutan bintang (Y) - segitiga ( $\Delta$ ) dimana sistem ini sangat sederhana dan dapat diterapkan untuk semua jenis motor listrik tiga phasa.

Maka dari itu kami merancang alat Sistem Starting Bintang (Y) Segitiga ( $\Delta$ ) Untuk Motor Induksi 3 Phasa Di Laboratorium Teknik Elektro Unismuh Makassar ini diharapkan dapat mengurangi besar arus pengasutan pada saat motor mulai bekerja. Penelitian ini juga membuat sistem kontrol dan proteksi pada pengasutan bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) motor listrik tiga phasa, sistem ini berguna bila pada pengasutan bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) motor induksi tiga phasa terjadi suatu keadaan tidak normal (gangguan), maka hal ini tidak akan mempengaruhi sistem.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana desain bentuk rangkaian sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi 3 phasa ?
2. Bagaimana cara pengoperasian alat sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi 3 phasa ?
3. Berapa besar arus asut motor induksi 3 phasa pada saat motor mulai start hingga motor bekerja ?

## **C. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui desain bentuk rangkaian sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi 3 phasa.

2. Mengetahui cara pengoperasian rangkaian alat pengendali sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi 3 phasa.
3. Memperoleh besar hasil ukur arus asut motor induksi 3 phasa pada saat motor mulai start hingga motor bekerja.

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

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah komponen utama pengoperasian sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi 3 phasa serta desain perancangan alat sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi 3 phasa.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi pada penulis dan pembaca mengenai pengoperasian sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi 3 phasa untuk mengurangi pengasutan arus awal motor listrik.
2. Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

#### **F. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian yang dilakukan serta sistematika Penulisan dari hasil penelitian yang dilakukan.

#### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**



Bab ini menjelaskan tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan judul penelitian. Teori meliputi pengertian motor induksi, prinsip kerja motor induksi, konstruksi motor induksi tiga fasa, hubungan bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi tiga fasa, sistem kendali elektromagnetik, peralatan kontrol dan peralatan pengaman.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Dalam bagian ini akan dibahas perancangan dari alat, yaitu waktu dan tempat pelaksanaan, diagram proses perancangan, dan metode penelitian.

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini akan menampilkan dan menganalisis data yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan dari pelaksanaan tindakan yang dilakukan dalam pembuatan tugas akhir ini.

### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan permasalahan dan saran-saran untuk perbaikan dan penyempurnaan tugas akhir ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Berisi daftar yang mencantumkan spesifikasi sebuah buku yang meliputi judul buku, nama pengarang, penerbit, dan informasi yang terkait.

### **LAMPIRAN**

Berisi tentang dokumentasi pada saat proses perancangan alat.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian Motor Induksi**

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 kecepatannya, Stabil ketika berbeban dan mempunyai efisiensi tinggi. Mesin induksi adalah mesin (AC) yang paling banyak digunakan dalam industri dengan skala besar maupun kecil, dan dalam rumah tangga. Alasannya adalah bahwa karakteristiknya hampir sesuai dengan kebutuhan dunia industri, pada umumnya dalam kaitannya dengan harga, kesempurnaan, pemeliharaan, dan kestabilan kecepatan. Mesin induksi (asinkron) 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. Motor induksi tiga fasa sangat banyak dipakai sebagai

penggerak di perindustrian karena banyak memiliki keuntungan, tetapi ada juga kelemahannya.

- Keuntungan motor induksi tiga fasa :
  1. Motor induksi tiga fasa sangat sederhana dan kuat.
  2. Biayanya murah dan dapat diandalkan.
  3. Motor induksi tiga fasa memiliki efisiensi yang tinggi pada kondisi kerja normal.
  4. Perawatannya mudah.
- Kelemahan motor induksi tiga fasa :
  1. Kecepatannya tidak bisa bervariasi tanpa merubah efisiensi.
  2. Kecepatannya tergantung beban.
  3. Pada torsi start memiliki kekurangan.

## B. Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Apabila sumber tegangan tiga fasa dipasang pada kumparan stator, timbullah medan putar yang berputar dengan kecepatan sinkron ( $N_s$ ), besarnya  $N_s$  ditentukan oleh jumlah kutub  $p$  dan frekuensi stator  $f$  yang dirumuskan dengan :

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} \text{ (rpm) .....(1.1)}$$

Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor, sehingga pada kumparan rotor akan timbul tegangan induksi atau gaya gerak listrik (ggl) per fasa sebesar :  $E_r = 4,44 f_s N_r \Phi_m$  (volt)

$E_r$  = Tegangan induksi pada rotor saat rotor dalam keadaan diam (volt)

$N_r$  = Jumlah lilitan kumparan rotor

$\Phi_m$  = Fluksi maksimum (Wb)

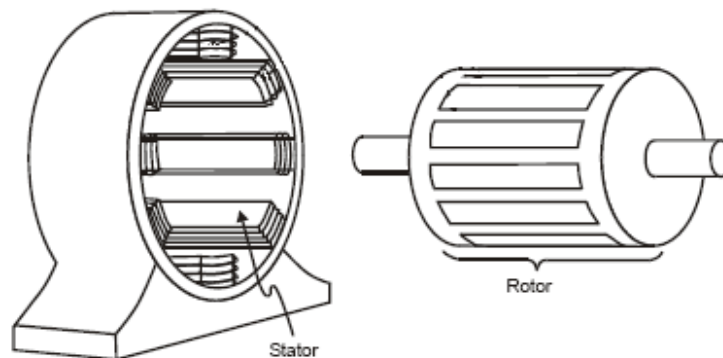
Karena kumparan rotor merupakan rangkaian yang tertutup ggl (E) akan menghasilkan arus (I). Adanya arus (I) di dalam medan magnet menimbulkan gaya (F) pada rotor. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya Lorenz (F) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator. Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya bahwa tegangan induksi timbul karena terpotongnya batang konduktor rotor oleh medan magnet putar stator. Artinya agar adanya tegangan terinduksi maka diperlukan relatif antara kecepatan medan magnet putar stator ( $N_s$ ) dan kecepatan putar rotor ( $N_r$ ). Dan perbedaan antara  $N_s$  dan  $N_r$  ini disebut dengan slip (S) yang dinyatakan dengan :

$$S = \frac{(N_s - N_r)}{N_r} \times 100\% \dots\dots\dots(1.2)$$

Bila  $N_r = N_s$  maka slip bernilai nol, tidak ada fluks yang memotong belitan rotor sehingga pada belitan rotor tidak diinduksikan tegangan, maka tidak ada arus yang mengalir pada belitan rotor, dengan demikian tidak dihasilkan kopel. Kopel motor akan timbul bila  $N_r < N_s$ . Dilihat dari cara kerjanya, motor induksi disebut juga sebagai motor tak serempak atau asinkron.

### C. Konstruksi Motor Induksi 3 Phasa

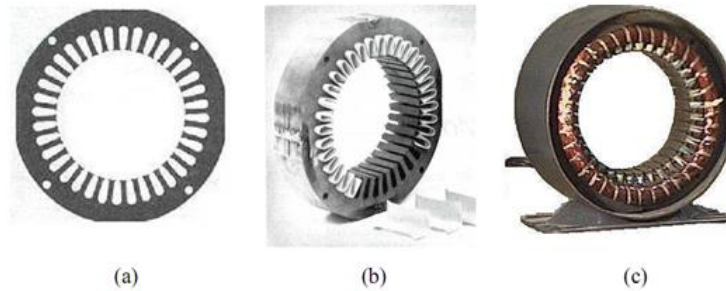
Motor induksi adalah motor AC yang paling banyak dipergunakan, karena konstruksinya yang kuat dan karakteristik kerjanya yang baik. Secara umum motor induksi terdiri dari rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak, sedangkan stator bagian yang diam. Diantara stator dengan rotor ada celah udara yang jaraknya sangat kecil, konstruksi motor induksi dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Konstruksi motor induksi

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 diisolasi dengan kertas (Gambar 2.2 (b)). Tiap elemen laminasi ini dibentuk dari lembaran besi (Gambar 2.2 (a)). 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  $120^\circ$ . Kawat kumparan yang digunakan terbuat dari tembaga yang dilapis dengan isolasi tipis, kemudian tumpukan inti

dan belitan stator diletakkan dalam cangkang silindris (Gambar 2.2 (c)). Berikut ini contoh lempengan laminasi inti, lempengan inti yang telah disatukan, belitan stator yang telah dilekatkan pada cangkang luar untuk motor induksi tiga fasa.



Gambar 2.2 Komponen stator motor induksi tiga fasa, (a) Lempengan inti, (b) Tumpukan inti dengan kertas isolasi pada beberapa alurnya, (c) Tumpukan inti dan kumparan dalam cangkang stator.

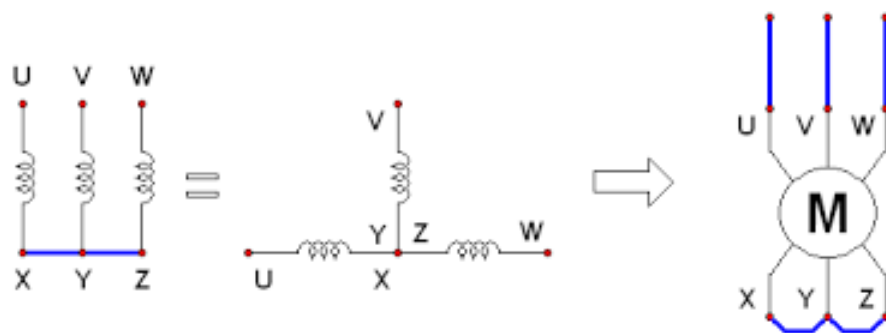
#### **D. Hubungan Bintang (Y) Segitiga ( $\Delta$ ) Pada Motor Induksi 3 Fasa**

Sesuai dengan namanya yaitu bintang segitiga atau sering disebut star delta, pengasutan ini bekerja dengan rangkaian belitan bintang (Y), dan beberapa saat rangkaian bintang terlepas kemudian digantikan dengan rangkaian segitiga ( $\Delta$ ). Melalui metode bintang segitiga ini arus awal yang sampai 6 kali dapat dihindarkan dengan cara menurunkan arus starting sebesar 33,33%. Arus yang mengalir pun dapat ditekan menjadi  $1/3$  dari arus pengasutan langsung.

