

**RANCANG BANGUN
TRAINER SISTEM KENDALI MOTOR INDUKSI BERBASIS
MAGNETIK KONTAKTOR**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh
gelar Ahli Madya (A.Md) pada Program Studi DIII Teknik Listrik
Fakultas Teknik Universitas Batanghari



Disusun Oleh

Abdur Rakip

1000820403002

**PROGRAM STUDI III TEKNIK LISTRIK
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN TRAINER SISTEM KENDALI MOTOR INDUSI BERBASIS MAGNETIK KONTAKTOR



Laporan Tugas Akhir ini telah disetujui untuk diuji oleh Program Studi DIII
Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Rozlinda Dewi

Ir. S. Umar Djufri



LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN TRAINER SISTEM KENDALI MOTOR INDUKSI BERBASIS MAGNETIK KONTAKTOR

Tugas Akhir ini sudah disetujui dan diuji oleh Program Studi DIII Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi, merupakan salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md)

Nama : Abdur Rakip
NIM : 1000820403002
Hari / Tanggal : Rabu. 30 - April - 2014
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik
Universitas Batanghari

TIM PENGUJI

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1	Ir. Rozlinda Dewi	Ketua	1.
2	Ir. S. Umar Djufri	Sekretaris	2.
3	Ir. Sudirman	Anggota	3.
4	H. NJ. Thamrin, ST, M.Eng	Anggota	4.
5	Edi Saputra, ST, M.sc	Anggota	5.

Disahkan oleh

Dekan Fakultas Teknik

Ka Prodi Teknik Listrik

Ir. Fakhrol Rozi Yamali. ME
NIDN: 1015126501

Ir. Sudirman
NIDN: 1006056202



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala Puji dan Syukur Penulis Panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **Rancang Bangun Trainer Sistem Kendali Motor Induksi Berbasis Magnetik Kontaktor**. Laporan penyelesaian Tugas Akhir adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya.

Dalam penyusunan dan penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini, tentunya tidak terlepas dari Bantuan dan Dukungan serta Do'a dari berbagai pihak. Untuk itu Penulis sampaikan rasa hormat serta ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Fakhru Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari
2. Bapak Ir. Sudirman, selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik yang telah memberikan saran, serta kritikan kepada penulis
3. Ibu Ir. Rozlinda Dewi, Selaku Pembimbing Pertama yang telah membimbing dan memberikan saran, serta kritikan kepada penulis
4. Bapak Ir. S Umar Djufri, Selaku Pembimbing Kedua yang telah membimbing dan memberikan saran, serta kritikan kepada penulis
5. Kedua orang tua yang selalu memberikan do'a dan dukungan kepada penulis
6. Rekan-rekan seperjuangan yang terlibat dalam penyusunan laporan ini

Akhirnya sebagai harapan semoga Laporan ini dapat bermanfaat dan akan menjadi insprasi kepada pembaca dalam berbuat inovasi serta dengan keterbatasannya, kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan.

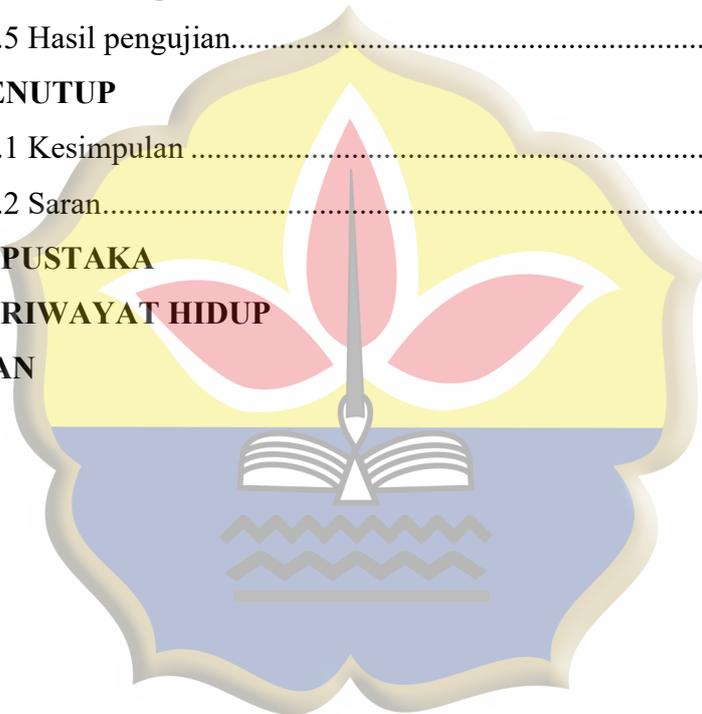
Jambi,April 2014

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Perumusan Masalah	2
1.3.Batasan Masalah	2
1.4.Tujuan	2
1.5.Manfaat	2
1.6.Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Motor induksi tiga phasa.....	4
2.1.1. Konstruksi motor tiga3 phasa.....	4
2.1.2. Prinsipkerja motor induksi 3 phasa	6
2.1.3. Medan putar	7
2.1.4. Rangkaian pada motor induksi 3 Phasa	11
2.1.5. Keuntungan dan kerugian motor-motor 3 fasa.....	13
2.2. Sistem kendali motor induksi	14
2.2.1. Pengertian sistem kendali	14
2.2.2 Cara kerja sistem kendali	16
2.3. Komponen pengatur motor listrik.....	17
BAB III METODOLOGI PEMBUATAN ALAT	
3.1 Metode pembuatan trainer.....	30
3.2 Metode atau prosedur.....	30

3.3 Cara kerja dan pengoperasian alat	31
3.3.1 Motor hubung berurutan	31
3.3.2 Motor hubung star-delta	33
BAB IV PERANCANAAN ALAT	
4.1 Flow chart.....	35
4.2 Alat, komponen, bahan dan harga.....	36
4.3 Rancang bangun alat	36
4.4 Pengujian alat.....	37
4.4.1 Rangkaian berurutan	37
4.4.2 Rangkaian star-delta.....	38
4.5 Hasil pengujian.....	39
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Notasi dan Penomoran Kontak-Kontak Kontaktor	21
Tabel 4.1 Anggaran Biaya.....	36
Tabel 4.2 Hasil Pengujian	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor Induksi Tiga Fasa	4
Gambar 2.2 Rotor Tipe Sangkar	6
Gambar 2.3 Rotor Kumparan / Belitan	6
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Motor Induksi.....	7
Gambar 2.5 Putaran Motor Induksi dan Medan Putar	8
Gambar 2.6 Hubungan Star	11
Gambar 2.7 Hubungan Delta	12
Gambar.2.8 Lup terbuka dan Lup Tertutup	16
Gambar 2.9 MCB 1 Fasa	17
Gambar 2.10 MCB 3 Fasa.....	17
Gambar 2.11 bagian dalam MCB.....	18
Gambar 2.12 Keadaan Normal.....	18
Gambar 2.13 Keadaan tidak Normal.....	18
Gambar 2.14 Cara kerja Kontaktor	20
Gambar 2.15 Simbol Kontaktor	22
Gambar 2.16 Kontaktor	22
Gambar 2.17 Bagian-Bagian Kontaktor	23
Gambar 2.18 Timer	24
Gambar 2.19 Kaki Timer	26
Gambar 2.20 Push Button Tipe NO	27
Gambar 2.21 Push Button Tipe NC	27
Gambar 2.22 Push Button ON-OFF.....	27
Gambar 2.23 Kabel NYA.....	28
Gambar 2.24 Kabel NYM.....	29
Gambar 2.25 Kabel NYAF	29
Gambar 3.1 Rangkaian Kontrol Motor Hubung Berurutan	31
Gambar 3.2 Rangkaian Daya Hubung Berurutan	32
Gambar 3.3 Alat Pratikum Pengendali Motor Induksi 3 Fasa Hubung Berurutan 32	
Gambar 3.4 Rangkaian Kontrol Motor Hubung Star-Delta.....	33

Gambar 3.5 Rangkaian Daya Hubung Star-Delta.....	34
Gambar 3.6 Alat Pratikum Pengendali Motor Induksi 3 Fasa Hubung Star-Delta	34
Gambar 4.1 Flow Chart.....	35
Gambar 4.2 Trainer Sistem Kendali Motor Induksi Berbasis Magnetik Kontaktor	36
Gambar 4.3 Contoh Nama Plate 380V.....	41
Gambar 4.4 Ilustrasi Umum Gulungan Motor Tiga Fasa	41
Gambar 4.4 Contoh Nama Plate Motor 220/380V.....	42
Gambar 4.6 PENkabelan Motor 220/380V.....	42



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama dalam bidang kontrol listrik yang ada dalam dunia industri, seperti kita tahu untuk rangkaian kontrol tentunya tidak dapat terhubung langsung. Berdasarkan hal tersebut maka dibuatlah “Rancang Bangun Trainer Sistem Kendali Motor Induksi Berbasis Magnetik Kontaktor”.

Tugas akhir ini membuat alat praktikum pengendali motor tiga fasa untuk hubungan star delta dan alat praktikum pengendali motor tiga fasa untuk hubungan berurutan. Dibahas juga karakteristik dari motor tiga fasa itu sendiri serta hubungan star delta dan hubungan berurutan.

Alat praktikum ini dapat digunakan untuk praktikum-praktikum mata kuliah di laboratorium mesin listrik. Karena masih kurangnya alat praktikum kendali mesin listrik.

Alat praktikum ini bermanfaat untuk mahasiswa dalam pembelajaran mata kuliah praktik instalasi motor tiga fasa untuk hubungan star delta dan praktik instalasi motor tiga fasa untuk hubungan berurutan. Selain bermanfaat untuk mahasiswa alat praktikum ini juga bermanfaat untuk dosen dalam mengajar mata kuliah praktik instalasi motor tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Batasan masalah dalam rancang bangun trainer menggunakan magnetik kontaktor, bagaimana cara kerja sistem kendalinya.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah.

1. Rancang bangun trainer sistem kendali berbasis magnetic kontaktor untuk hubungan:
 - a. Rangkaian berurutan.
 - b. Rangkaian star-delta,
2. Tidak membahas modul pembelajaran pratikum sistem kendali berbasis magnetik kontaktor.

1.4 Tujuan

1. Membuat alat praktikum pengendali motor tiga fasa untuk hubungan star delta, tapi untuk hubungan ini belum dapat di operasikan karena tidak adanya motor tiga fasa yang berukuran (380V) saja.
2. Membuat alat praktikum pengendali motor tiga fasa untuk hubungan berurutan.

1.5 Manfaat

- a. Untuk mahasiswa yg merancang trainer tersebut.
- b. untuk laboratorium listrik dan untuk mahasiswa yang akan datang.

