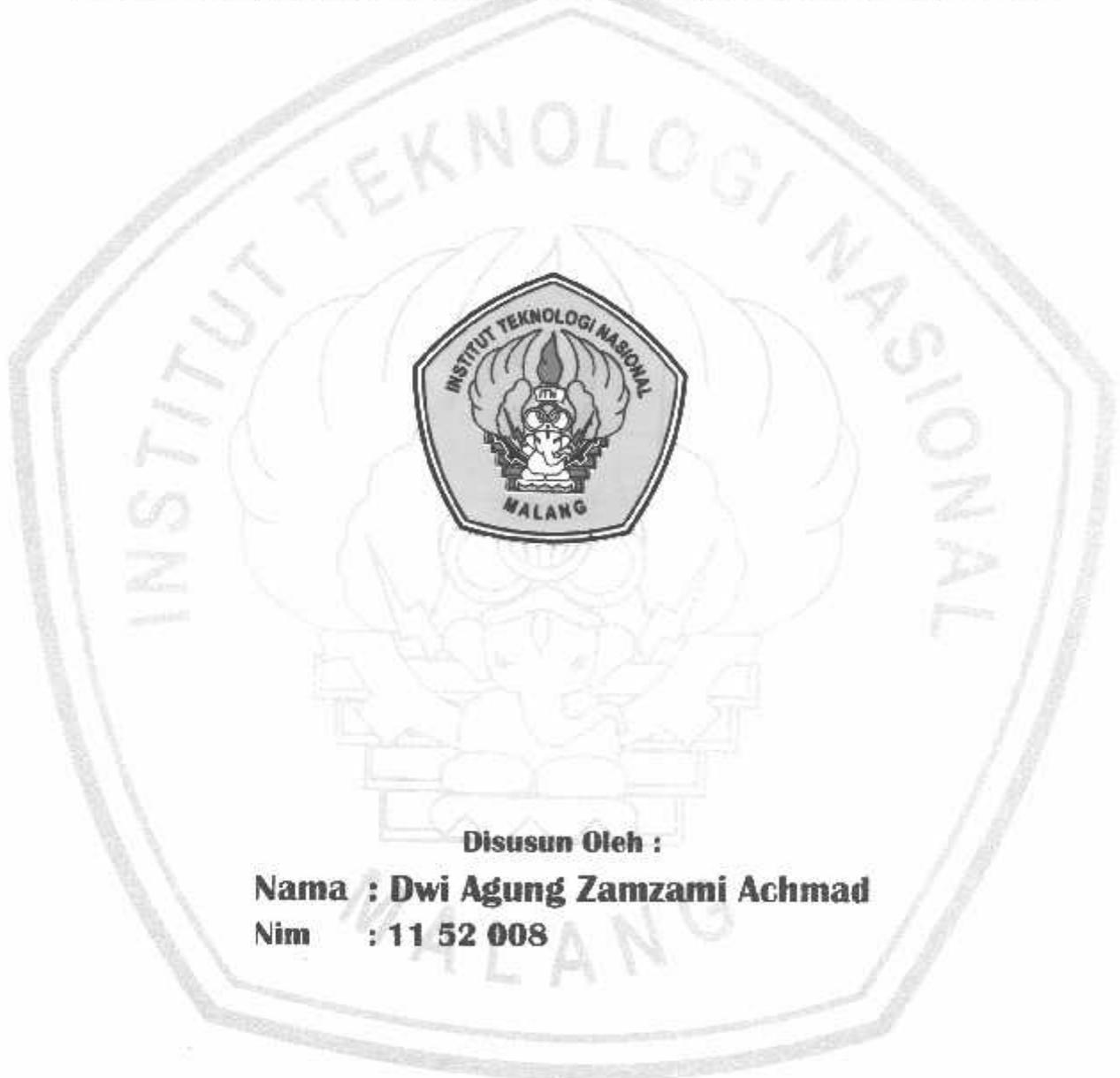


TUGAS AKHIR

SYSTEM PENGENDALIAN ARAH PUTARAN MOTOR INDUKSI 3 PHASE



Disusun Oleh :

Nama : Dwi Agung Zamzami Achmad

Nim : 11 52 008

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK DIPLOMA TIGA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

SYSTEM PENGENDALIAN ARAH PUTARAN MOTOR INDUKSI 3 PHASE

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi
Syarat-Syarat Guna Mencapai Gelar Ahli Madya Teknik Listrik Diploma Tiga*