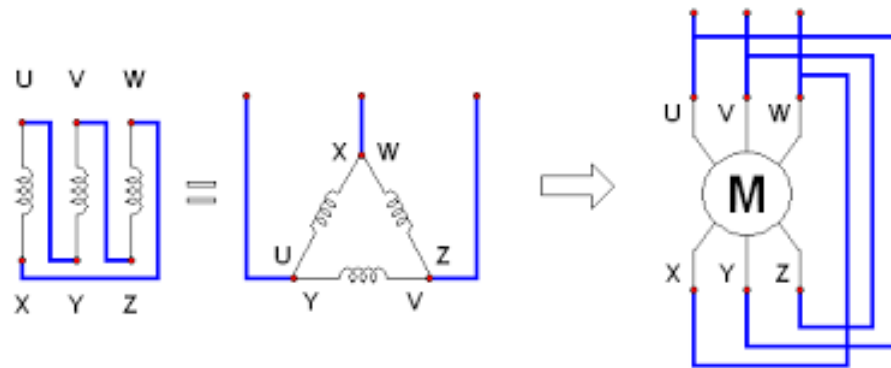
Prinsipnya adalah saat sebuah motor 3 fasa distart awal, motor tidak dikenakan nilai tegangan penuh dan hanya arus saja yang digunakan secara penuh. Tentunya motor induksi bertipikal seperti ini hanya motor induksi

dengan daya diatas 5.5 HP (Horse Power), sedangkan 1 HP adalah bernilai 0.75 KW (kilowatt). Karena penggunaan arus mula yang lumayan besar ini, maka diperlukanlah hubungan bintang (Y) untuk meminimalisir arus. Setelah motor berputar dan arus sudah mulai turun, barulah dipindahkan menjadi hubungan segitiga ( $\Delta$ ) sehingga motor tersebut mendapatkan nilai tegangan secara penuh.

Motor yang digunakan dalam pengasutan ini adalah jenis motor induksi 3 phasa. Pada dasarnya, motor listrik tiga phasa memiliki tiga kumparan stator yang terpisah satu dengan lainnya. Masing-masing kumparan stator terdiri atas satu ujung masuk dan satu ujung keluar. Oleh karena itu, secara keseluruhan pada sebuah motor listrik tiga phasa terdapat enam ujung sisi kumparan stator. Berikut merupakan hubungan belitan motor bintang (Y) dan segitiga ( $\Delta$ ).



Gambar 2.3 Hubungan bintang motor induksi 3 phasa



Gambar 2.4 Hubungan delta motor induksi 3 fase

### E. Sistem Kendali Elektromagnetik

Pengendali adalah segala usaha yang dilakukan untuk membimbing suatu proses dalam mencapai suatu tujuan. Jadi yang tergolong atau yang dimaksud dengan pengendalian motor adalah meliputi pengaturan dan pengendalian motor dari saat start sampai motor itu berhenti, agar operasi atau kerja dari motor tersebut sesuai dengan ketentuan atau kebutuhan. Tahapan mengoperasikan motor pada dasarnya dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

#### 1. Mulai jalan (*starting*)

Untuk motor yang dayanya kurang dari 4 KW, pengoperasian motor dapat disambung secara langsung (*direct on line*). Sedangkan untuk daya yang besar pengasutannya dengan pengendali awal motor (*motor starter*) yang bertujuan untuk meredam arus awal yang besarnya 5 sampai 7 kali arus nominal.

#### 2. Berputar (*running*)

Beberapa saat setelah motor mulai jalan, arus yang mengalir secara bertahap segera menurun ke posisi arus nominal. Selanjutnya motor dapat



dikendalikan sesuai kebutuhan, misalnya dengan pengaturan kecepatan, pembalikan arah perputaran, dan sebagainya.

### 3. Berhenti (*stopping*)

Tahap ini merupakan tahap akhir dari pengoperasian motor dengan cara memutuskan aliran arus listrik dari sumber tenaga listrik, yang prosesnya bisa dikendalikan sedemikian rupa (misalnya dengan pengaman / *break*), sehingga motor dapat berhenti sesuai kebutuhan.

Kendali elektromagnetik termasuk dalam jenis kendali motor semi otomatis. Pada kendali semi otomatis, kerja operator sedikit ringan (tidak mengeluarkan tenaga besar), cukup dengan jari menekan tombol tekan *start* awal menggerakkan motor dan menekan tombol *stop* saat menghentikan putaran motor. Untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik menggunakan konduktor magnet, yang bisa dilengkapi rele pengaman arus lebih (*Thermal Overload Relay*) sebagai pengaman motor.

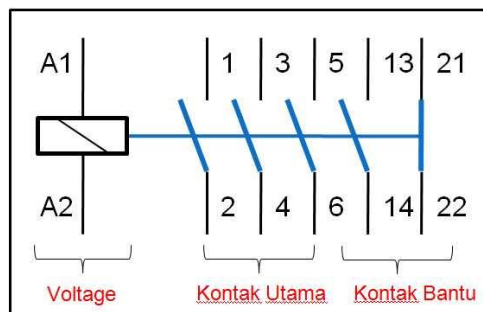
## **F. Peralatan Kontrol**

Peralatan kontrol adalah komponen atau peralatan listrik yang digunakan untuk mengontrol kerja motor listrik pada rangkaian sistem kendali elektromagnetik. Adapun yang termasuk kedalam peralatan control yaitu :

### **F.1 Kontaktor**

Kontaktor adalah salah satu jenis peralatan listrik yang digunakan untuk menghubungkan atau memutus rangkaian listrik (umumnya adalah motor listrik) yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnet. Kontaktor mempunyai belitan dan jika dialiri arus listrik akan menimbulkan gaya

magnetic, sehingga gaya magnetic ini akan mengoperasikan kontak-kontak dari kontaktor yang terdiri dari kontak utama yaitu kontak yang digunakan untuk menghubungkan rangkaian daya dan kontak bantu yang digunakan pada rangkaian kontrol.



Gambar 2.5 Simbol kontaktor

Keterangan :

1,3,5 = Nomor terminal yang digunakan ke supply (rangkaiannya daya)

2,4,6 = Nomor terminal yang digunakan ke beban

13,14 = Kontak bantu Normally Open (NO)

21,22 = Kontak bantu Normally Close (NC)

A1,A2 = Nomor terminal koil kontaktor

Prinsip kerja kontaktor adalah berdasarkan gaya elektromagnetik. Kontak-kontak yang dikopel pada angker (inti gerak) pada posisi awalnya

kontak NO dan kontak NC, maka jika diberi tegangan kontak-kontak NO akan menutup dan NC akan membuka. Jika tegangan dilepas, akan kembali ke posisi semula. Kumputan dari kontaktor umumnya di supply dengan tegangan 220 V.

## **F.2 Timer**

Timer adalah suatu relay waktu dimana pengoperasiannya dapat diatur berapa lama on maupun offnya dengan setting waktu. Timer mempunyai kumputan dengan nomor terminal a dan b atau 2 dan 10, dimana kedua terminal ini dihubungkan ke sumber tegangan. Menurut pengoperasiannya timer dibagi dua jenis yaitu :

### **a. On Delay**

Timer jenis on delay ini bekerja atas dasar penundaan waktu. Apabila koil timer sudah diberi tegangan, namun lengan-lengan kontakannya masih belum bekerja, dikarenakan setting waktu kerja yang sudah diatur. Setelah beberapa saat barulah pegas dari timer on delay ini bekerja untuk menarik lengan-lengan kontak timer untuk mensuplai arus ke rangkaian lain.

### **b. Off Delay**

Untuk kerja dari timer off delay merupakan kebalikan dari kerja on delay, dimana waktu kerjanya dibatasi sampai waktu yang telah diatur. Pada saat koil timer diberi tegangan, pegas dari timer juga langsung bekerja untuk menarik lengan-lengan kontak timer.

### **F.3 Lampu Tanda**

Lampu tanda adalah suatu lampu yang berfungsi sebagai indikator pada sistem pengendali untuk pengoperasian motor listrik, lampu tanda umumnya digunakan berwarna merah, kuning dan hijau, dengan supply tegangan 220 Volt. Lampu tanda dipasang secara paralel dengan peralatan kontrol sehingga kita dapat mengetahui peralatan mana saja yang sedang bekerja dan tidak bekerja.

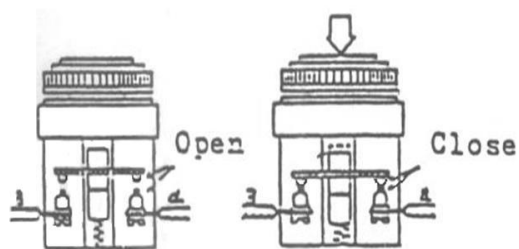
### **F.4 Push Button**

Push Button merupakan suatu jenis saklar tekan yang banyak dipergunakan dalam rangkaian pengendali dan pengaturan. Saklar ini bekerja dengan prinsip titik kontak NC atau NO saja, kontak ini memiliki 2 buah terminal baut sebagai kontak sambungan. Sedangkan yang memiliki kontak NC dan NO kontakannya memiliki 4 buah terminal baut. Push Button akan bekerja bila ada tekanan pada tombol dan saklar ini akan memutus atau menghubungkan sesuai dengan jenisnya. Bila tekanan dilepas maka kontak akan kembali ke posisi semula karena ada tekanan pegas.