1.6 SistematikaPenulisan

Dalam penulisan ini, penulis menggunakan sistematika penulisan yang terdiri dari 4 bab.

Bab I PENDAHULUAN

Terdiri atas latar belakang masalah, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Landasan teori menjelaskan tentang pengertian motor induksi, system kendali, magnetik kontaktor guna pembuatan trainer (alat pratikum) system kendali motor induksi magnetik kontaktor.

BAB III METODOLOGI PERANCANAAN ALAT

Pada bab ini akan dilakukan perancangan dan proses pembuatan alat.

BAB IV PERANCANGAN ALAT

Bab ini akan membahas tentang uji alat dan bahan yang digunakan.

BAB V PENUTUP

Penutup yang terdiri atas kesimpulan dan saran.

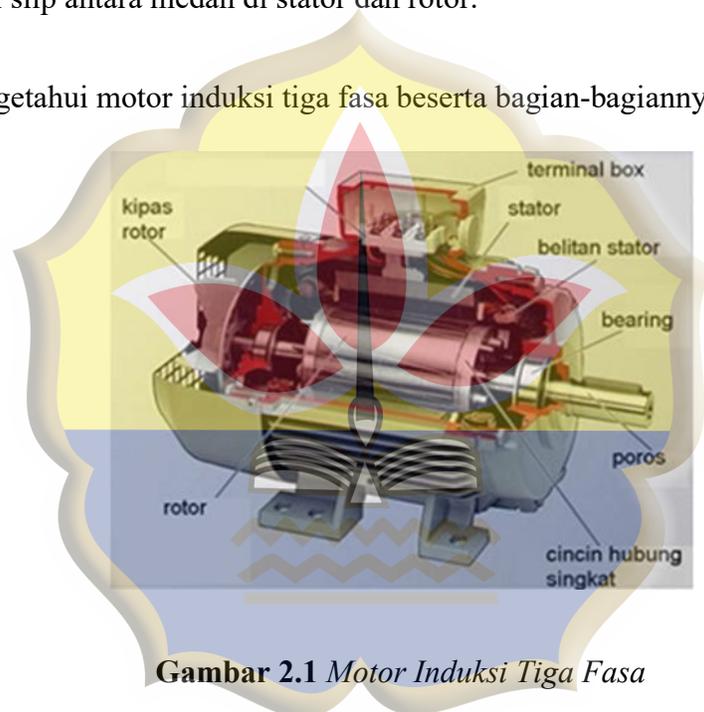
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Motor Induksi Tiga Fasa

Motor induksi adalah suatu mesin listrik yang mengubah dari energi listrik menjadi energi gerak/kinetik dengan menggunakan prinsip medan listrik dan mempunyai slip antara medan di stator dan rotor.

Untuk mengetahui motor induksi tiga fasa beserta bagian-bagiannya lihat gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Motor Induksi Tiga Fasa*

2.1.1 Konstruksi Motor Induksi Tiga Fasa

1. Stator

Stator terdiri dari lumenasi-lumenasi yang umumnya mempunyai slot-slot untuk dapat memasukkan belitan, stator mempunyai belitan yang di gulung pada sejumlah kutub-kutub. Kutub-

kutub ini dapat dihitung dari besarnya putaran, semakin banyak jumlah katup semakin rendah putarannya dan begitu pula sebaliknya.

Gulungan stator jika di alirkan arus akan menghasilkan flux magnetik yang harganya konstan, akan tetapi berputar pada kecepatan sinkron (serempak) yang dinyatakan oleh :

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} \quad \dots(2.1)$$

Dimana :

N_s = Kecepatan Medan Putaran Stator (RPM)

f = Frekuensi sumber (hertz)

p = Jumlah Kutub (buah)

2. Rotor

Rotor adalah mempunyai 2 tipe, yaitu :

a Rotor tipe sangkar.

Rotor ini terdiri dari luminasi-luminasi sekunder yang mempunyai slot-slot tempat memasang konduktor rotor yang bukan terdiri dari kawat akan tetapi terdiri dari batang-batang konduktor yang terbuat dari tembaga atau alloy. Batang-batang ini dimasukkan pada masing-masing slot dan batang rotor di las secara listrik maupun di ikat pada 2 buah ruang yang dihubungkan singkat.



Gambar 2.2 Rotor Tipe Sangkar

b Rotor kumparan / belitan.

Pada tipe ini terdapat belitan yang sama, belitan tadi ditarik keluar dan dihubungkan pada slip ring pada rotor yang mempunyai sikat (brush). Sikat ini dihubungkan dengan Rheostat.

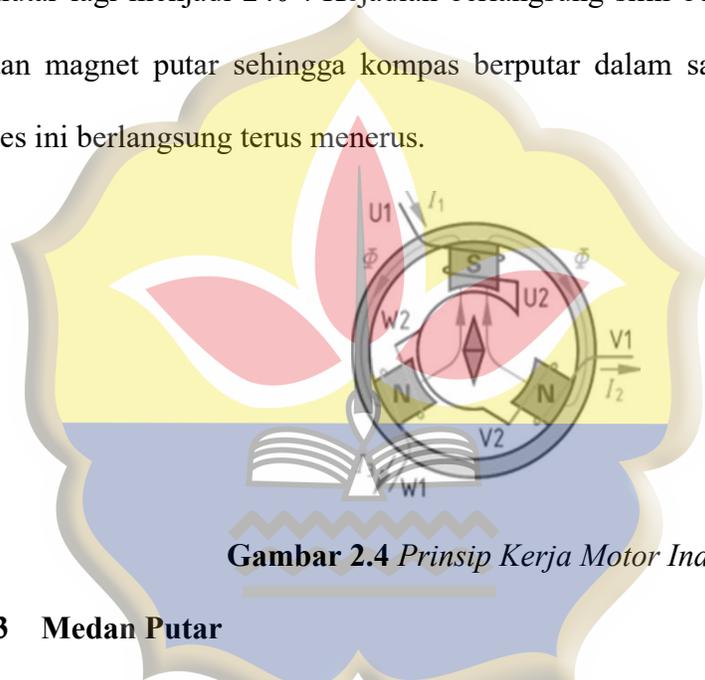


Gambar 2.3 Rotor Kumparan/Belitan

2.1.2 Prinsip Kerja Motor Induksi Tiga Fasa

Perputaran motor pada mesin arus bolak-balik ditimbulkan oleh adanya medan putar (fluks yang berputar) yang dihasilkan dalam kumparan statornya. Medan putar ini terjadi apabila kumparan stator dihubungkan dalam fasa banyak umumnya fasa tiga. Hubungan dapat berupa hubungan bintang

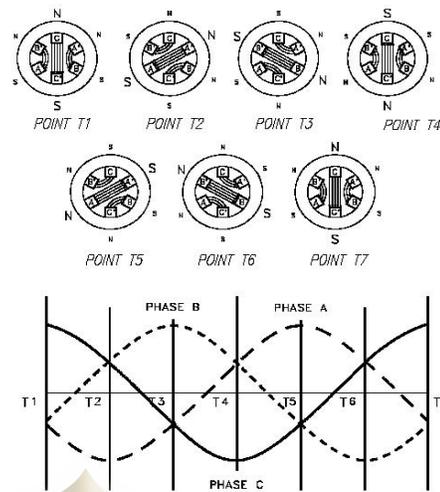
atau delta. Ketika tegangan fasa U masuk kebelitan stator menjadikan kutub S (*south* = selatan), garis-garis gaya magnet mengalir melalui stator, sedangkan dua kutub lainnya adalah N (*north* = utara) untuk fasa V dan fasa W . Kompas akan saling tarik-menarik dengan kutub S . Berikutnya kutub S pindah ke fasa V , kompas berputar 120° , dilanjutkan kutub S pindah ke fasa W , sehingga pada belitan stator timbul medan magnet putar. Buktinya kompas akan memutar lagi menjadi 240° . Kejadian berlangsung silih berganti membentuk medan magnet putar sehingga kompas berputar dalam satu putaran penuh, proses ini berlangsung terus menerus.



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Motor Induksi

2.1.3 Medan Putar

Putaran medan magnet dijelaskan pada gambar 2.6 dengan “menghentikan” medan tersebut pada enam posisi. Tiga posisi ditandai dengan interval 60° pada gelombang sinus yang mewakili arus yang mengalir pada tiga fasa A, B, dan C. Jika arus mengalir dalam satu fasa adalah positif, medan magnet akan menimbulkan kutub utara pada kutub stator yang ditandai dengan A', B', dan C'. Penggambaran tentang putaran medan magnet dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Putaran Motor Induksi dan Medan Putar*

a. Posisi T1

Pada posisi T1, arus pada fasa C berada pada harga positif maksimumnya. Pada saat yang sama, arus pada fasa A dan B berada pada separuh harga negative maksimumnya. Medan magnet yang dihasilkan terbentuk secara vertikal dengan arah ke bawah, dengan kekuatan medan maksimum terjadi sepanjang fasa C, antara kutub C(utara) dengan C' (selatan). Medan magnet ini dibantu oleh medan-medan yang lebih lemah yang dihasilkan sepanjang fasa A dan B, dengan kutub kutub A' dan B' menjadi kutub-kutub utara dan kutub-kutub A dan B menjadi kutub-kutub selatan.

b. Posisi T2

Pada posisi T2, gelombang sinus arus telah berotasi sebanyak 60° listrik. Pada posisi ini, arus dalam fasa A telah naik hingga harga negative maksimumnya. Arus pada fasa B mempunyai arah yang berlawanan dan

berada pada separuh harga maksimum positifnya. Begitu pula arus pada fasa C telah turun hingga separuh dari harga maksimum positifnya.

Medan magnet yang dihasilkan terbentuk ke kiri arah bawah, dengan kekuatan medan maksimum sepanjang fasa A, antara kutub-kutub A' (utara) dan A (selatan). Medan magnet ini dibantu oleh medan-medan yang lebih lemah yang timbul sepanjang fasa B dan C, dengan kutub-kutub B dan C menjadi kutub-kutub utara dan kutub-kutub B' dan C' menjadi kutub-kutub selatan. Disini terlihat bahwa medan magnet pada stator motor secara fisik telah berputar sebanyak 60° .

c. Posisi T3

Pada posisi T3, gelombang sinus arus berputar lagi 60° listrik dari posisi sebelumnya hingga total rotasi pada posisi ini sebesar 120° listrik. Pada posisi ini, arus dalam fasa B telah naik hingga mencapai harga positif maksimumnya. Arus pada fasa A telah turun hingga separuh dari harga negative maksimumnya, sementara arus pada fasa C telah berbalik arah dan berada pada separuh harga negative maksimumnya pula.