Disusun Oleh :

Nama : Dwi Agung Zamzami Achmad
Nim : 11 52 008



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Listrik D-III

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

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. M. Abdul Hamid, MT
NIP.Y.1018800188

SYSTEM PENGENDALIAN ARAH PUTARAN MOTOR INDUKSI 3 PHASE

Dwi Agung Zamzami Achmad, 11.52.008, Dosen Pembimbing : Ir. M. Abdul Hamid , MT,
Program Studi Teknik Listrik D-III, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi
Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut kita untuk terampil merancang dan membuat alat salah satunya adalah alat pengereman pada motor 3 phase. Dimana pada dunia industry ada sebuah alat produksi dengan nama mesin mixing yaitu alat yang membutuhkan dua arah putaran motor ke kanan dan ke kiri. Dalam peralihan dari kiri ke kanan membutuhkan waktu yang lama dan juga mempersulit dari petugas atau operator alat tersebut.

Alat ini bertujuan untuk memangkas durasi dan mempermudah pekerjaan petugas atau operator alat tersebut sehingga dapat berdampak pada efisiensi waktu dan produksi akan meningkat

Alat pengereman ini bersifat internal artinya pengeremannya menggunakan tenaga dari dalam dengan menggunakan prinsip dinamik. Injeksi arus DC ini dibuat dengan cara menginjeksikan arus DC ke kumparan stator motor tersebut. Prosesnya adalah sumber tegangan masuk ke trafo lalu outputnya sebesar 64 V dari situ masuk ke diode dengan output 64V / 5A DC lalu dihubungkan ke kontaktor.

Letakkan kabel output dari diode ke terminal 1 dan 5 pada kontaktor. Pada saat motor bekerja, catu daya untuk system pengereman injeksi arus DC dalam keadaan mati (*off*). Dan pada saat suplai tegangan pada motor putus, maka system pengereman injeksi arus DC harus bekerja dan pada saat itulah pengereman berlangsung dengan jeda waktu yang sudah di atur oleh timer delay. Motor dapat berhenti dikarenakan adanya arus dc yang dihasilkan oleh diode yang masuk ke kumparan stator sehingga motor akan sulit berputar. Cara ini efisien karena tidak adanya gesekan yang terjadi sehingga mudah dalam perawatan.

Pengereman ini dapat juga diaplikasikan pada alat-alat industry lainnya, misalkan seperti pengereman pada konveyor barang, mesin pencampur pengereman untuk mesin katrol barang dsb.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN SYSTEM PENGENDALIAN ARAH PUTARAN MOTOR INDUKSI 3 PHASE”**

Dengan selesainya laporan tugas akhir ini, tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Jiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Bambang Priyo Hartono, ST, MT selaku ketua Program Studi Teknik Listrik D-III Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Eko Nurcahyo serta rekan – rekan Lab D-3 Listrik ITN Malang.
5. Orang tua tercinta serta keluarga yang selalu mendukung.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan.

Saya menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu saya sangat berterima kasih apabila ada saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Diakhir kata penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 15 February 2014

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix

BAB I : PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan Masalah	2
1.6. Sistematika Pembahasan	3

BAB II : LANDASAN TEORI

2.1. Pandangan Umum Perencanaan	4
2.2. Motor AC	4
2.2.1. Prinsip Kerja Motor Induksi	5
2.2.2. Mesin Induksi 3 Phase	6
2.2.2.1. Motor Induksi 3 Phase	6
2.2.2.2. Konstruksi Motor Induksi 3 Phase	7
2.2.2.3. Stator	7
2.2.2.4. Rotor	8
2.2.2.5. Prinsip Kerja Motor Induksi	9

2.3.	Pengereman Motor Induksi	10
2.3.1.	Injeksi Arus DC (Dinamik)	10
2.4.	Penyearah Penuh Satu Fasa	11
2.5.	Pengaman	11
2.5.1.	MCB	11
2.5.2.	Kontaktor Magnetic	17
2.5.3.	Pushbutton (Limit switch) NO-NC	18
2.5.4.	Emergency Button	19
2.5.5.	Overload Relay	20
2.5.6.	Kawat Penghantar	20
2.6.	Kontaktor Magnetik	24