Push Button pada umumnya memiliki konstruksi yang terdiri dari kontak bergerak dan kontak tetap. Dari konstruksinya, maka push button dibedakan menjadi beberapa tipe yaitu :

a. Tipe *Normally Open* (NO)

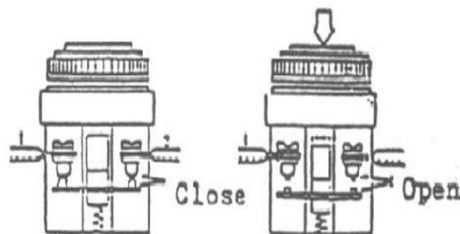
Tombol ini disebut juga dengan tombol start karena kontak akan menutup bila ditekan dan kembali terbuka bila dilepaskan. Bila tombol ditekan maka kontak bergerak akan menyentuh kontak tetap sehingga arus listrik akan mengalir.



Gambar 2.6 Konstruksi Push Button tipe NO

b. Tipe *Normally Close* (NC)

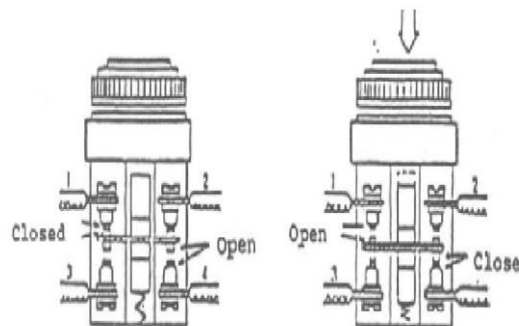
Tombol ini disebut juga dengan tombol stop karena kontak akan membuka bila ditekan dan kembali tertutup bila dilepaskan. Kontak bergerak akan lepas dari kontak tetap sehingga arus listrik akan terputus.



Gambar 2.7 Konstruksi Push Button tipe NC

### c. Tipe NC dan NO

Tipe ini memiliki 4 buah terminal baut, sehingga bila tombol tidak ditekan maka sepasang kontak akan NC dan kontak lain akan NO, bila tombol ditekan maka kontak tertutup akan membuka dan kontak yang membuka akan tertutup.



Gambar 2.8 Konstruksi Push Button tipe NC dan NO

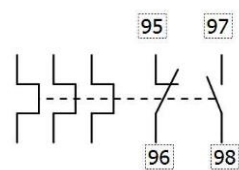
## G. Peralatan Pengaman

Peralatan pengaman adalah peralatan yang berfungsi untuk mengamankan rangkaian listrik dari gangguan hubungan singkat arus listrik ataupun beban lebih. Tujuan tindakan pengamanan pada instalasi listrik adalah untuk melindungi manusia atau peralatan yang tersambung dengan instalasi itu jika terjadi arus gangguan akibat dari keadaan yang tidak normal. Untuk itu perlu dipakai pengaman seperti sekering, MCB dll.

Yang menjadi dasar pertimbangan pengaturan pengaman adalah arus dan waktu kerja suatu pengaman pada instalasi listrik. Karena itu besarnya arus hubung singkat baik nilai maksimum maupun minimum harus dihitung untuk menentukan arus pengaturan. Disamping itu waktu yang diperlukan oleh pengaman menanggapi gangguan juga menentukan.

### G.1 Thermal Over Load

Thermal Overload merupakan peralatan pengaman motor listrik terhadap arus beban lebih. Pengaman ini bekerja secara thermostatis yaitu karena panas yang ditimbulkan oleh adanya arus listrik yang melewati arus nominalnya. Suhu yang tinggi pada motor disebabkan oleh perubahan energi listrik menjadi energi panas. Energi panas ini dirubah menjadi energi mekanis oleh logam bimetal untuk melepaskan kontakannya. Dengan membukanya kontak-kontak ini maka rangkaian akan menjadi terbuka sehingga motor aman dari bahaya beban lebih tersebut.



Gambar 2.9 Simbol Thermal Overload Relay

Pada saat motor mengalami beban lebih maka kontak bantu NC dari pengaman ini akan memutuskan suplai daya ke kontaktor yang

mengoperasikan motor tersebut sehingga motor akan berhenti bekerja dan terhindar dari kerusakan akibat gangguan tersebut.

Thermal ini dapat distel berdasarkan nilai arus oleh pabrik pembuatnya. Proteksi ini dirancang sedemikian rupa sehingga arus jatuhnya kira-kira 10% lebih tinggi dari nilai stelnnya. Jika arus nominal motor 20 A maka arus setting dari thermal adalah sebesar 22 A.

## **G.2 Miniatur Cicuit Breaker (MCB)**

MCB merupakan peralatan switching dan pemutus arus yang berfungsi untuk memutuskan tenaga listrik baik pada saat operasi normal maupun dalam keadaan tidak normal. MCB biasanya dilengkapi dengan pengaman thermis untuk beban lebih dan dan pengaman relay untuk hubung singkat.

Pada operasi normal, MCB dipergunakan untuk membuka suatu rangkaian listrik, misalnya untuk keperluan perawatan. Pada keadaan operasi tidak normal, misalnya pada saat terjadi gangguan arus lebih maka pada keadaan ini MCB akan membuka kontaknya secara otomatis sehingga rangkaian yang terganggu akan segera dilokalisasi.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

#### **A. Waktu Dan Tempat Pelaksanaan**

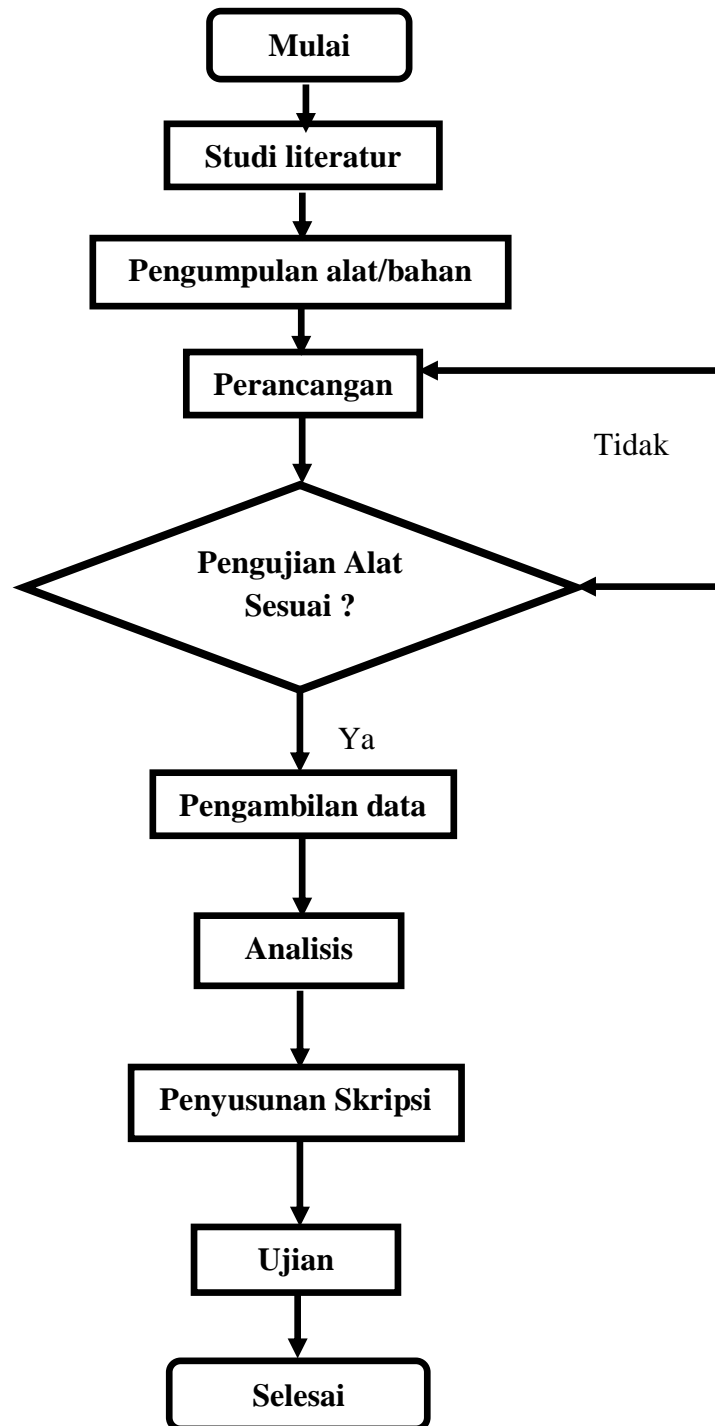
##### **A.1 Waktu**

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan selama 6 (enam) bulan, dimulai pada bulan Oktober 2017 sampai dengan bulan Maret 2018. Pada bulan Oktober sampai November 2017 kami memulai dengan studi literatur yaitu mulai mencari buku-buku, jurnal, artikel laporan penelitian, dan situs-situs internet yang berkaitan dengan judul alat yang kami rancang. Pada bulan Desember 2017 sampai bulan Januari 2018 kami mulai mengumpulkan alat dan bahan yang diperlukan, setelah alat dan bahan sudah dikumpulkan kami memulai melakukan perancangan alat sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi 3 phasa. Terakhir, pada bulan Februari sampai bulan Maret 2018 kami memulai menguji alat yang telah dirancang dan mencatat hasil yang dilakukan.