Medan magnet yang dihasilkan mengarah ke atas kiri, dengan kekuatan medan maksimum sepanjang fasa B, antara kutub B (utara) dan B' (selatan). Medan magnet ini dibantu oleh medan-medan yang lebih lemah sepanjang fasa A dan C, dengan kutub-kutub A' dan C' menjadi kutub-kutub utara dan kutub-kutub A dan C menjadi kutub-kutub selatan. Sehingga terlihat di sini bahwa medan magnet pada stator telah berputar 60° lagi dengan total putaran sebesar 120° .

d. Posisi T4

Pada posisi T4, gelombang sinus arus telah berotasi sebanyak 180° listrik dari titik T1 sehingga hubungan antara arus-arus fasa adalah indentik dengan posisi T1 kecuali bahwa polaritasnya telah berbalik. Karena fasa C kembali pada harga maksimum, medan magnet yang dihasilkan sepanjang fasa C kembali berada pada harga maksimum, medan magnet yang dihasilkan sepanjang fasa C akan memiliki kekuatan medan maksimum.

Meskipun demikian, dengan arus yang mengalir dalam arah yang berlawanan pada fasa C, medan magnet yang timbul mempunyai arah ke atas antara kutub C' (utara) dan C (selatan). Terlihat bahwa medan magnet sekarang telah berotasi secara fisik sebanyak 180° dari posisi awalnya.

e. Posisi T5

Pada posisi T5, fasa A berada pada harga positif maksimumnya, yang menghasilkan medan magnet ke arah atas sebelah kanan. Kembali, medan magnet secara fisik telah berputar 60° dari titik sebelumnya sehingga total rotasi sebanyak 240° .

f. Posisi T6

Pada titik T6, fasa B berada pada harga maksimum negative yang menghasilkan medan magnet ke arah bawah sebelah kanan. Medan magnet pun telah berotasi sebesar 60° dari titik T5 sehingga total rotasi adalah 300° .

g. Posisi T7

Pada titik T7, arus kembali ke polaritas dan nilai yang sama seperti pada Posisi T1. Karenanya, medan magnet yang dihasilkan pada posisi ini

akan identik dengan pada posisi T1. Dari pembahasan ini, terlihat bahwa untuk satu putaran penuh gelombang sinus listrik (360°), medan magnet yang timbul pada stator sebuah motor juga berotasi satu putaran penuh (360°). Sehingga, dengan menerapkan tiga fasa AC kepada tiga belitan yang terpisah secara simetris sekitar stator, medan putar (*rotating magnetic field*) juga timbul.

2.1.4 Rangkaian Motor Induksi Tiga Fasa

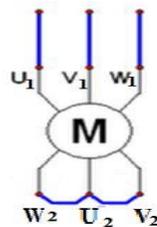
a. Rangkaian Star

Rangkaian star adalah peralatan listrik 3 fasa dimana didalamnya terdiri dari 3 unit/bagian (belitan misalnya) yg sama dirangkai seperti membentuk huruf Y dimana ujung-ujungnya adalah tersambung sebagai line dan bagian tengahnya adalah bagian netral.

Cara menghubungkan motor dalam hubungan star :

1. Mengkoppelkan/menghubungkan salah satu dari ujung-ujung kumparan fasa menjadi satu.
2. Sedangkan yang tidak dihubungkan menjadi satu dihubungkan kesumber tegangan.

Untuk lebih jelasnya lihat gambar 2.6



Gambar 2.6 Hubungan Star

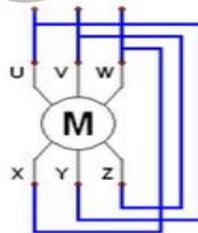
b. Rangkaian Delta

Rangkaian delta adalah peralatan listrik 3 fasa dimana didalamnya terdiri dari 3 unit/bagian yg sama (belitan misalnya) dirangkai seperti membentuk bangun segitiga dimana ujung-ujungnya tersambung sebagai line, dan tdk mempunyai netral. Bila ingin mendapatkan netralnya biasanya diambil dari ground dengan syarat sumber tegangannya juga digroundkan.

Cara menghubungkan motor dalam hubungan delta :

1. Ujung pertama dari kumparan fasa 1 dihubungkan dengan ujung kedua dari kumparan fasa 3
2. Ujung pertama dari kumparan fasa 2 dihubungkan dengan ujung kedua dari kumparan fasa 1
3. Ujung pertama dari kumparan fasa 3 dihubungkan dengan ujung kedua dari kumparan fasa 2

Untuk lebih jelasnya lihat gambar 2.7



Gambar 2.7 Hubungan Delta

Prinsipnya adalah saat sebuah motor tiga fasa di *start* 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). Karena penggunaan arus mula yang lumayan besar ini, maka diperlukanlah hubungan bintang (star) 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.

c. Rangkaian Star/Delta

Rangkaian Star delta adalah sebuah sistem starting motor yang paling banyak dipergunakan untuk starting motor listrik. Untuk menggerakkan motor tersebut diperlukan daya awal yang besar. Dimana rangkaian star dipakai hingga semuanya menjadi stabil, dan rangkaiannya diubah menjadi delta. Dengan menggunakan star delta starter lonjakan arus listrik yang terlalu tinggi bisa dihindarkan.

Cara kerjanya adalah saat start awal motor tidak dikenakan tegangan penuh untuk hubung bintang /star. Setelah motor berputar dan arus sudah mulai turun dengan menggunakan timer arus dipindahkan menjadi segitiga / delta sehingga tegangan dan arus yang mengalir ke motor penuh.

2.1.5 Keuntungan dan Kerugian Motor-motor Tiga Fasa

a. Keuntungan Motor Induksi Tiga Fasa :

- Konstruksi sangat kuat dan sederhana terutama bila motor dengan rotor sangkar.
- Harganya relatif murah dan keandalannya tinggi.

- Efisiensi relatif tinggi pada keadaan normal, tidak ada sikat sehingga rugi gesekan kecil.
- Biaya pemeliharaan rendah karena pemeliharaan motor hampir tidak diperlukan.

b. Kerugian Penggunaan Motor Induksi Tiga Fasa :

- Kecepatan tidak mudah dikontrol
- Power faktor rendah pada beban ringan
- Arus start biasanya 5 sampai 7 kali dari arus nominal

2.2 Sistem Kendali Motor Induksi

2.2.1 Pengertian Sistem Kendali

Sistem kendali adalah hubungan antara komponen yang membentuk sebuah konfigurasi sistem, yang akan menghasilkan tanggapan sistem yang diharapkan. Jadi harus ada yang di kendalikan, yang merupakan suatu sistem fisis, yang bisa disebut dengan kendalian.

Masukan dan keluaran merupakan variabel atau besaran fisis. Keluaran merupakan hal yang dihasilkan oleh kendalian, artinya yang dikendalikan, sedangkan masukan adalah yang mempengaruhi kendalian, yang mengatur keluaran. Kedua dimensi masukan dan keluaran tidak harus sama.

Pada sistem kendali dikenal sistem lup terbuka (open loop system) dan sistem lup tertutup (closed loop system). Sistem kendali lup terbuka atau umpan maju (feed forward control) umumnya mempergunakan pengatur (controller) serta aktuator kendali (control actuator) yang berguna untuk memperoleh respon sistem yang baik. Sistem kendali ini keluarannya tidak diperhitungkan ulang oleh controller. Suatu keadaan apakah plant benar-benar telah mencapai target seperti yang dikehendaki masukan atau referensi, tidak dapat mempengaruhi kinerja kontroler.

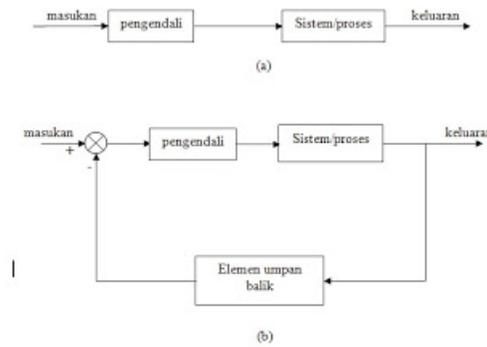
a. Lup Tertutup

Sistem kendali lup tertutup adalah sistem pengendalian di mana besaran keluaran memberikan efek terhadap besaran masukan sehingga besaran yang dikendalikan dapat dibandingkan terhadap harga yang diinginkan melalui alat pencatat (indikator atau *recorder*), selanjutnya perbedaan harga yang terjadi antara besaran yang dikendalikan dan penunjukan alat pencatat digunakan sebagai koreksi yang pada gilirannya akan merupakan sasaran pengendalian.

b. Lup Terbuka

Sistem kendali lup terbuka adalah sistem pengendalian di mana keluaran tidak memberikan efek terhadap besaran masukan, sehingga variabel yang dikendalikan tidak dapat dibandingkan terhadap harga yang diinginkan.

Perbedaan kedua jenis sistem kendali tersebut dapat dilihat pada diagram kotak berikut ini.



Gambar 13.1 Diagram Kotak Sistem Kendali:
 (a) Lup Terbuka
 (b) Lup Tertutup

Gambar.2.8 *Lup terbuka dan Lup Tertutup*

2.2.2 Cara Kerja Sistem Kendali

Cara kerja sistem kendali ada dua yaitu:

1. Kendali Manual

Pengendalian secara *manual* adalah pengendalian yang dilakukan oleh manusia yang bertindak sebagai operator. Pengendalian secara *manual* banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari seperti pompa air yang menggunakan motor listrik.

2. Kendali Otomatis

Sedangkan pengendalian secara otomatis adalah pengendalian yang dilakukan oleh mesin-mesin/peralatan yang bekerja secara otomatis dan operasinya di bawah pengawasan manusia. Pengendalian secara otomatis banyak ditemukan dalam proses industri.

2.3 Komponen pengatur motor listrik

1. MCB (Miniatur Circuit Breaker)

MCB adalah suatu alat pengaman pemutus rangkaian kelistrikan yang dapat bekerja secara semi otomatis. MCB dapat memutuskan rangkaian arus listrik dengan cara mekanis dan dapat juga mengamankan rangkaian arus dengan cara otomatis bila terjadi hubung singkat serta beban lebih dalam suatu rangkaian. MCB mempunyai dua jenis, MCB 1 pole dan 3 pole serta masing-masingnya mempunyai ukuran ampere yang berbed-beda.