BAB III : PERENCANAAN ALAT

3.1.	Pendahuluan	26
3.2.	Pengaman	32
3.3.	Kawat Penghantar	34

BAB IV : PENGUJIAN ALAT

4.1.	Prinsip Kerja Alat	36
4.2.	Pengujian Data Analisis Alat	36
4.2.1.	Tujuan	36
4.2.2.	Data Motor Penggerak	36
4.2.3.	Gambar Alat	37
4.2.4.	Peralatan Yang Digunakan	37
4.2.5.	Langkah Pengujian Alat	37
4.3.	Pengambilan Data Pengujian Alat	38
4.4.	Analisa	40

4.4.1.	Analisa Waktu Pengereman	40
4.4.2.	Pengujian dan Prinsip Kerja Alat	40
4.4.3.	Analisis Waktu Membalik Arah Putaran Motor Induksi	41

BAB V : PENGUJIAN

5.1.	Kesimpulan	41
5.2.	Saran	42

DAFTAR PUSTAKA	43
-----------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Konstruksi Motor Induksi 3 phase	7
Gambar 2.2. Stator	8
Gambar 2.3. Rotor Sangkar	8
Gambar 2.4. Rotor Belitan	9
Gambar 2.5. Prinsip Kerja Motor Induksi	9
Gambar 2.6. Pengereman Dinamik	10
Gambar 2.7. Rangkaian MCB	16
Gambar 2.8. Pushbutton Limit Switch NO-NC	17
Gambar 2.9. Emergency Button	18
Gambar 2.10. Overload Relay	18
Gambar 2.11. Kabel NYA	19
Gambar 2.12. Kabel NYM	20
Gambar 2.13. Kabel NYY	21
Gambar 2.14. Kontaktor Magnet	25
Gambar 3.1. Diagram Blok	27
Gambar 3.2. Rangkaian Pengereman	28
Gambar 3.3. Rangkaian Arah Putaran Motor Kanan dan Kiri	29
Gambar 3.4. Diagram Pengawatan system pengendalian arah Putaran Motor	30
Gambar 3.5. Rangkaian Utama Sistem Pengendalian Arah Putaran Motor...	31
Gambar 4.1. System Pengendalian Arah Putaran Motor induksi 3 phase.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pengaman Pengawal	14
Tabel 2.2. Tabel Kuat Hantar Arus Kabel NYA	22
Tabel 2.3. Tabel Kuat Hantar Arus Kabel NYM	23
Tabel 2.4. Tabel Kuat Hantar Arus Kabel NYY	23
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Pengereman	37
Tabel 4.2. Hasil Membalik Arah Putaran Motor dengan pengereman 5A.....	38
Tabel 4.3. Hasil Membalik Arah Putaran Motor dengan pengereman 3A.....	39
Tabel 4.4. Hasil Membalik Arah Putaran Motor dengan pengereman 2A.....	39
Tabel 4.5. Hasil Membalik Arah Putaran Motor dengan pengereman 1A.....	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi di industry banyak mesin-mesin produksi yang digunakan dalam proses produksi dengan waktu 24 jam non stop didalam dunia industry waktu sangatlah berharga dikarenakan jika proses produksi berhenti beberapa saat maka perusahaan akan mengalami kerugian yang cukup besar. Untuk mengoptimisasi produksi maka diperlukan strategi memangkas waktu yang tidak diperlukan dalam suatu proses produksi sehingga memaksimalkan optimalisasi kerja sehingga mendapatkan keuntungan yang maksimal dan biaya produksinya diminimalisir sekecil mungkin.

Dalam suatu optimalisasi yang berhubungan dengan mesin-mesin listrik yaitu motor listrik, salah satu masalah penting yang terjadi pada motor listrik adalah penghentian motor listrik setelah motor beroperasi untuk itu sangat diperlukan cara menghentikan motor dengan waktu yang lebih cepat (efisiensi waktu). Pada umumnya untuk menghentikan motor dilakukan pengereman motor listrik. Salah satu jenis pengereman motor listrik yaitu pengereman eksternal (external breaking), dimana pengereman jenis ini memanfaatkan tenaga dari luar dikarenakan mudah perawatannya. Salah satu aplikasi dilapangan adalah mixing machine

Pengereman eksternal dengan menggunakan media elektronik banyak dimanfaatkan dikarenakan biaya dalam perawatan sangat murah, karena pada bagian-bagian fisik tidak terjadi keausan, dan hal ini tidak membutuhkan penggantian komponen