##### **A.2 Tempat Pelaksanaan**

Tempat pelaksanaan dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

## B. Diagram Proses Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir dari proses perancangan tugas akhir

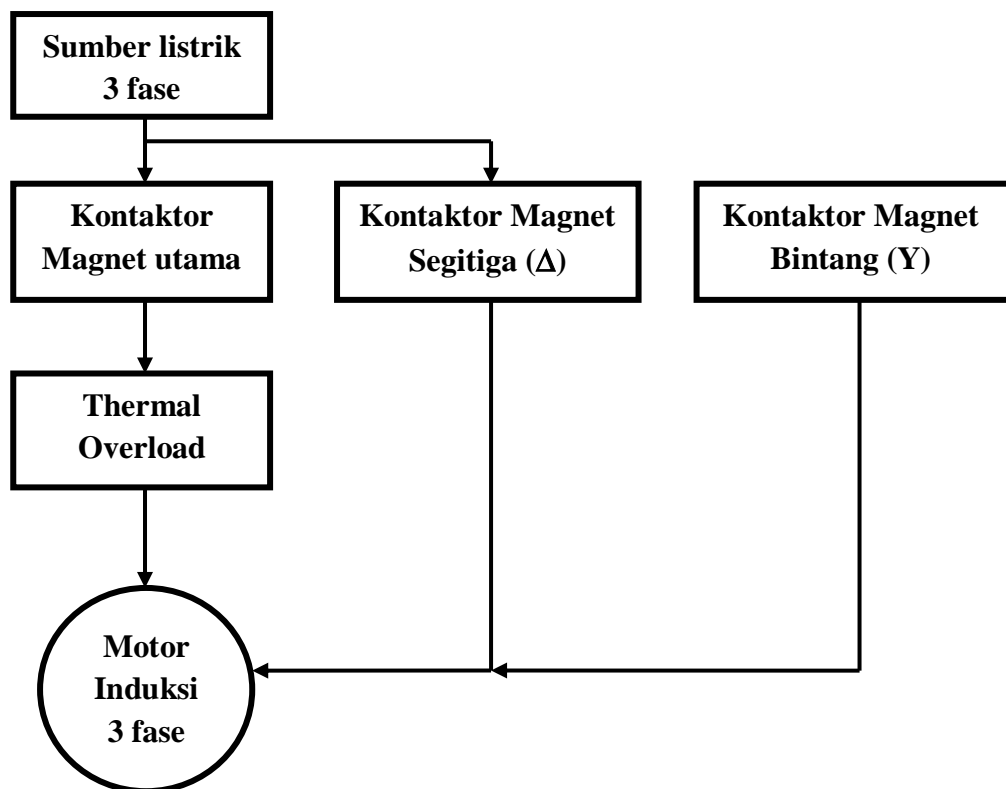
## C. Metode Penelitian

### C.1 Studi Literatur

Dalam Studi Literatur ini kami mengumpulkan data dengan cara mencari buku, jurnal dan modul yang berkaitan dengan judul penelitian sebagai referensi untuk alat yang kami rancang.

### C.2 Pengumpulan Alat / Bahan

### C.3 Perancangan



Gambar 3.2 Skema Perancangan

Dalam proses perancangan yang dilakukan kami mulai pada pengumpulan alat / bahan kemudian kami melakukan pengecekan pada alat/bahan dan kami melakukan langkah-langkah perancangan sebagai berikut:

- a. Rangkaian di beri suplai tegangan listrik, 220 V (1 phasa) untuk rangkaian kontrol dan 380 V (3 phasa) untuk rangkaian daya.
- b. Tombol start ditekan untuk mengoperasikan motor listrik.
- c. Kontaktor magnet bekerja untuk mengalirkan arus listrik ke motor listrik, setelah kontaktor magnet mendapat suplai tegangan.
- d. Pertama pada saat motor listrik beroperasi, motor listrik akan terhubung secara bintang (Y).
- e. Setelah motor beroperasi selama 10 detik, maka motor listrik akan berubah hubungannya dari hubung bintang (Y) menjadi hubung segitiga ( $\Delta$ ) dengan bantuan timer sebagai penunda waktu.

#### **C.4 Pengujian Alat**

Pada pengujian alat ini kami mulai dari merakit rangkaian daya dan rangkaian kontrol, setelah perakitan rangkaian kami menghubungkan output rangkaian dengan motor induksi 3 phasa. Rangkaian diberi input tegangan listrik 3 phasa untuk rangkaian daya dan input tegangan 1 phasa untuk rangkain kontrol, rangkaian diaktifkan dan mengoperasikan motor induksi 3 phasa, pertama motor induksi dioperasikan dengan starting bintang (Y) setelah 10 detik motor induksi beralih menjadi hubungan segitiga ( $\Delta$ ).

### C.5 Pengambilan data

Pada tahap pengambilan data kami mengukur berapa besar arus asut motor induksi 3 phasa pada tiap phasa R, S dan T, saat motor listrik mulai start beroperasi menggunakan hubungan bintang (Y) hingga motor listrik bekerja menggunakan hubungan segitiga ( $\Delta$ ).

### D. Alat Dan Bahan Yang Digunakan Dalam Perancangan

#### a. Bahan yang digunakan dalam perancangan

Tabel 3.1 Bahan yang digunakan dalam perancangan

No.	Nama Bahan	Jumlah
1	MCB 3 phasa	1 buah
2	MCB 1 phasa	1 buah
3	Kontaktor	3 buah
4	Thermal Overload Relay	1 buah
5	Time Delay Relay	1 buah
6	Push Button tipe NO & tipe NC	2 buah
7	Lampu Tanda warna merah, kuning & hijau	3 buah
8	Kabel NYA merah, kuning, & hitam uk. 1.5 mm <sup>2</sup>	5 meter
9	Kabel NYAF merah & biru, uk. 0.75 mm <sup>2</sup>	25 meter
10	Kabel NYM 4×1.5 mm <sup>2</sup>	10 meter
11	Skun Kabel 1.5 mm	100 buah
12	Terminal Block	2 buah
13	Kabel duct 45×65 mm	1 batang
14	Rel uk. 3.5 cm	1 meter
15	Kabel Fleksibel	1 meter
16	Sekrup	16 buah
17	Papan uk. 35×50 cm	1 buah

b. Alat yang digunakan dalam perancangan

Tabel 3.2 Alat yang digunakan dalam perancangan

No.	Nama Alat	Jumlah
1	Gergaji Kayu	1 buah
2	Gergaji Besi	1 buah
3	Gerinda	1 buah
4	Testpen	1 buah
5	Obeng Plus	1 buah
6	Obeng Minus	1 buah
7	Tang Potong	1 buah
8	Tang Lancip	1 buah
9	Tang Kombinasi	1 buah
10	Tang Crimper Skun	1 buah
11	Tang Ampere / Clamp Meter	1 buah
12	Pisau Cutter	1 buah

**E. Spesifikasi Dari Alat dan Bahan**

1. Motor induksi 3 phasa

Motor listrik yang digunakan yaitu motor induksi 3 phasa dengan rotor sangkar (*Squirrel cage*) yang memiliki spesifikasi voltage 220/380 V  $\Delta/Y$ , frekuensi 50 Hz, current 2.7/1.6 A, daya 0.75 HP, speed 1405 rpm.



Gambar 3.3 Motor induksi 3 phasa

## 2. Kontaktor

Kontaktor yang digunakan Schneider electric tipe LC1D09M7, dengan 3 kontak utama NO (Normally Open), 2 kontak bantu NO+NC. Memiliki tegangan input coil 220 V AC 50/60 Hz, kapasitas daya 0.33 Hp - 7.5 Hp, arus max 25 A.



Gambar 3.4 Kontaktor

## 3. Thermal over load relay

Thermal over load relay yang digunakan yaitu Schneider electric tipe LRD08, kapasitas arus 2.5 A – 4 A. memiliki 3 kontak utama NC (Normally Close), dan 2 kontak bantu NO+NC.



Gambar 3.5 Thermal over load relay

#### 4. Timer

Timer yang digunakan yaitu Autonics model AT8N, jenis Time On Delay. Tegangan input 100-240 VAC (50/60Hz) / 24-240 VDC, 12 VDC (option). Rentang waktu kontrol 0.05 sec – 100 hour, memiliki 8 kontak masukan.



Gambar 3.6 Time on delay

#### 5. Lampu tanda

Lampu tanda yang digunakan yaitu 3 buah, masing-masing memiliki warna lampu merah, kuning dan hijau dengan tegangan input 220 V AC dan arus  $\leq$  20 mA.



Gambar 3.7 Lampu tanda



## 6. Push button

Push button yang digunakan ada 2 tipe yaitu, push button Start dengan tipe NO (Normally Open) berwarna hijau dan push button Stop dengan tipe NC (Normally Close) berwarna merah.



Gambar 3.8 Push button

## 7. Tang Ampere

Tang ampere atau clamp meter yang digunakan adalah tang ampere digital dengan tipe dekho33, dapat mengukur arus listrik AC sampai 200 A dan 600 A. Dan memiliki 2 probe positif (+) dan negative (-) untuk mengukur besaran tegangan AC hingga 600 Volt .