Gambar 2.9 *MCB 1 Fasa*

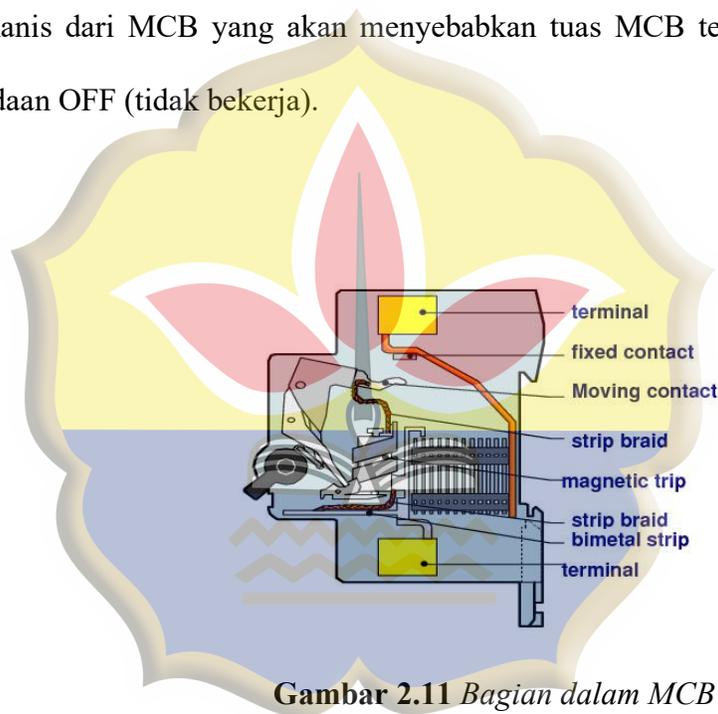
Gambar 2.10 *MCB 3 Fasa*

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh suatu MCB adalah sebagai berikut :

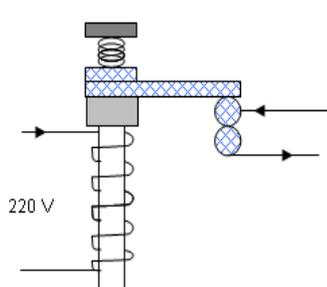
- Pada kondisi normal harus mampu menahan arus beban penuh dalam jangka waktu yang lama.
- Pada kondisi tidak normal dapat memutuskan secara tepat dan cepat arus hubung singkat pada rangkaian listrik.

- Apabila kontak dalam keadaan membuka, celah atau gap harus tahan terhadap tegangan rangkaian.

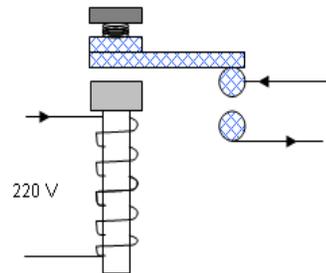
Prinsip kerja MCB merupakan azas kerja thermis (panas) dengan menggunakan bimetal. Bila kawat resistansi yang terdapat pada bimetal dialiri arus yang melebihi arus normalnya, maka bimetal akan bergerak atau melengkung akibat panas. Gerakan atau lengkungan ini akan menolak bagian mekanis dari MCB yang akan menyebabkan tuas MCB terlepas dan dalam keadaan OFF (tidak bekerja).



Gambar 2.11 *Bagian dalam MCB*



Gambar 2.12 *Keadaan normal*



Gambar 2.13 *Keadaan tidak normal*

2. Magnetik Kontaktor

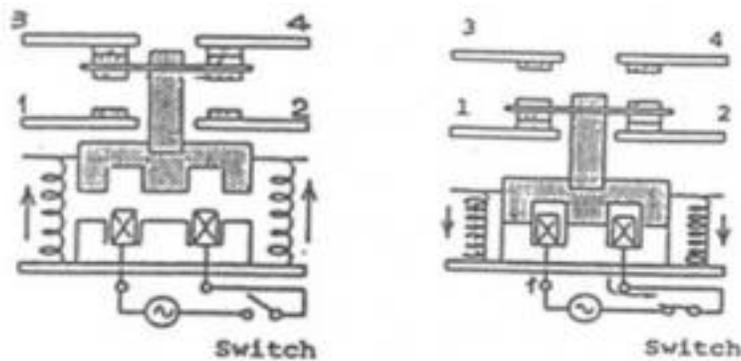
Kontaktor adalah saklar yang digerakkan dengan gaya kemagnetan. Pada Kontaktor ini ada yang disebut coil yang berisi lilitan tembaga sebagai penghasil medan magnet.

Cara kerja kontaktor ini adalah apabila coil tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan 220V maka akan terjadilah induksi magnet yang akan menarik setiap kontak (platina) yang terdapat pada kontaktor itu sendiri baik itu NO (Normaliy Open) maupun NC (Normaly Closed). Artinya kontak NO yang pada posisi coil tidak diberi tegangan tidak terhubung / tertutup akan tertarik menjadi terhubung (jadi NC) begitu pula kontak NC adalah kebalikannya (jadi NO terbuka / terputus).

Ukuran dari kontaktor ditentukan oleh batas kemampuan arusnya. Pada kontaktor terdapat beberapa kontak, yaitu kontak normal membuka (Normally Open = NO) dan kontak normal menutup (Normally Close = NC).

Kontak NO berarti saat kontaktor magnet belum bekerja kedudukannya membuka dan bila kontaktor bekerja kontak itu menutup/menghubung.

Sedangkan kontak NC berarti saat kontaktor belum bekerja kedudukan kontaknya menutup dan bila kontaktor bekerja kontak itu membuka. Jadi fungsi kerja kontak NO dan NC berlawanan. Kontak NO dan NC bekerja membuka sesaat lebih cepat sebelum kontak NO menutup.



Gambar 2.14 Cara kerja Kontaktor

Pada gambar 2.14, kontak 3 dan 4 adalah NC sedangkan kontak 1 dan 2 adalah NO. Apabila tidak ada arus maka kontak akan tetap diam. Tetapi apabila arus dialirkan dengan menutup *switch* maka kontak 3 dan 4 akan menjadi NO sedangkan kontak 1 dan 2 menjadi NC.

Kontak pada kontaktor terdiri dari kontak utama dan kontak bantu. Konstruksi dari kontak utama berbeda dengan kontak bantu. Kontak utama mempunyai luas permukaan yang luas dan tebal. Kontak bantu luas permukaannya kecil dan tipis. Kontak utama digunakan untuk rangkaian daya sedangkan kontak bantu digunakan untuk rangkaian kontrol. Kontak utama digunakan untuk mengalirkan arus utama, yaitu arus yang diperlukan untuk pesawat pemakai listrik misalnya motor listrik, pesawat pemanas dan sebagainya. Sedangkan kontak bantu digunakan untuk mengalirkan arus bantu yaitu arus yang diperlukan untuk kumparan magnet, alat bantu rangkaian, lampu-lampu indikator, dan lain-lain.

Di dalam suatu kontaktor elektromagnetik terdapat kumparan utama yang terdapat pada inti besi yang akan menarik inti besi dari kumparan

hubung singkat yang dikopel dengan kontak utama dan kontak bantu dari kontaktor tersebut. Hal ini akan mengakibatkan kontak utama dan kontak bantunya akan bergerak dari posisi normal dimana kontak NO akan tertutup sedangkan NC akan terbuka selama kumparan utama kontaktor tersebut masih dialiri arus maka kontak-kontaknya akan tetap pada posisi operasinya.

Apabila pada kumparan kontaktor diberi tegangan yang terlalu tinggi maka akan menyebabkan berkurangnya umur atau merusak kumparan kontaktor tersebut. Tetapi jika tegangan yang diberikan terlalu rendah maka akan menimbulkan tekanan antara kontak-kontak dari kontaktor menjadi berkurang. Hal ini menimbulkan bunga api pada permukaannya serta dapat merusak kontak-kontaknya. Besarnya toleransi tegangan untuk kumparan kontaktor adalah berkisar 85% - 110% dari tegangan kerja kontaktor. Untuk mengetahui notasi dan penomoran kontak-kontak pada kontaktor, lihat tabel 2.1

Tabel 2.1 *Notasi dan Penomoran Kontak-Kontak Kontaktor*

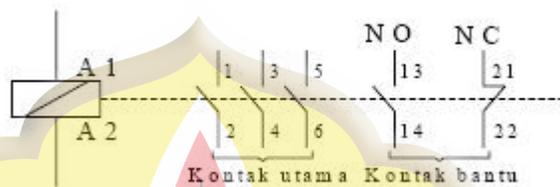
Kontak	Notasi		Jenis Kontak	Penggunaan
	Huruf	Angka		
Utama	L ₁ L ₂ L ₃	1 3 5	NO	Ke Jala-jala
	R S			
	T	2 4 6	NO	Ke Motor
	U V W			
Bantu	-	13 14	NO	Pengunci
		19 20 31 32	NO	Fungsi Lain
		Dsb		
		21 22 41 42	NC	Pengaman dan Fungsi lain
	-	dsb		
Kumparan Magnet (COIL)	Notasi Huruf			a - b A ₁ - A ₂

a. Kontak NO

NO : koil tidak diberi tegangan posisi awal putus, diberi tegangan menyambung.

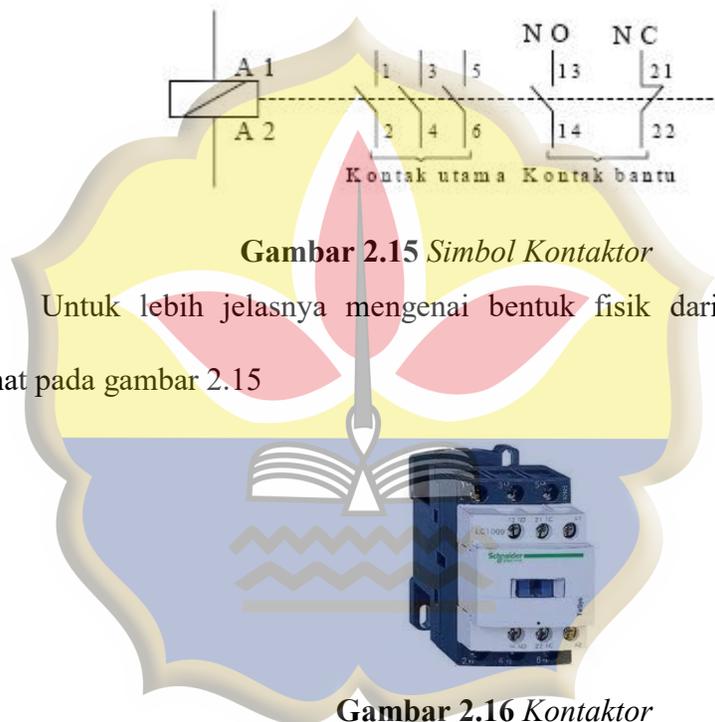
b. Kontak NC

NC : koil tidak diberi tegangan posisi awal menyambung, diberi tegangan putus.