Contoh kasus lain yaitu di sebuah pabrik kimia dalam produksi saat mencampurkan bahan kimia satu dengan bahan kimia kedua menggunakan mesin, setelah mesin digunakan maka putaran motor semakin lambat dengan durasi waktu yang panjang dalam dunia industri ada slogan *time is money* dalam tugas akhir ini saya akan memotong durasi waktu berhenti semakin pendek dari awal semula sehingga berdampak pada kuota produksi yang akan meningkat secara otomatis akan di ikuti pula dengan keuntungan yang semakin meningkat pula.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat diperoleh permasalahan yang timbul diantaranya :

- Bagaimana merencanakan dan membuat System pengendalian arah putaran motor induksi 3 phase.
- Bagaimana mengurangi durasi waktu pada saat motor dimatikan.
- Mempercepat waktu membalikkan arah putaran.

1.3. Tujuan

Merencanakan dan membuat system pengendalian arah putaran motor.

1.4. Manfaat

Manfaat dari pembuatan system pengendalian arah putaran motor adalah untuk memangkas durasi waktu yang di butuhkan pada saat motor diberhentikan dan mempercepat membalik arah putaran motor

1.5. Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan penyelesaian Tugas Akhir ini secara maksimal, maka diperlukan batasan masalah yang diharapkan agar permasalahan tidak meluas dan tetap focus pada tujuan utama. Adapun batasan-batasan masalah pada tugas akhir yaitu :

- Motor yang digunakan adalah motor induksi 3 phasa dengan daya 7,5 HP 380/660 Volt 50Hz 960 rpm
- Pengereman menggunakan injeksi arus DC
- Analisa yang dilakukan adalah melihat perbedaan waktu yang diperlukan antara menggunakan pengereman dan tanpa pengereman

1.6. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam proposal ini terdiri dari pokok pembahasan yang saling berkaitan satu dengan lainnya, yaitu:

- BAB I: Merupakan pendahuluan yang berisikan tentang latar belakang, tujuan permasalahan, batasan masalah dan sistematika pembahasan.
- BAB II: Merupakan landasan teori dasar yang menunjang dalam perencanaan system control ini.
- BAB III: Merupakan pembahasan masalah yang berisikan perencanaan konstruksi alat dan perencanaan control dari alat yang dibuat.
- BAB IV: Merupakan analisa yang berisikan tentang deskripsi kerja alat dan rangkaian control
- BAB VI: Merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dan saran-saran

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pandangan Umum Perencanaan

Dalam bab ini penulis mengupas tentang teori-teori dasar yang menunjang perencanaan panel pengendalian pergantian kecepatan arah putaran motor dengan sistem pengereman. Adapun komponen atau bahan pokok pembentuk seluruh unit kerja system adalah sebagai berikut:

- Motor induksi 3 phasa 380Volt / 660Volt, 50Hz
- MCB
- 3 Kontaktor
- 2 Buah saklar push button start
- 1 Buah saklar push button stop dan pengereman
- 1 Buah Overload
- Kabel Pengahantar
- Trafo
- Diode
- Box panel

2.2. Motor AC

Motor Terbagi Atas :

- 1. Motor Sinkron**
 - a. Biasa (tanpa slip ring)
 - b. Super (dengan slip ring)
- 2. Motor Asinkron**
 - a. Motor Induksi
 - Satu phasa
 - Tiga phasa

b. Motor Komutator

- Seri
- Kompon
- Shunt
- Repulse

2.1.1. Prinsip kerja motor induksi

Secara umum motor listrik berfungsi untuk mengubah energy listrik menjadi energy mekanik yang berupa tenaga putar. Di dalam motor dc, energy listrik diambil langsung dari kumparan armature dengan melalui sikat dan komutator, oleh Karena itu motor DC disebut motor konduksi. Lain halnya dengan motor AC, pada motor AC kumparan rotor tidak menerima energy listrik langsung, tetapi secara induksi, oleh karena itu motor AC di kenal dengan motor induksi

Motor induksi 3 phasa sering banyak dipakai di kalangan industry, hal ini berkaitan dengan beberapa keuntungan dan kerugiannya.

Keuntungannya:

- Sangat sederhana dan daya tahan kuat (konstruksi hamper tidak pernah terjadi kerusakan), terutama motor induksi dengan rotor sangkar
- Harga relative murah dan keandalannya tinggi.
- Efisiensi tinggi pada kondisi berputar normal, tidak di butuhkan sikat dan karenanya rugi daya yang diakibatkan dapat dikurangi.
- Tidak memerlukan starting tambahan dan tidak harus sinkron.