Gambar 3.9 Tang ampere

## F. Jadwal Pengambilan Data

Tabel 3.3 Jadwal Pengambilan Data

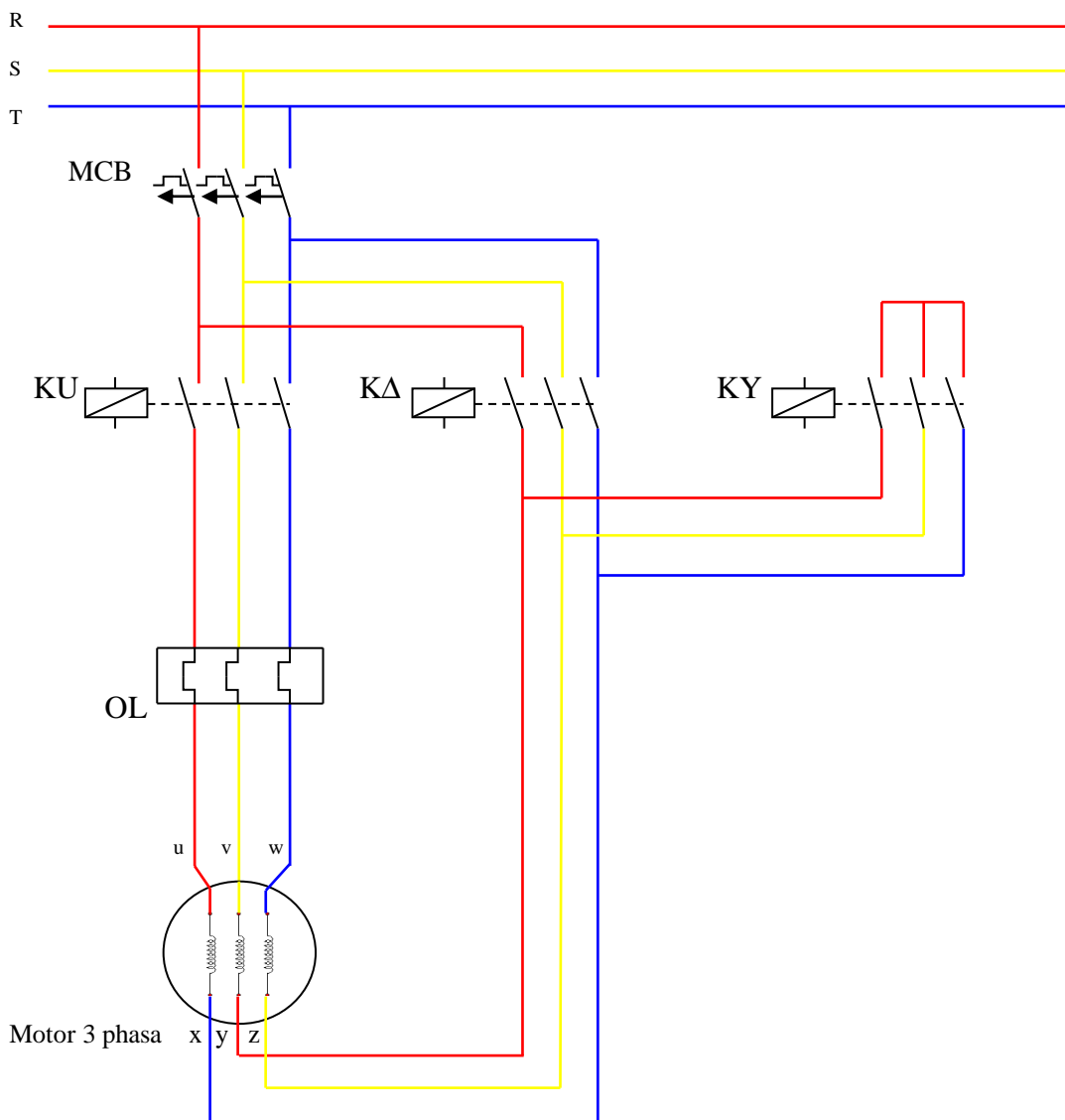
No	Tanggal	Keterangan
1	5 April 2018	Membuat desain rangkaian yang akan digunakan.
2	9 April 2018	Membuat daftar alat dan bahan yang akan digunakan
3	10 April 2018	Mengecek motor listrik 3 phasa di laboratorium
4	16 April 2018	Pengadaan 2 buah kontaktor
5	21 April 2018	Pengadaan Thermal overload relay
6	28 April 2018	Pengadaan Timer dan papan
7	4 Mei 2018	Pengadaan MCB 1 phasa , kabel NYAF 0.75 mm <sup>2</sup> dan NYA 1.5 mm <sup>2</sup>
8	7 Mei 2018	Pengadaan kabel duct, rel, sekrup, dan kabel elastic
9	8 Mei 2018	Pengadaan 2 buah terminal block, skun kabel dan Tang crimper
10	10 Mei 2018	Pengadaan 2 buah push button dan 3 buah lampu tanda
11	12 Mei 2018	Pengadaan MCB 3 fase dan 1 buah kontaktor
12	13 Mei 2018	Menyiapkan peralatan obeng, tang, gergaji dan mesin gerinda
13	19-20 Mei 2018	Mulai melakukan perakitan alat
14	21 Mei 2018	Pengadaan kabel NYM 4×1.5 mm <sup>2</sup>
15	22 Mei 2018	Pengujian rangkaian kontrol dengan sumber listrik 1 phasa pada rangkaian alat yang telah dirancang
16	25 Mei 2018	Pengadaan alat ukur clamp meter/tang amper

17	26-28 Mei 2018	Pengujian keseluruhan alat yang sudah dirancang menggunakan motor listrik 3 phasa dan mengukur arus yang mengalir pada tiap phasa R, S dan T.
18	29 Mei 2018	Tahap finishing merapikan alat
19	30 Mei 2018	Membuat laporan

**BAB IV**  
**HASIL PERANCANGAN**

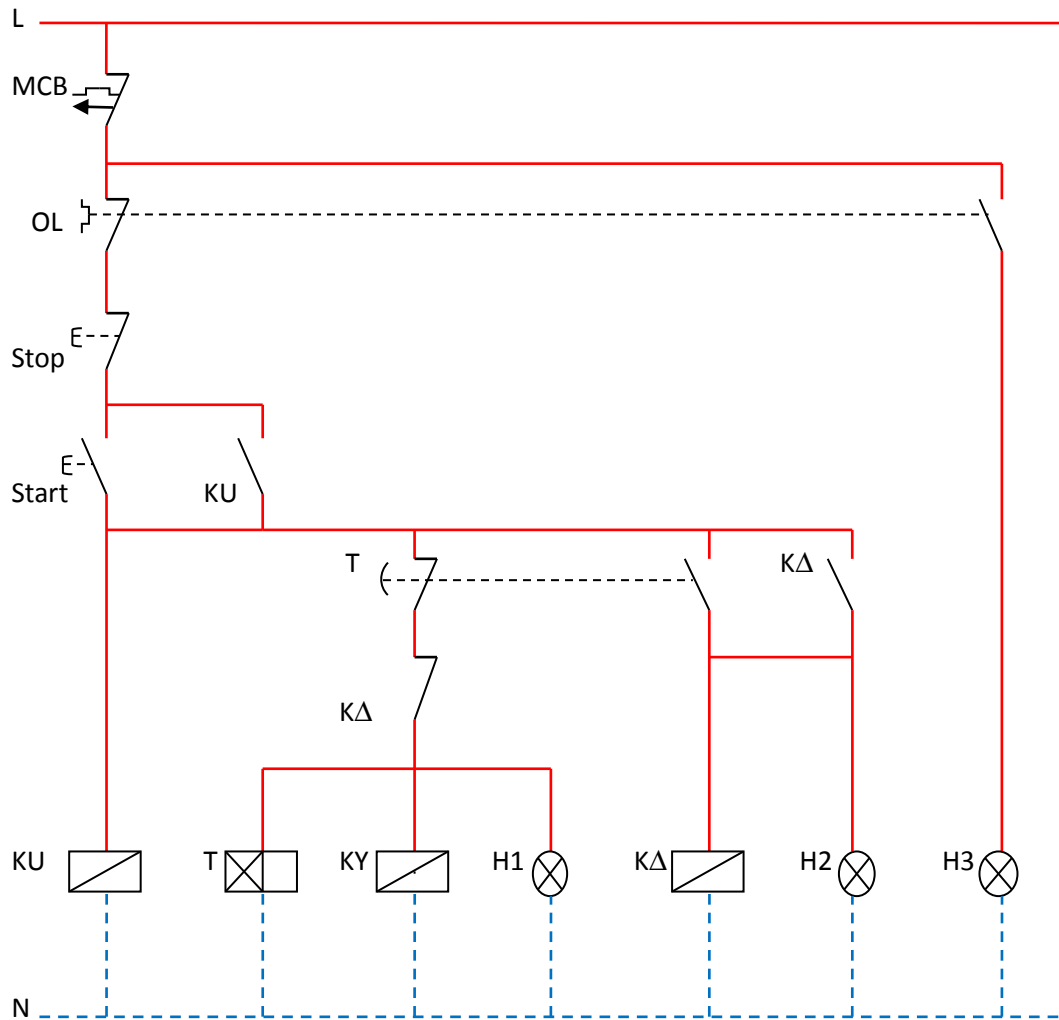
**A. Wiring Diagram Penelitian**

a. Rangkaian Daya



Gambar 4.1 Rangkaian daya dari hasil perancangan

## b. Rangkaian Pengendali



Gambar 4.2 Rangkaian pengendali dari hasil perancangan

Keterangan Indikator :

H1 = Indikator warna merah penanda rangkaian terhubung bintang (Y)

H2 = Indikator warna Hijau penanda rangkaian terhubung segitiga ( $\Delta$ )

H3 = Indikator warna kuning penanda terjadi beban lebih pada motor induksi 3 phasa

## B. Hasil

Hasil perancangan yang diperoleh merupakan hasil dari perancangan alat dan pengoperasian rangkaian sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi 3 fasa. Penelitian melakukan observasi dan survei alat yang dilakukan pada Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