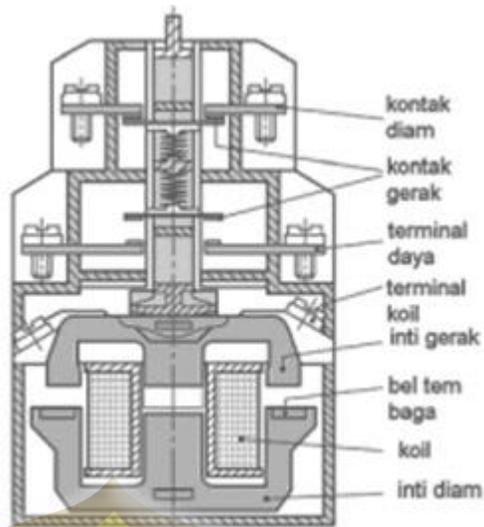
Gambar 2.15 *Simbol Kontaktor*

Untuk lebih jelasnya mengenai bentuk fisik dari kontaktor dapat dilihat pada gambar 2.15



Gambar 2.16 *Kontaktor*

Sedangkan untuk mengetahui bagian-bagian kontaktor dapat dilihat pada gambar 2.16.



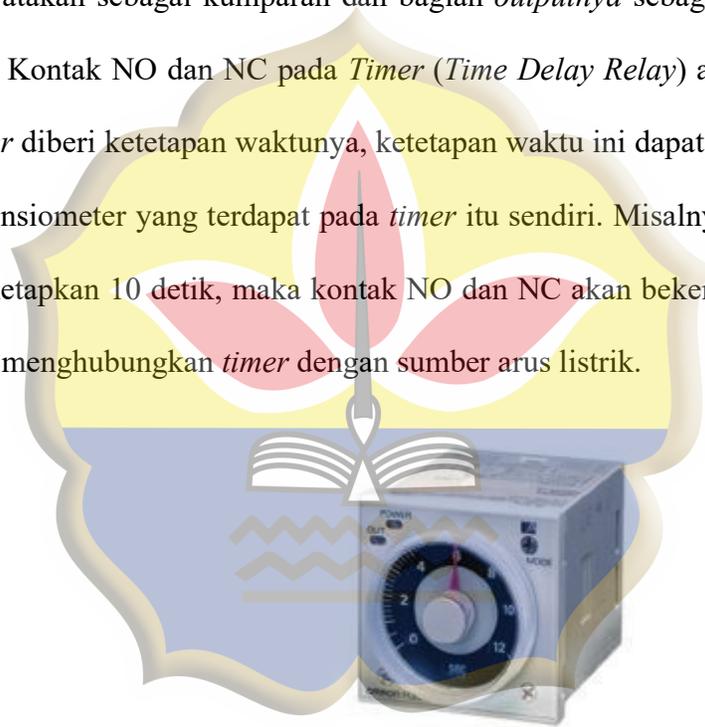
Gambar 2.17 *Bagian-Bagian Kontaktor*

3. Time Delay Relay (TDR)

Time Delay Relay (TDR) sering disebut juga *relay timer* atau *relay penunda batas waktu* banyak digunakan dalam instalasi, terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. Fungsi *timer* ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. Timer ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor atau untuk merubah sistem bintang ke segitiga dalam *delay* waktu tertentu. Kumputan pada *timer* akan bekerja selama mendapat sumber arus. Apabila telah mencapai batas waktu yang diinginkan maka secara otomatis *timer* akan mengunci dan membuat kontak NO menjadi NC dan NC menjadi NO.

Timer dapat dibedakan dari cara kerjanya yaitu timer yang bekerja menggunakan induksi motor dan menggunakan rangkaian elektronik. Timer yang bekerja dengan prinsip induksi motor akan bekerja bila motor mendapat

tegangan AC sehingga memutar gigi mekanis dan menarik serta menutup kontak secara mekanis dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan *relay* yang menggunakan prinsip elektronik, terdiri dari rangkaian R dan C yang dihubungkan seri atau paralel. Bila tegangan sinyal telah mengisi penuh kapasitor, maka *relay* akan terhubung. Lamanya waktu tunda diatur berdasarkan besarnya pengisian kapasitor. Bagian *input timer* biasanya dinyatakan sebagai kumparan dan bagian *outputnya* sebagai kontak NO atau NC. Kontak NO dan NC pada *Timer (Time Delay Relay)* akan bekerja ketika *timer* diberi ketetapan waktunya, ketetapan waktu ini dapat kita tentukan pada potensiometer yang terdapat pada *timer* itu sendiri. Misalnya ketika kita telah menetapkan 10 detik, maka kontak NO dan NC akan bekerja 10 detik setelah kita menghubungkan *timer* dengan sumber arus listrik.



Gambar 2.18 *Timer*

Ada beberapa item indikator pada bagian timer yang perlu diketahui :

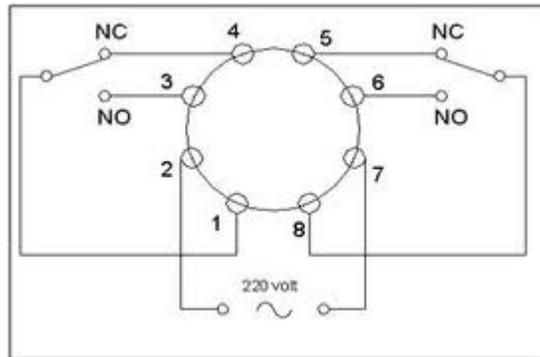
1. Power : Berfungsi sebagai indikator bahwa supply tegangan sudah masuk

2. Out : Berfungsi sebagai indikator bahwa output timer kerja (waktu actual = Set)
3. A : Mode timer (on delay mode)
4. 0-12 : Scala timer (bisa dirubah)
5. Sec : Satuan timer dalam second/detik. (bisa dirubah dalam satuan jam/hari)
6. Jarum merah : Berfungsi sebagai indikator set, dirubah dengan cara diputar.

Ratings pada timer :

1. Tegangan kerja : 100-240 Vac / 100-125 Vdc
2. Kapasitas beban 5 A 250 Vac.
3. Konsumsi daya : 1.6 Watt (relay on).

Pada umumnya *timer* memiliki 8 buah kaki yang 2 diantaranya merupakan kaki *coil* sebagai contoh pada gambar 2.18 dengan 8 kaki yaitu kaki 2 dan 7 adalah kaki *coil*, sedangkan kaki yang lain akan berpasangan NO dan NC, kaki 1 akan NC dengan kaki 4 dan NO dengan kaki 3. Sedangkan kaki 8 akan NC dengan kaki 5 dan NO dengan kaki 6. Kaki kaki tersebut akan berbeda tergantung dari jenis *relay timernya*. Untuk mengetahui kaki-kaki pada timer dapat dilihat pada gambar 2.19



Gambar 2.19 Kaki Timer

4. Push Button

Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain. Suatu sistem saklar tekan *push button* terdiri dari saklar tekan *start*, *stop reset* dan saklar tekan untuk *emergency*. *Push button* memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*). Prinsip kerja *Push Button* adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai *stop* (memberhentikan) dan kontak NO akan berfungsi sebagai *star* (menjalankan) biasanya digunakan pada sistem pengontrolan.

1. *Push Button* Tipe NO

Push button 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 2.20 *Push Button Tipe NO*

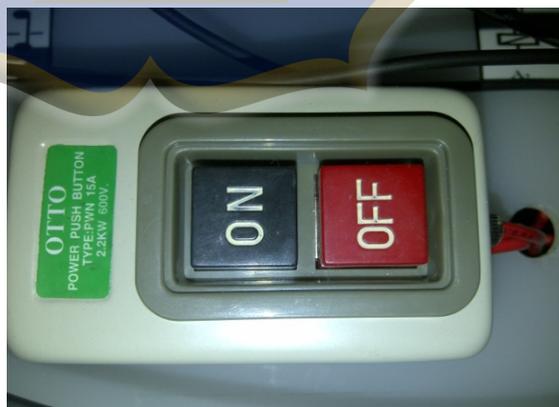
2. *Push Button Tipe NC*

Tipe *push button* memiliki 3 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 2.21 *Push Button Tipe NC*

Bentuk fisik dari push button ON-OFF dapat dilihat pada gambar 2.22.



Gambar 2.22 *Push Button ON-OFF*

5. Kabel

Trainer rancang bangun ini menggunakan tiga jenis kabel yang berbeda yaitu:

1. Kabel N.Y.A

Biasanya digunakan untuk instalasi rumah dan sistem tenaga. Dalam instalasi rumah digunakan ukuran $1,5 \text{ mm}^2$ dan $2,5 \text{ mm}^2$. Berinti tunggal, berlapis bahan isolasi PVC, dan seringnya untuk instalasi kabel udara. Kode warna isolasi ada warna merah, kuning, biru dan hitam. Kabel tipe ini umum dipergunakan di perumahan karena harganya yang relatif murah. Lapisan isolasinya hanya 1 lapis sehingga mudah cacat, tidak tahan air dan mudah digigit tikus.

Agar aman memakai kabel tipe ini, kabel harus dipasang dalam pipa/conduit jenis PVC atau saluran tertutup. Sehingga tidak mudah menjadi sasaran gigitan tikus, dan apabila ada isolasi yang terkelupas tidak tersentuh langsung oleh orang.

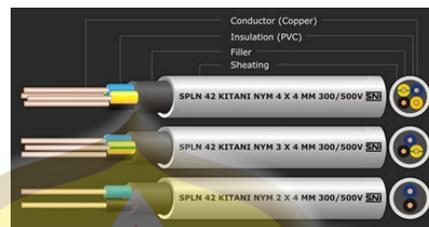


Gambar 2.23 Kabel NYA

2. Kabel N.Y.M

Digunakan untuk kabel instalasi listrik rumah atau gedung dan sistem tenaga. Kabel NYM berinti lebih dari 1, memiliki lapisan isolasi PVC

(biasanya warna putih atau abu-abu), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA (harganya lebih mahal dari NYA). Kabel ini dapat dipergunakan di lingkungan yang kering dan basah, namun tidak boleh ditanam.



Gambar 2.24 Kabel NYM

3. Kabel NYAF

Kabel ini direncanakan dan direkomendasikan untuk instalasi dalam kabel kotak distribusi pipa atau didalam duct. Kabel NYAF merupakan jenis kabel fleksibel dengan penghantar tembaga serabut berisolasi PVC. Digunakan untuk instalasi panel-panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi, kabel jenis ini sangat cocok untuk tempat yang mempunyai belokan – belokan tajam. Digunakan pada lingkungan yang kering dan tidak dalam kondisi yang lembab/basah atau terkena pengaruh cuaca secara langsung.