Kerugiannya:

- Kecepatan tidak dapat diubah tanpa pengubahan efisiensi.
- Tidak seperti motor DC atau motor Shunt, kecepatannya menurun seiring dengan tambahan beban
- Kopel awal mutunya rendah dibandingkan dnegan motor DC

Konstruksi:

Motor induksi pada dasarnya terdiri dari beberapa bagian yaitu: stator dan rotor. Stator terdiri dari motor konstruksinya sama dengan stator mesin serempak. Dibuat dari besi terlamnasi dan mempunyai alur-alur dimana kumparan stator tiga fasa diletakkan. Bila tegangan AC tiga fasa diberikan pada kumparan stator maka suatu fluks yang besarnya tetap akan berputar dengan kecepatan sinkron yang ditentukan oleh $F = pn/60$. Fluks magnet yang berputar ini akan menginduksikan emf pada rotor melalui celah udara.

2.1.2. Mesin Induksi 3 phase

Mesin Induksi 3 fasa atau mesin tak serempak dibagi atas dua jenis yaitu :

1. Motor Induksi 3 fasa
2. Generator Induksi 3 fasa, yang pada umumnya disebut alternator.

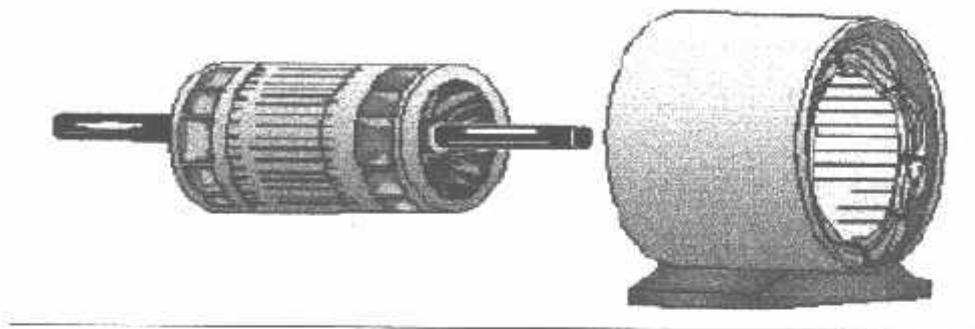
Pada umumnya dari kedua jenis yang di atas, yang paling sering digunakan adalah motor induksi 3 fasa. Generator induksi 3 fasa (Alternator) jarang digunakan dalam kehidupan masyarakat. Pada umumnya yang namanya generator, identik dengan penghasil daya/tegangan. Tetapi dalam masyarakat luas lebih sering digunakan generator sinkron atau serempak.

2.1.2.1. Motor induksi 3 phase

Motor induksi merupakan motor arus bolak – balik (AC) yang paling luas digunakan dan dapat dijumpai dalam setiap aplikasi industri maupun rumah tangga. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan arus stator. Motor ini memiliki konstruksi yang kuat, sederhana, handal, serta berbiaya murah. Di samping itu motor ini juga memiliki efisiensi yang tinggi saat berbeban penuh dan tidak membutuhkan perawatan yang banyak. Akan tetapi jika dibandingkan dengan motor DC, motor induksi masih memiliki kelemahan dalam hal pengaturan kecepatan. Dimana pada motor induksi pengaturan kecepatan sangat sukar untuk dilakukan, sementara pada motor DC hal yang sama tidak dijumpai.

2.1.2.2. Konstruksi Motor Induksi 3 Phase

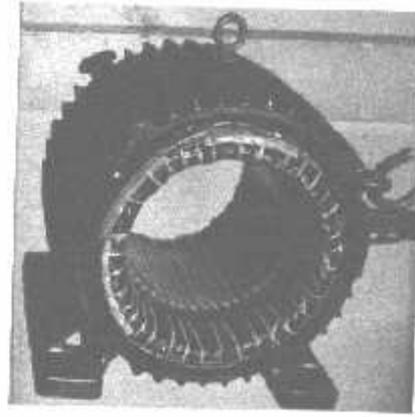
Secara umum motor induksi terdiri dari rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak, sedangkan stator bagian yang diam. Diantara stator dengan rotor ada celah udara yang jaraknya sangat kecil. Konstruksi motor induksi dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.1 Konstruksi motor induksi 3 phase