### a. Hasil Pengukuran Tegangan line - 0

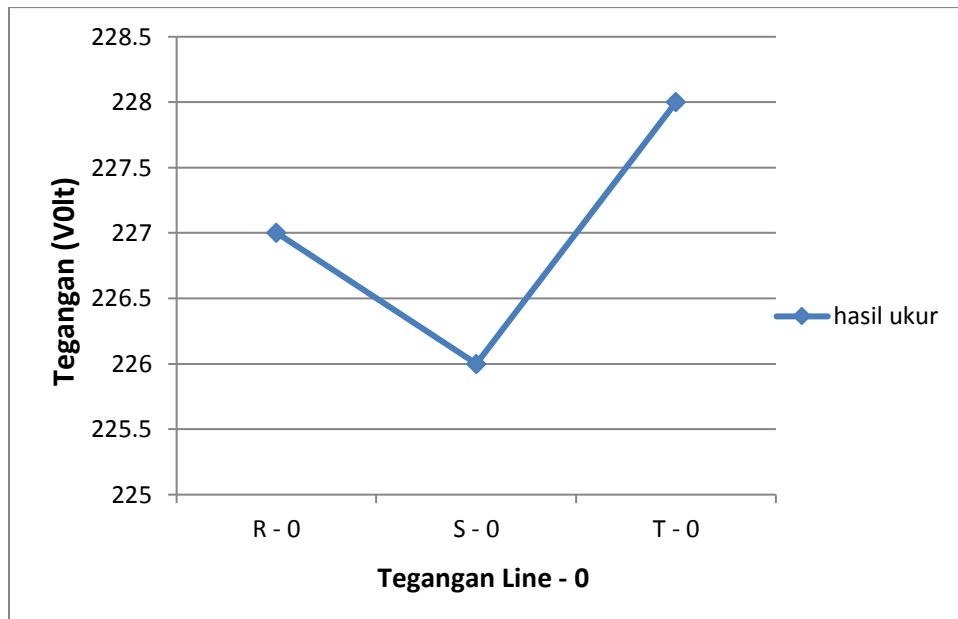
Untuk mengukur sebuah tegangan, pertama siapkan tang ampere/clamp meter. Atur posisi saklar selektor pada batas ukur 600 V AC, hubungkan probe ke terminal tegangan fasa R, S atau T yang akan diukur secara paralel dengan terminal netral (0), probe merah pada terminal positif (+) fasa R, S atau T dan probe hitam ke terminal negatif (-).

Tabel 4.1 Hasil pengukuran tegangan line - 0

<b>Tegangan Line - 0</b>	<b>Jumlah Tegangan (Volt)</b>
R - 0	227
S - 0	226
T - 0	228

Tabel 4.1 menjelaskan jumlah pengukuran tegangan (R-0) fasa R dengan netral (0) sebesar 227 Volt, jumlah pengukuran tegangan (S-0) fasa S dengan netral (0) sebesar 226 Volt, jumlah pengukuran tegangan (T-0) fasa T dengan netral (0) sebesar 228 Volt.

Diagram hasil pengukuran tegangan line - 0 :



Gambar 4.3 Digaram hasil pengukuran tegangan line - 0

Keterangan :

Diagram pada Gambar 4.3 memperlihatkan jumlah hasil pengukuran tegangan yang fluktuatif, dari tegangan line (R -0) yang tinggi kemudian tegangan line (S – 0) rendah dan tegangan line (T – 0) tinggi.

#### b. Hasil Pengukuran Tegangan line - line

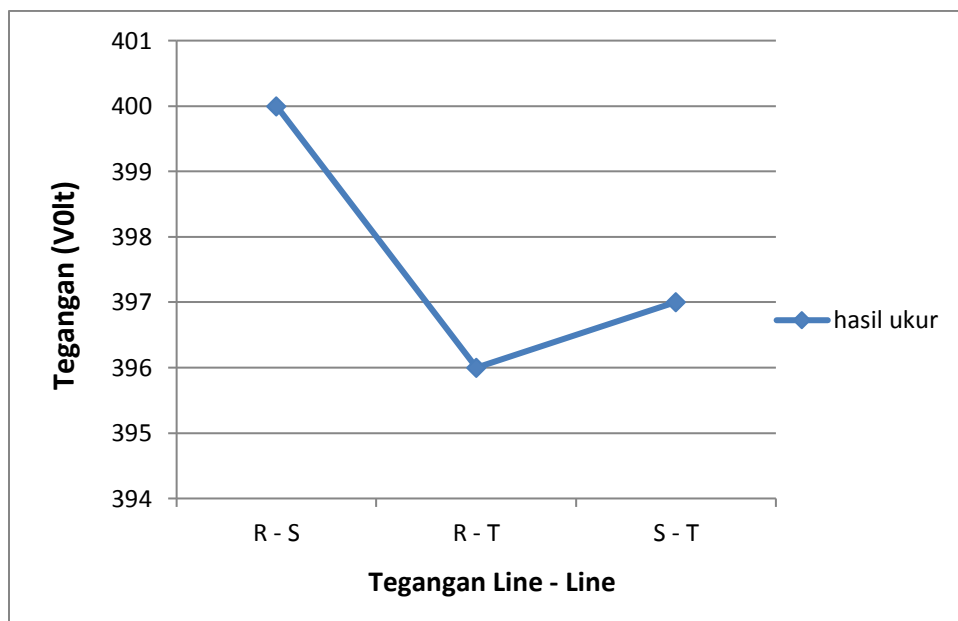
Untuk mengukur sebuah tegangan line - line, pertama siapkan tang ampere/clamp meter. Atur posisi saklar selektor pada batas ukur 600 V AC, hubungkan probe ke terminal tegangan Fase R - S, R – T, dan S – T yang akan diukur secara paralel. Dengan terminal probe merah pada terminal positif (+) fase R, S atau T dan probe hitam ke salah satu terminal fase yang akan diukur.

Tabel 4.2 Hasil pengukuran tegangan line - line

Tegangan Line - Line	Jumlah Tegangan (Volt)
R – S	400
R – T	396
S - T	397

Tabel 4.2 menjelaskan jumlah pengukuran tegangan phasa R dengan phasa S sebesar 400 Volt, jumlah pengukuran tegangan phasa R dengan phasa T sebesar 396 Volt, jumlah pengukuran tegangan phasa S dengan phasa T sebesar 397 Volt.

Diagram hasil pengukuran tegangan line - line :



Gambar 4.4 Diagram hasil pengukuran tegangan line - line



Keterangan :

Diagram pada Gambar 4.4 memperlihatkan jumlah hasil pengukuran tegangan yang fluktuatif, dari tegangan line R - S yang tinggi kemudian tegangan line R - T rendah dan tegangan line S - T tinggi.

c. Hasil Pengukuran arus tiap fasa R, S dan T dengan hubungan bintang (Y) dan segitiga ( $\Delta$ )

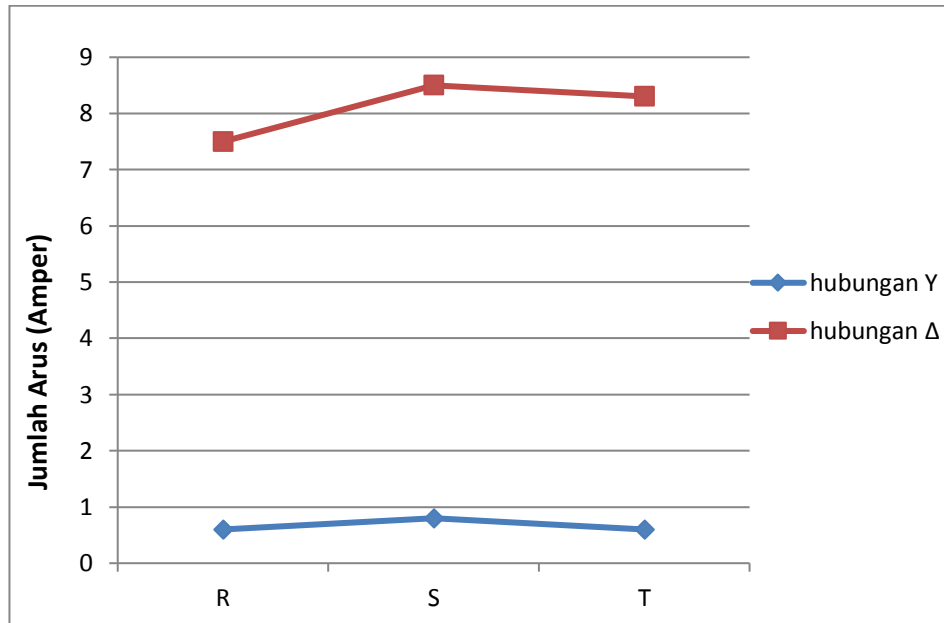
Untuk mengukur sebuah arus listrik, pertama siapkan tang ampere/clamp meter. Atur posisi saklar selektor pada batas ukur 200 A, tekan trigger untuk membuka rahang penjepit tang ampere dan jepitkan rahang penjepit ke kabel konduktor yang dialiri arus listrik, kemudian membaca nilai hasil pengukuran pada layar digital.

Tabel 4.3 Hasil pengukuran arus fasa R, S dan T

Hubungan Y - $\Delta$	Jumlah Arus (Amper)		
	R	S	T
Y	0,6	0,8	0,6
$\Delta$	7,5	8,5	8,3

Tabel 4.3 menjelaskan jumlah pengukuran arus listrik fasa R hubungan bintang (Y) sebesar 0,6 A dan hubungan segitiga ( $\Delta$ ) sebesar 7,5 A , jumlah pengukuran arus listrik fasa S hubungan bintang (Y) sebesar 0,8 A dan hubungan segitiga ( $\Delta$ ) sebesar 8,5 A, jumlah pengukuran arus listrik fasa T hubungan bintang (Y) sebesar 0,6 A dan hubungan segitiga ( $\Delta$ ) sebesar 8,3 A.

Diagram hasil pengukuran arus fase R, S dan T :



Gambar 4.5 Digaram hasil pengukuran arus tiap fase R, S dan T dengan hubungan bintang (Y) dan segitiga ( $\Delta$ ).