Gambar 2.25 Kabel NYAF

BAB III

METODOLOGI PERANCANAAN ALAT

3.1 Metode Pembuatan Trainer

Metode Pembuatan Trainer Berisikan tentang teori yang terkait dengan rancang bangun trainer sistem kendali motor induksi berbasis magnetik kontaktor, seperti buku-buku persyaratan instalasi listrik, ketentuan peraturan Pembuatan Trainer Sistem Kendali Motor Induksi berbasis Magnetik Kontaktor, komponen listrik sesuai standar nasional Indonesia, jurnal ilmiah.

1. Perancangan papan percobaan di laboratorium teknik listrik.
2. Melakukan survey komponen di toko-toko electrical.
3. Pembuatan alat di laboratorium teknik listrik.
4. Melakukan pengujian di laboratorium teknik listrik.
5. Penyempurnaan alat di laboratorium teknik listrik.
6. Menyusun buku laporan tugas akhir di rumah sendiri.

3.2 Metode atau Prosedur

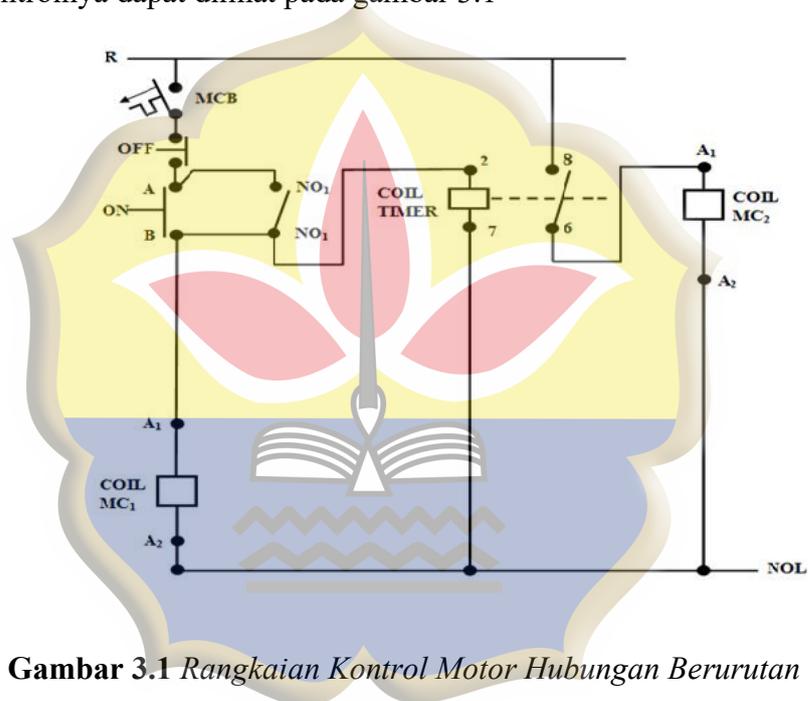
Trainer pengendali motor listrik tiga fasa ini dibuat untuk mempermudah mahasiswa dalam memahami suatu rangkaian untuk menjalankan motor listrik tiga fasa. Komponen yang sudah di susun di atas papan kerja mulai dari MCB, KONTAKTOR, TIMER, dan PUSH BUTTON yang mana di setiap port komponen itu sudah dipasang stacker buss yang bertujuan sebagai penghubung antara komponen satu dengan komponen yang lainnya yang di pasang di papan kerja dengan cara men jumper dari port komponen satu ke *port* komponen yang lainnya berdasarkan gambar rangkaian kerja.

3.3 Cara Kerja dan Pengoperasian Alat

3.3.1 Motor Hubungan Berurutan

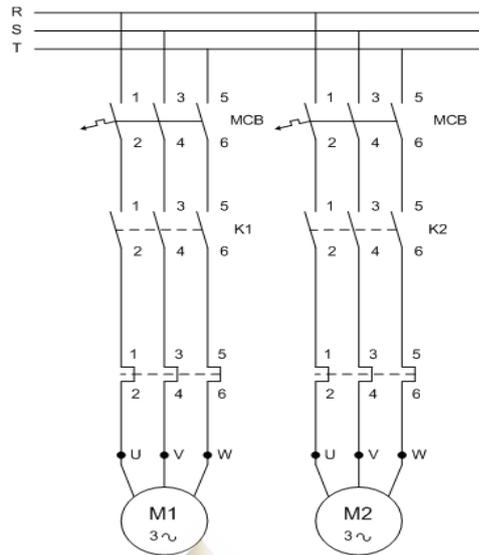
Dalam hubungan motor berurutan digunakan dua buah motor atau bahkan bisa lebih. Dalam tugas akhir ini penulis hanya menggunakan dua buah motor tiga fasa yang bekerja secara berurutan.

Motor 1 bekerja terlebih dahulu dan motor 2 akan bekerja setelah saat *timer* yang sudah di atur sesuai kebutuhan. Untuk mengetahui rangkaian kontrolnya dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Rangkaian Kontrol Motor Hubungan Berurutan

Sedangkan untuk rangkaian secara keseluruhan terdapat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 *Rangkaian Daya Motor Hubungan Berurutan*

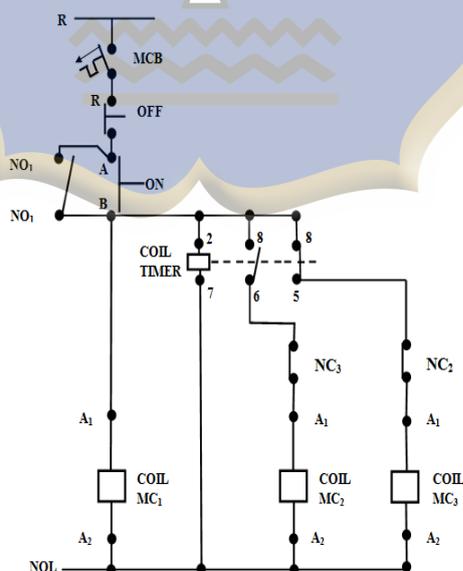
Bentuk fisik alat praktikum pengendali motor induksi tiga fasa hubungan berurutan dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Alat Praktikum Pengendali Motor Induksi 3 Fasa Hubungan Berurutan*

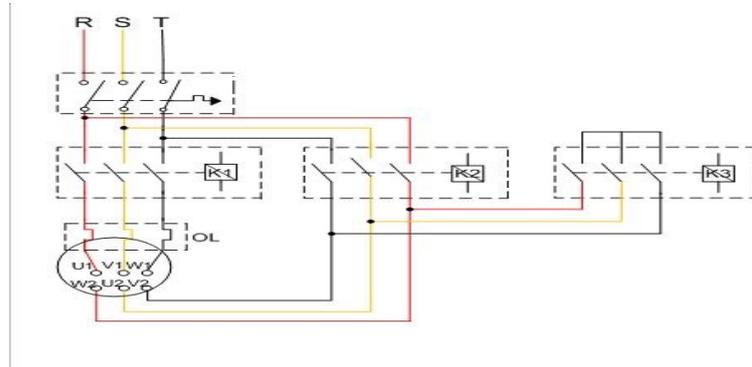
3.3.2 Motor Hubungan Star Delta

Rangkaian motor induksi tiga fasa untuk hubungan star delta secara otomatis terdiri atas tiga kontaktor. Kontaktor 1 dan 3 untuk menjalankan motor secara star sedangkan kontaktor 1 dan 2 untuk menjalankan motor secara delta. Saat motor terhubung star maka kontaktor 1 dan 3 dalam keadaan *ON* sedangkan kontaktor 2 dalam keadaan *OFF*. Beberapa saat kemudian timer yang di *setting* sesuai keinginan misalnya 1 menit dan akan mematikan kontaktor 3. Sebaliknya jika saat motor terhubung delta maka kontaktor 1 dan 2 dalam keadaan *ON* sedangkan kontaktor 3 dalam keadaan *OFF*. Untuk pertama kali menyalakan rangkaian motor menggunakan tombol *ON*, sedangkan untuk mematikan semua rangkaian motor menggunakan tombol *OFF*. Untuk mengetahui rangkaian kontrolnya dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rangkaian Kontrol Motor Hubungan Star Delta

Sedangkan untuk rangkaian secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian Daya Motor Hubungan Star Delta

Bentuk fisik alat praktikum pengendali motor induksi tiga fasa hubungan star delta dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Alat Praktikum Pengendali Motor Induksi Tiga Fasa Hubungan Star

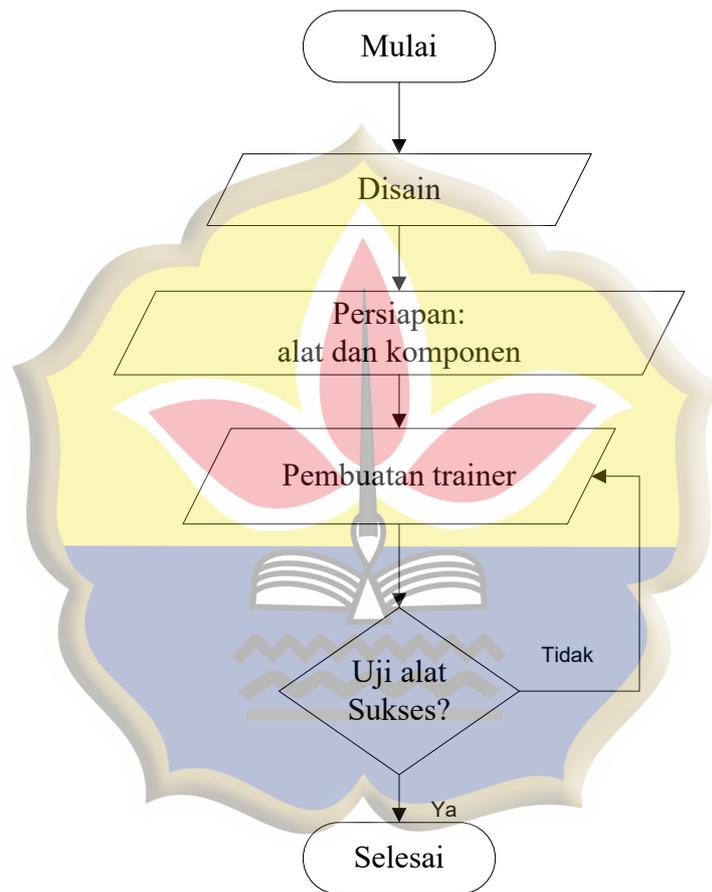
Delta

BAB IV

PERANCANGAN ALAT

4.1 Flow Chart

Proses perancangan trainer sistem kendali motor induksi berbasis magnetik kontaktor.