Keterangan :

Diagram pada Gambar 4.5 memperlihatkan perbedaan jumlah hasil pengukuran arus tiap fase R, S dan T dengan menggunakan hubungan bintang (Y) dan segitiga ( $\Delta$ ).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

1. Sistem starting bintang (Y) segitiga ( $\Delta$ ) untuk motor induksi 3 fasa bertujuan untuk menekan arus start pengasutan motor listrik yang tinggi, saat motor terhubung bintang (Y) arus starting yang digunakan lebih kecil dari arus starting jika dalam hubungan segitiga.
2. Cara kerja alat ini dengan menggunakan sistem kontrol semiotomatis, dengan menggunakan fungsi utama dari kontaktor sebagai saklar magnetis yang mempunyai prinsip kerja elektromagnetik. Kontaktor bekerja berdasarkan pembentukan electromagnet yang menggerakkan elektromekanis penghubung dari dua atau lebih titik penghubung (konektor) rangkaian sehingga dapat menghasilkan kondisi kontak on atau kontak off.
3. Alat ini beroperasi dengan rangkaian daya dan rangkaian pengendali, dimana rangkaian daya sebagai rangkaian utama yang menyalurkan energi listrik ke beban melalui kontak utamanya dan rangkaian pengendali yang berfungsi sebagai pengontrol untuk menggerakkan kontak-kontak dari kontaktor, timer dan thermal overload relay dengan bantuan dari push button.
4. Beban motor induksi 3 fasa yang digunakan memiliki spesifikasi voltage 220/380 V  $\Delta$ /Y, frekuensi 50 Hz, current 2.7/1.6 A, daya 0.75 HP, speed 1405 rpm. Untuk itu digunakan kontaktor shneider electric tipe

LC1D09M7 memiliki kapasitas daya 0.33 Hp – 7.5 Hp, arus maximum 25 A dan thermal overload relay tipe LRD08 dengan kapasitas arus 2.5 A – 4 A. Komponen yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan kerja beban.

5. Nilai hasil pengukuran arus listrik dengan menggunakan hubungan bintang (Y) pada phasa R sebesar 0,6 A, phasa S sebesar 0,8 A dan phasa T sebesar 0,6 A. Dengan menggunakan hubungan segitiga ( $\Delta$ ) pada phasa R sebesar 7,5 A, phasa S sebesar 8,5 A dan phasa T sebesar 8,3 A.

## **B. Saran**

1. Fungsi dari alat sebagai pengendali motor listrik 3 phasa diharap bisa dikembangkan lagi dengan menggunakan peralatan sistem kendali otomatis yang lebih moderen.
2. Sebelum menggunakan komponen peralatan utama diharap mempertimbangkan spesifikasi komponen dengan kebutuhan beban kerja motor listrik.

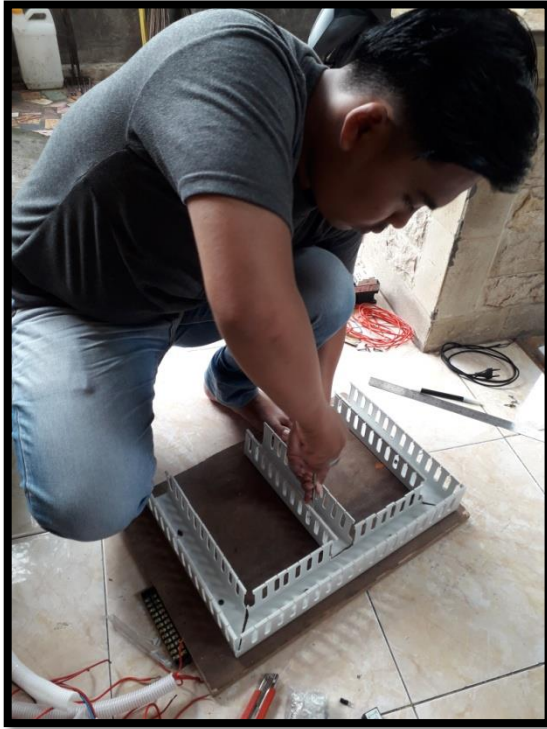
## DAFTAR PUSTAKA

1. Arindya, Radita. 2013. Penggunaan Dan Pengaturan Motor Listrik. Yogyakarta: Graha Ilmu
2. Berlianti, Rahmi. 2015. Analisis Motor Induksi Fasa Tiga Tipe Rotor Sangkar Sebagai Generator Induksi Dengan Variasi Hubungan Kapasitor Untuk Eksitasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negri Padang, Vol.4, No.1.
3. <http://electric-mechanic.blogspot.co.id/2010/11/hubung-star-delta-motor-induksi-3-fase.html>
4. [https://id.wikipedia.org/wiki/Motor\\_listrik](https://id.wikipedia.org/wiki/Motor_listrik)
5. Putra, Jefri Sando Mala. Prabakti Endramawan dan Agus Hariwibowo. 2016. Pembuatan Trainer Instalasi Motor 3 Phase, Pendidikan Teknik Elektro, FPTK, IKIP PGRI Madiun, Vol.1, No.2.
6. Sirait, David H. 2008. Analisis Starting Motor Induksi Tiga Fasa Pada PT. Berlian Unggas Sakti Tj. Morawa. Medan: Dpartemen Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

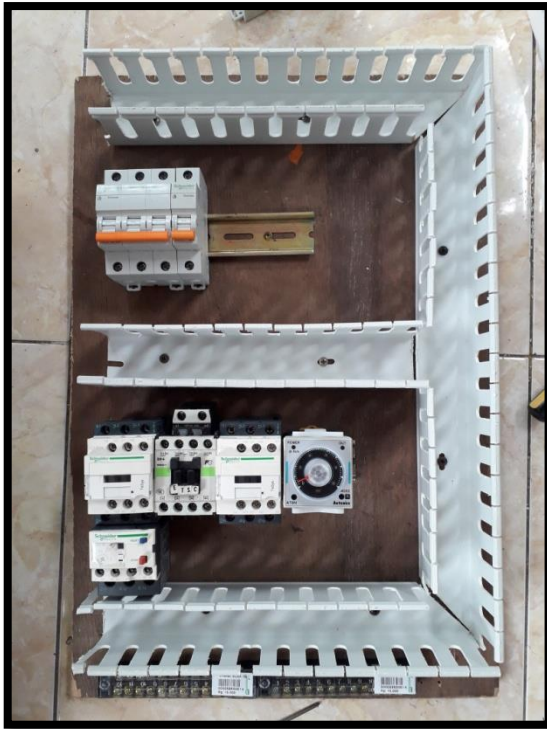
## LAMPIRAN



Memotong papan dan kabel duct



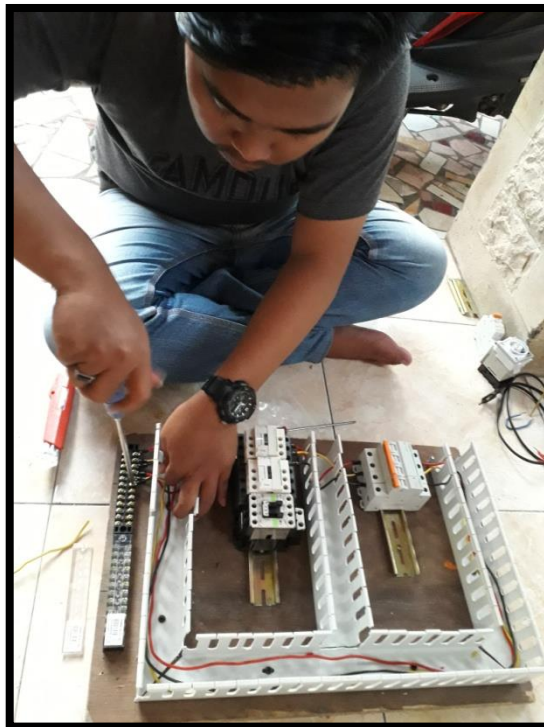
Memasang kabel duct pada papan



Tampak komponen telah terpasang

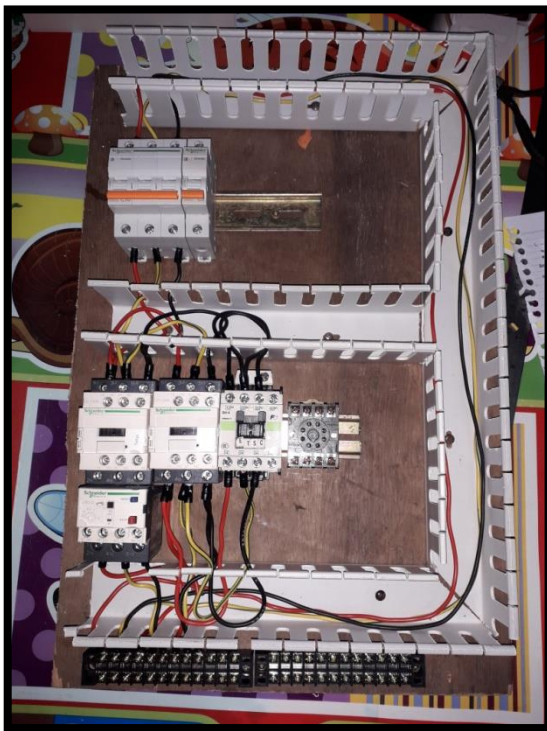


Memasang skun pada kabel

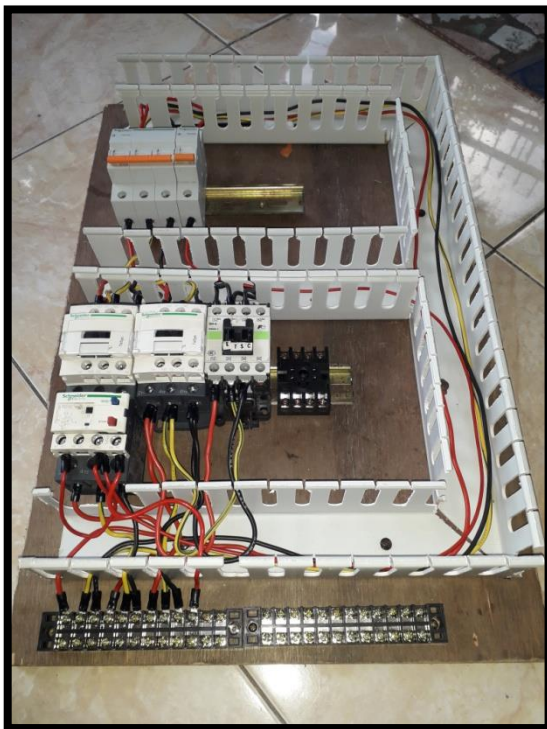


Memasang terminal penghubung kabel





Memasang kabel pada rangkaian daya



Memulai memasang rangkaian



Memasang rangkaian pengendali

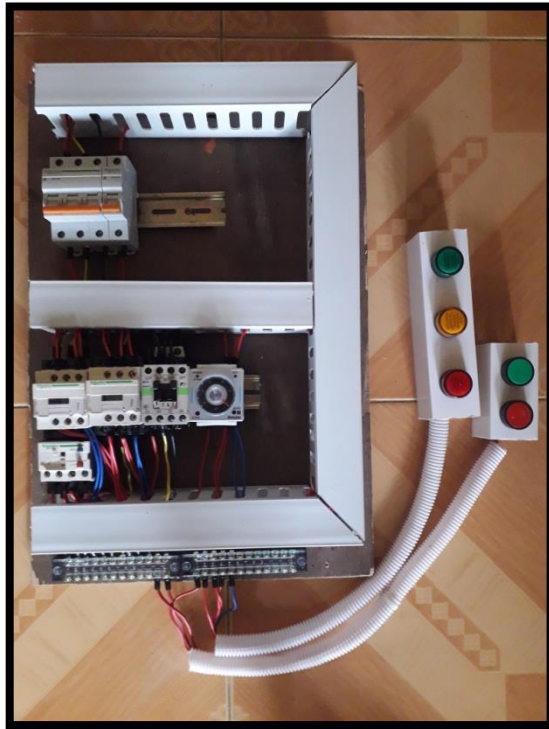




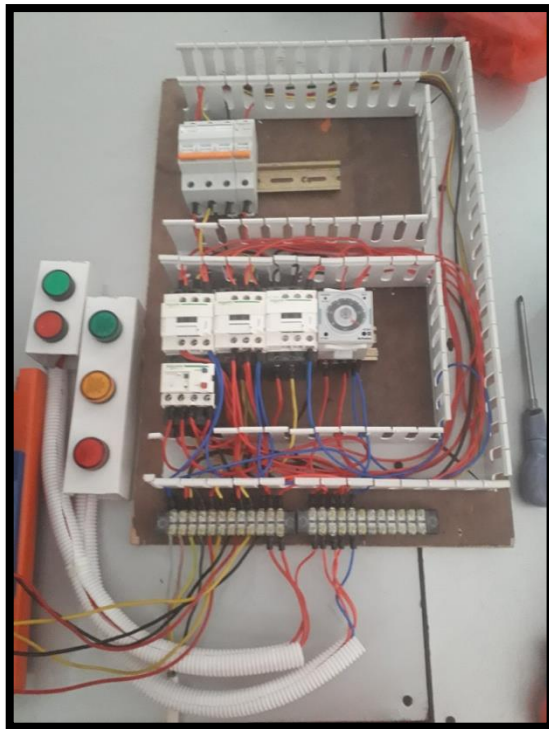
Memasang rangkaian pengawatan



Memasang kabel pada lampu indikator

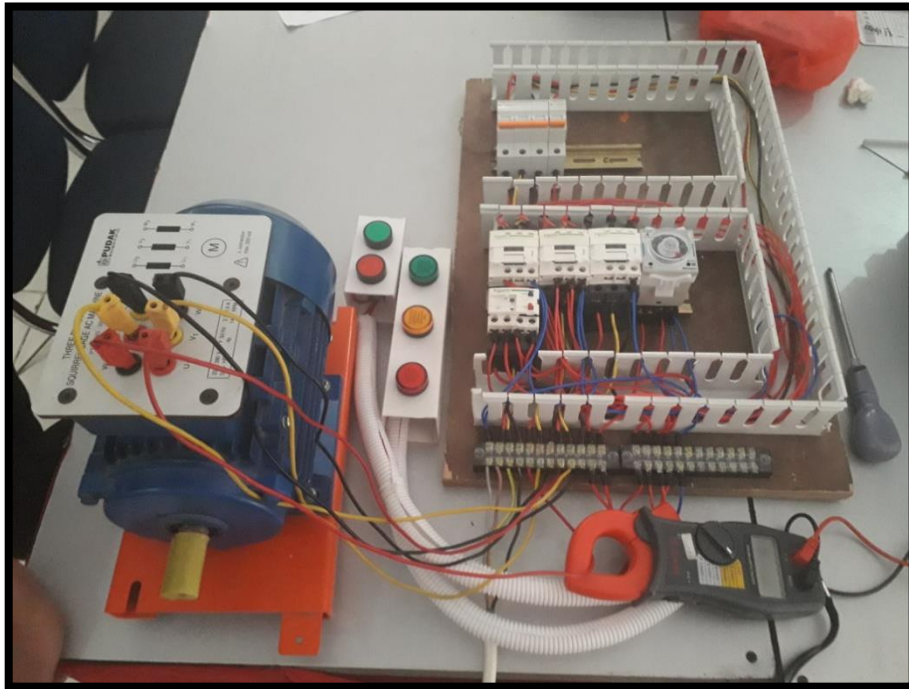


Tampak rangkaian telah selesai

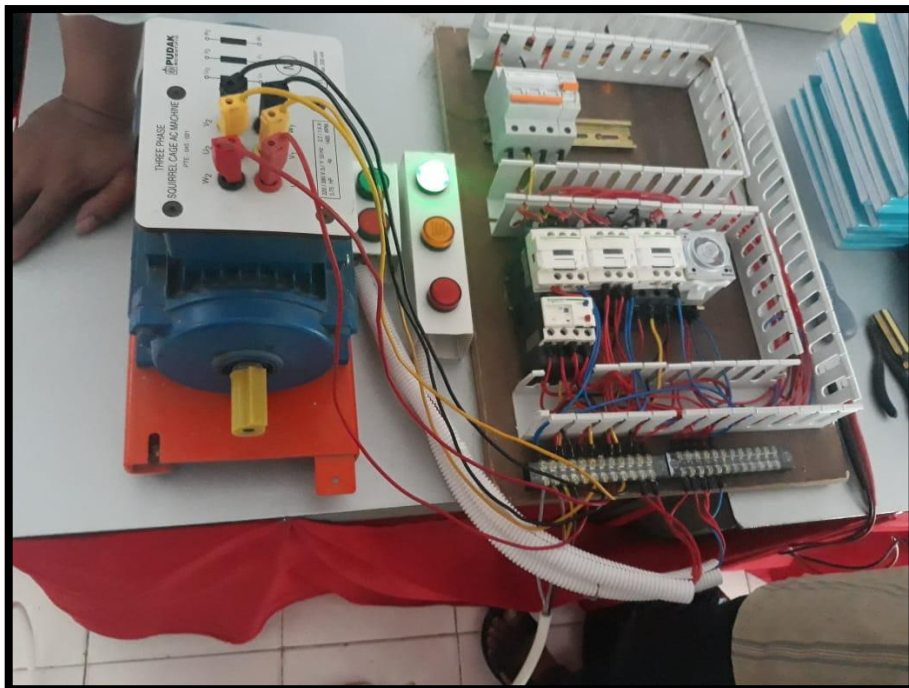


Menyiapkan rangkaian untuk pengetesan

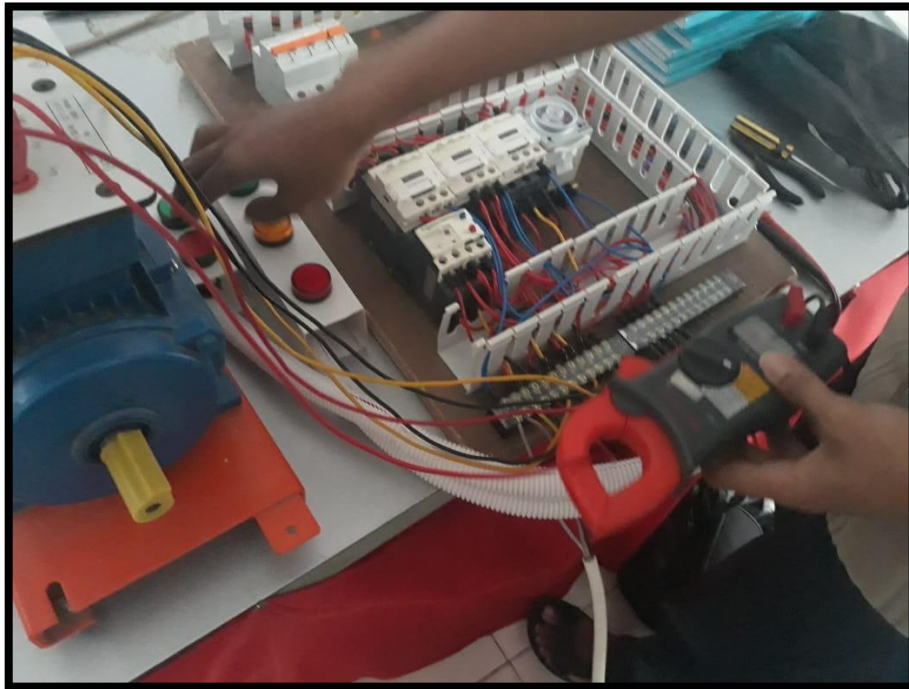




Memasang alat ukur pada rangkaian



Mengetes kerja rangkaian



Melakukan pengukuran pada rangkaian