Gambar 4.1 *Flow Chart Rancang Bangun Trainer*

4.2 Alat, Komponen, Bahan dan Harga

Tabel 4.1 *Anggaran biaya*

No	Komponen	Banyaknya	Ukuran	Harga	Jumlah
1	Akrilic	1 keping	120xmx60cm	Rp. 280.000	Rp. 280.000
2	Kontaktor	3 buah	20 A	Rp. 160.000	Rp. 480.000
3	Mcb 3 phasa	1 buah	10 A	Rp. 85.000	Rp. 85.000
4	Timer	1 buah	5 detik	Rp. 135.000	Rp. 135.000
7	Push bottom (on off)	1 buah	15 A	Rp. 30.000	Rp. 30.000
8	Engsel	2 buah	Lobang 3	Rp. 3.000	Rp. 6.000
9	Sanpolax	1 kaleng	Mini	Rp. 15.000	Rp. 15.000
10	Lem kertas	2 buah	2 inci	Rp. 2.000	Rp. 4.000
11	Mata gerinda potong	4 buah		Rp. 3.500	Rp. 14.000
12	Mata gerinda asah	1 buah		Rp. 11.000	Rp. 11.000
13	Besi holo	2 batang	2cmx2cm1,8mm ²	Rp. 45.000	Rp. 90.000
14	Plat strip	1 buah	60 cm	Rp. 5.000	Rp. 5.000
15	Besi behel	1 batang	1 meter	Rp. 5.000	Rp. 5.000
16	Paku riped	8 buah	2 inci	Rp. 5.00	Rp. 4.000
17	Baut	4 buah	8 buah	Rp. 1.000	Rp. 4.000
18	Cat	1 kaleng	Mini	Rp. 15.000	Rp. 15.000
19	Tiner	1 botol	Mini	Rp. 8.000	Rp. 8.000
19	Rel Mcb	1 rel	1 meter	Rp.12.000	Rp. 12.000
19	Conektor	60 buah		Rp. 1.000	Rp. 60.000
19	Kabel NYAF	10 meter		Rp. 3.000	Rp. 30.000
Jumlah				Rp. 1293.000	

4.3 Rancang Bangun Alat



Gambar 4.2 *Trainer Simtem Kendali Motor Induksi Berbasis Magnetik Kontaktor*

4.4 Pengujian Alat

4.4.1 Rangkaian Berurutan

Rangkaian berurutan digunakan untuk menjalankan motor hubungan berurutan secara otomatis. Rangkaian ini menggunakan dua buah kontaktor yang masing-masing kontaktor menjalankan satu motor. Kontaktor 1 digunakan untuk menjalankan motor 1, sedangkan kontaktor 2 untuk menjalankan motor 2. Untuk menjalankan motor tekan tombol *ON* dan kontaktor 1 akan dalam keadaan *ON*, kemudian motor 1 akan menyala. Beberapa saat kemudian timer yang di *setting* sesuai keinginan misalnya 10 detik. Kemudian secara otomatis kontaktor 2 akan menyala dan menjalankan motor 2. Untuk mematikan motor dengan menekan tombol *OFF*.

Untuk mengoperasikan dan menjalankan trainer pengendali motor tiga fasa hubungan berurutan secara otomatis adalah dengan menghubungkan antar *port* dari R (sumber) ke MCB lalu hubungkan keluaran MCB ke *port* tombol *OFF*. Kemudian keluaran tombol *OFF* dihubungkan ke port tombol *ON* (A) keluaran port A dihubungkan ke *port* NO1, keluaran *port* NO1 dihubungkan ke *port* B, keluaran *port* B dihubungkan ke *port* A1 (MC1), keluaran *port* A2 langsung dihubungkan ke NOL. Kemudian *port* 2 *timer* dihubungkan ke NO1, *port* 7 *timer* dihubungkan langsung ke NOL. Lalu *port* 8 *timer* dihubungkan ke R (sumber) dan *port* 6 *timer* dihubungkan ke A1 (MC1), terakhir keluaran *port* A2 (MC2) dihubungkan langsung ke NOL. Untuk pengawatan motornya dengan cara

port sumber PLN (R, S, T) dihubungkan ke *port* motor 1 (U1, V1, W1) dan keluaran *port* sumber PLN dihubungkan ke *port* motor 2 (U2, V2, W2). Perlu diperhatikan sebelum menjalankan motor di harapkan untuk memastikan rangkaian atau bertanya pada instuktur praktek bahwa rangkaian sudah benar dan tidak salah dalam menghubungkan antara *port* satu ke *port* yang lainnya. Setelah semuanya siap dan benar, trainer siap dijalankan.

4.4.2 Rangkaian Star-Delta

Untuk mengoperasikan dan menjalankan trainer pengendali motor tiga fasa hubungan star delta secara otomatis adalah dengan menghubungkan antar *port* dari R (sumber) ke MCB lalu hubungan keluaran MCB ke *port* tombol OFF. Kemudian keluaran tombol OFF dihubungkan ke *port* tombol ON (A) keluaran *port* A dihubungkan ke *port* NO1, keluaran *port* NO1 dihubungkan ke *port* B, keluaran *port* B dihubungkan ke *port* A1 (MC1), keluaran *port* A2 langsung dihubungkan ke NOL. Kemudian *port* 2 *timer* dihubungkan ke NO1, *port* 7 *timer* dihubungkan langsung ke NOL. Kemudian keluaran *port* NO1 dihubungkan ke *port* 8 *timer*. Lalu keluaran *port* 8 *timer* dihubungkan ke *port* 6 *timer* lalu keluaran *port* 6 *timer* dihubungkan ke *port* NC3. Kemudian keluaran *port* NC3 dihubungkan ke *port* A1 (MC2), keluaran *port* A2 dihubungkan langsung ke NOL. Kemudian keluaran *port* 8 *timer* dihubungkan juga ke *port* 5 *timer* lalu keluaran *port* 5 *timer* dihubungkan ke NC2. Kemudian keluaran *port* NC2 dihubungkan ke *port* A1 (MC3), keluaran *port* A2 dihubungkan langsung ke NOL.

Untuk pengawatan motornya dengan cara *port* sumber PLN (R, S, T) dihubungkan ke *port* motor 1 (U1, V1, W1) dan keluaran *port* sumber PLN dihubungkan ke port motor 2 (Z, X, Y). Perlu diperhatikan sebelum menjalankan motor di harapkan untuk memastikan rangkaian atau bertanya pada instruktur praktek bahwa rangkaian sudah benar dan tidak salah dalam menghubungkan antara *port* satu ke *port* yang lainnya. Setelah semuanya siap dan benar, trainer siap dijalankan.

4.5 Hasil Pengujian

Tabel 4.2 Hasil pengujian

No	Kondisi Timer	Rangkaian Berurutan	Rangkaian Star-Delta
1	0 detik	Dengan menekan tombol ON (motor 1) langsung berputar dan (motor 2) juga ikut berputar	Tidak dapat diuji cobakan karena tidak ada motor kapasitas 380V.
2	1 detik	Dengan menekan tombol ON (motor 1) langsung berputar setelah 1 detik kemudian (motor 2) juga berputar, untuk menghentikan putaran motor cukup menekan tombol OFF pada rangkaian tersebut.	Tidak dapat diuji cobakan karena tidak ada motor kapasitas 380V.
3	2 detik	Dengan menekan tombol ON (motor 1) langsung berputar setelah 2 detik kemudian (motor 2) juga berputar, untuk menghentikan putaran motor cukup menekan tombol OFF pada rangkaian tersebut.	Tidak dapat diuji cobakan karena tidak ada motor kapasitas 380V.
4	3 detik	Dengan menekan tombol ON (motor 1) langsung berputar setelah 3 detik kemudian (motor 2) juga berputar, untuk menghentikan putaran motor cukup menekan tombol OFF pada rangkaian tersebut.	Tidak dapat diuji cobakan karena tidak ada motor kapasitas 380V.
5	4 detik	Dengan menekan tombol ON (motor 1) langsung berputar setelah 4 detik kemudian (motor 2) juga berputar, untuk menghentikan putaran motor cukup menekan tombol OFF pada rangkaian tersebut.	Tidak dapat diuji cobakan karena tidak ada motor kapasitas 380V.
6	5 detik	Dengan menekan tombol ON (motor 1) langsung berputar setelah 5 detik	Tidak dapat diuji cobakan karena tidak ada motor kapasitas 380V.

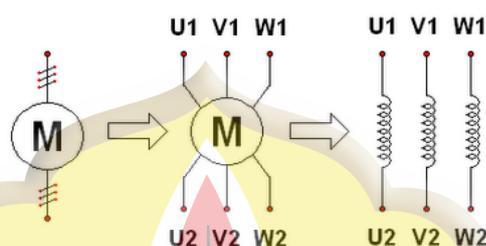
		<i>kemudian (motor 2) juga berputar, untuk menghentikan putaran motor cukup menekan tombol OFF pada rangkaian tersebut.</i>	
7	6 detik	<i>Dengan menekan tombol ON (motor 1) langsung berputar setelah 6 detik kemudian (motor 2) juga berputar, untuk menghentikan putaran motor cukup menekan tombol OFF pada rangkaian tersebut.</i>	<i>Tidak dapat diuji cobakan karena tidak ada motor kapasitas 380V.</i>
8	7 detik	<i>Dengan menekan tombol ON (motor 1) langsung berputar setelah 7 detik kemudian (motor 2) juga berputar, untuk menghentikan putaran motor cukup menekan tombol OFF pada rangkaian tersebut.</i>	<i>Tidak dapat diuji cobakan karena tidak ada motor kapasitas 380V.</i>
9	8 detik	<i>Dengan menekan tombol ON (motor 1) langsung berputar setelah 8 detik kemudian (motor 2) juga berputar, untuk menghentikan putaran motor cukup menekan tombol OFF pada rangkaian tersebut.</i>	<i>Tidak dapat diuji cobakan karena tidak ada motor kapasitas 380V.</i>
10	9 detik	<i>Dengan menekan tombol ON (motor 1) langsung berputar setelah 9 detik kemudian (motor 2) juga berputar, untuk menghentikan putaran motor cukup menekan tombol OFF pada rangkaian tersebut.</i>	<i>Tidak dapat diuji cobakan karena tidak ada motor kapasitas 380V.</i>
11	10 detik	<i>Dengan menekan tombol ON (motor 1) langsung berputar setelah 10 detik kemudian (motor 2) juga berputar, untuk menghentikan putaran motor cukup menekan tombol OFF pada rangkaian tersebut.</i>	<i>Tidak dapat diuji cobakan karena tidak ada motor kapasitas 380V.</i>

1. Motor Induksi 380V

Motor induksi 3 fasa yang standard digunakan di Indonesia adalah motor induksi 3 fasa untuk tegangan 380V saja, dan biasanya pada salah satu bagian nama plate nya tertulis "Volts : 380V". Untuk motor induksi 3 fasa ini bisa digunakan untuk rangkaian Star Delta.



Gambar 4.3 Contoh Nama Plate Motor 380V

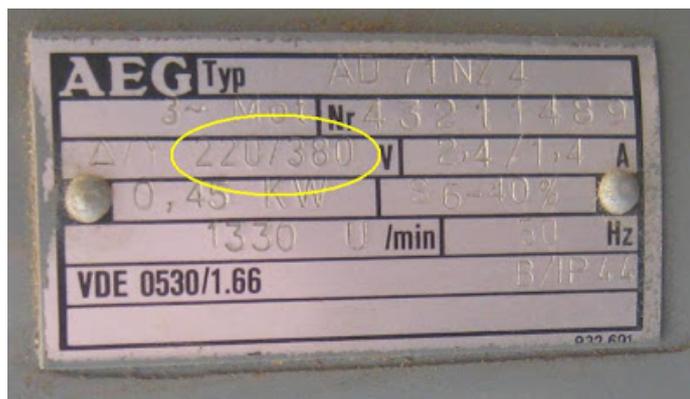


Gambar 4.4 Ilustrasi Umum Gulungan Motor Tiga Fasa

Pada motor bernama plate seperti ini, saat hubung start menggunakan suplay tegangan 380V, namun masing-masing phasanya hanya menerima 220V, dan pada saat hubung delta phasanya akan menerima 380V.

2. Motor 220V/380V

Untuk motor induksi 3 fasa yang bernama plate 220V/380V ini, tidak dapat digunakan pada rangkaian kontaktor hubung Star Delta. Motor induksi 3 fasa jenis ini menunjukkan kalau motor yang terhubung Delta (segitiga) tegangan suplaynya harus bertegangan 220 Volt 3Ø, dan kalau terhubung Star (bintang) tegangan suplaynya haruslah bertegangan 380 Volt 3Ø. Perhatikan contoh foto nama plate 220/380V dibawah ini..



Gambar 4.5 Contoh Nama Plate Motor 220/380V



Gambar 4.6 Pengkabelan Motor 220V/380V

Hal itu disebabkan rating perphasa (tegangan kerja) motor tersebut adalah 220V. Jadi motor yang mempunyai name plate 220/380V seperti foto nama plate diatas, tidak bisa dihubung Star Delta dikarenakan tegangan kerjanya yang berbeda.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan uraian bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

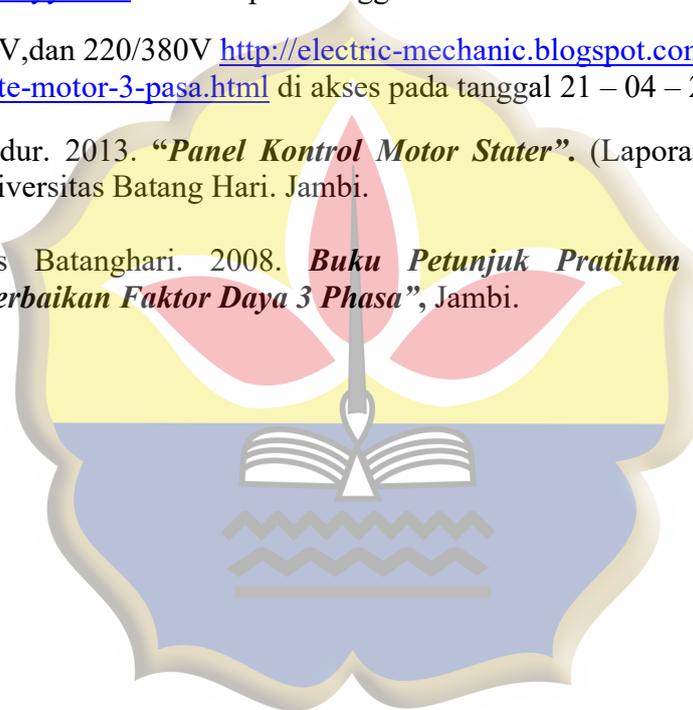
1. Setelah dirancang dan di uji coba alat praktikum yang dibuat, maka Rancang Bangun Trainer Sistem Kendali Berbasis Magnetik Kontaktor, untuk rangkaian berurutan dapat digunakan.
2. Rangkaian star-delta belum dapat digunakan, karena tidak adanya motor 3 fasa yang berukuran (380V) di laboratorium teknik listrik.
3. Tujuan ke2 untuk hubungan star-delta tidak tercapai karena tidak adanya motor tiga fasa (380V).

5.2 Saran

1. Alat praktikum ini sebaiknya digunakan sebagai media pembelajaran tambahan untuk mata kuliah praktik instalasi motor induksi tiga fasa.
2. Sebaiknya ditambahkan rangkaian TOR pada penelitian ini.
3. Laboratorium teknik listrik ini perlu penambahan motor induksi yang berukuran (380V), agar pratikum motor induksi tiga fasa rangkaian star-delta dapat digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi nasional. 2000. ***“Persaratan Umum Instalasi Listrik SNI 04-0225-2000 (PUIL 2000)”*** Jakarta.
- Dr, Joko Sutrisno, MM. 2005. ***Buku Petunjuk Pratikum Teknik Listrik: “Mengoperasikan Peralatan Pengalih Daya Tegangan Renda”***, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Drs. M. Kharis. 2005. ***Buku Petunjuk Pratikum Teknik Listrik: “Memelihara Panel Listrik”***, Departemen Pendidikan Nasional, Yogyakarta.
- Jenis kabel <http://mumetlistrik.blogspot.com/2012/08/jenis-kabel-listrik-nya-nym-dan-nyy.html> di akses pada tanggal 19 – 04 – 2014.
- Motor 380V,dan 220/380V <http://electric-mechanic.blogspot.com/2010/11/name-plate-motor-3-pasa.html> di akses pada tanggal 21 – 04 – 2014.
- Rakip, Abdur. 2013. ***“Panel Kontrol Motor Stater”***. (Laporan Kerja Praktek). Universitas Batang Hari. Jambi.
- Universitas Batanghari. 2008. ***Buku Petunjuk Pratikum Teknik Listrik: “Perbaikan Faktor Daya 3 Phasa”***, Jambi.

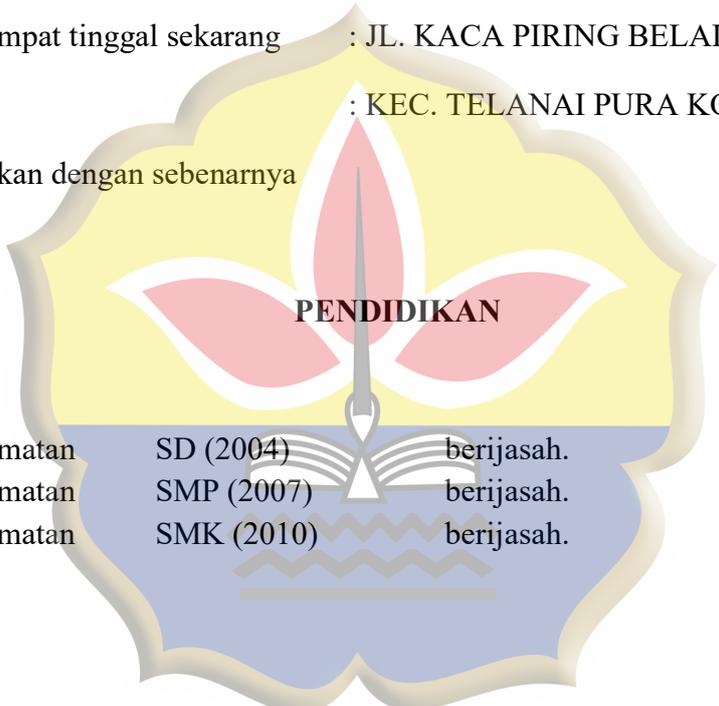


DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Bahwa yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ABDUR RAKIP
Umur : 22 Th
Tanggal lahir : 17 – AGUSTUS – 1992
Bangsa : INDONESIA
Agama : ISLAM
Tempat tinggal sekarang : JL. KACA PIRING BELADUA NO.024
: KEC. TELANAI PURA KOTA JMBI

Menerangkan dengan sebenarnya

- 
1. Tamatan SD (2004) berijasah.
2. Tamatan SMP (2007) berijasah.
3. Tamatan SMK (2010) berijasah.

Demikian daftar riwayat hidup ini saya buat dengan sebenarnya

Saya yang bersangkutan

ABDUR RAKIP

LAMPIRAN



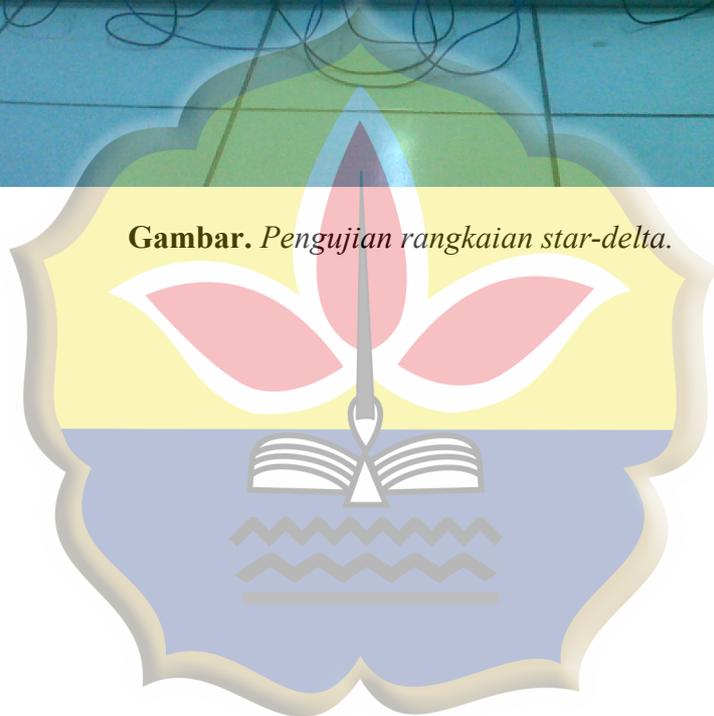
Gambar. *Trainer sistem kendali motor induksi berbasis magnetic kontaktor*



Gambar. *Pengujian rangkaian berurutan.*



Gambar. *Pengujian rangkaian star-delta.*



LAMPIRAN

Gambar. Trainer sistem kendali motor induksi berbasis magnetic kontaktor.

Gambar. Pengujian rangkaian berurutan.

Gambar. Pengujian rangkaian star-delta.



LEMBAR REVISI

RANCANG BANGUN TRAINER SISTEM KENDALI MOTOR INDUKSI BERBASIS MAGNETIK KONTAKTOR



Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Rozlinda Dewi

Ir. S Umar Djufri