2.1.2.3. Stator (Bagian Motor Yang Diam)

Bagian dari mesin yang tidak berputar dan terletak pada bagian luar. Dibuat dari besi bundar berlaminasi dan mempunyai alur-alur sebagai tempat meletakkan kumparan. Konstruksi statornya berlapis-lapis dan mempunyai alur untuk melilitkan kumparan, ujung-ujung belitan kumparan dihubungkan melalui terminal untuk memudahkan penyambungan dengan sumber tegangan. Masing-masing kumparan stator mempunyai beberapa buah kutub, jumlah kutub ini menentukan kecepatan putaran motor tersebut semakin banyak kutubnya maka putaran yang terjadi semakin rendah



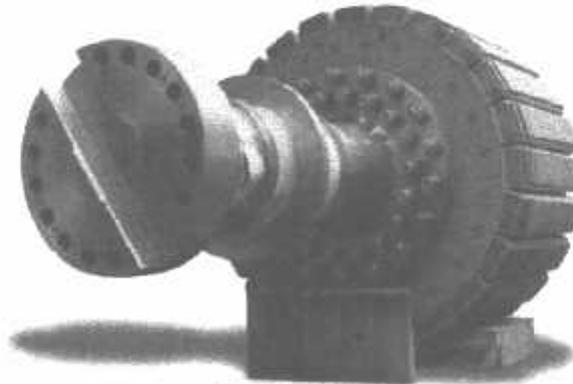
Gambar 2.2 Stator

2.1.2.4. Rotor (Bagian Motor Yang bergerak)

pada rotor terdapat kawat rotor yang terbuat dari kawat tembaga atau alumunium. Motor induksi bila ditinjau dari rotor terdiri atas dua type yaitu rotor sangkar dan rotor lilit.

a) Rotor Sangkar

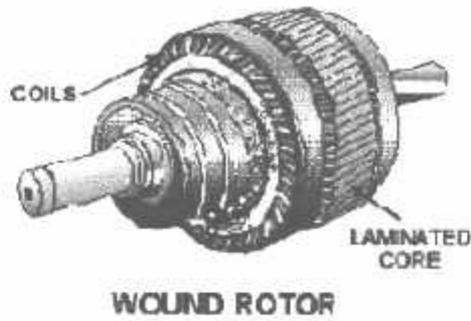
Bagian dari mesin yang berputar bebas dan letaknya di bagian dalam. Terbuat dari besi laminasi yang mempunyai slot dengan batang alumunium / tembaga.



Gambar 2.3 Rotor Sangkar

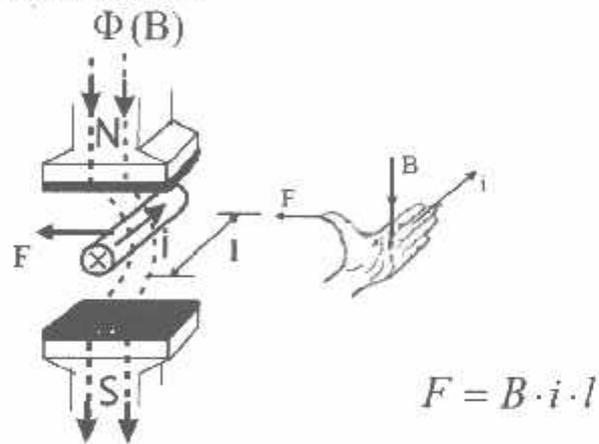
b) Rotor Belitan

Kumparan dihubungkan bintang di bagian dalam dan ujung yang lain dihubungkan dengan slipring ke tahanan luar. Kumparan dapat dikembangkan menjadi pengaturan kecepatan putaran motor. Pada kerja normal slipring hubung singkat secara otomatis, sehingga rotor bekerja seperti rotor sangkar.



Gambar 2.4 Rotor Belitan

2.1.2.5. Prinsip Kerja Motor Induksi



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Motor induksi

- F – Gaya
- B = Kerapatan Fluks
- I = Arus
- L = Konduktor

Arus listrik (*i*) yang dialirkan di dalam suatu medan magnet dengan kerapatan Fluks (*B*) akan menghasilkan suatu gaya (*F*)

Bila sumber tegangan tiga fasa dipasang pada kumparan stator, maka pada kumparan stator akan timbul medan putar dengan kecepatan :

$$N_s = \frac{120 f}{P} \dots\dots\dots(2-1)$$

- N_s = Kecepatan sinkron
- f = Frekuensi
- P = Jumlah Kutub

2.2. Pengereman Motor Induksi

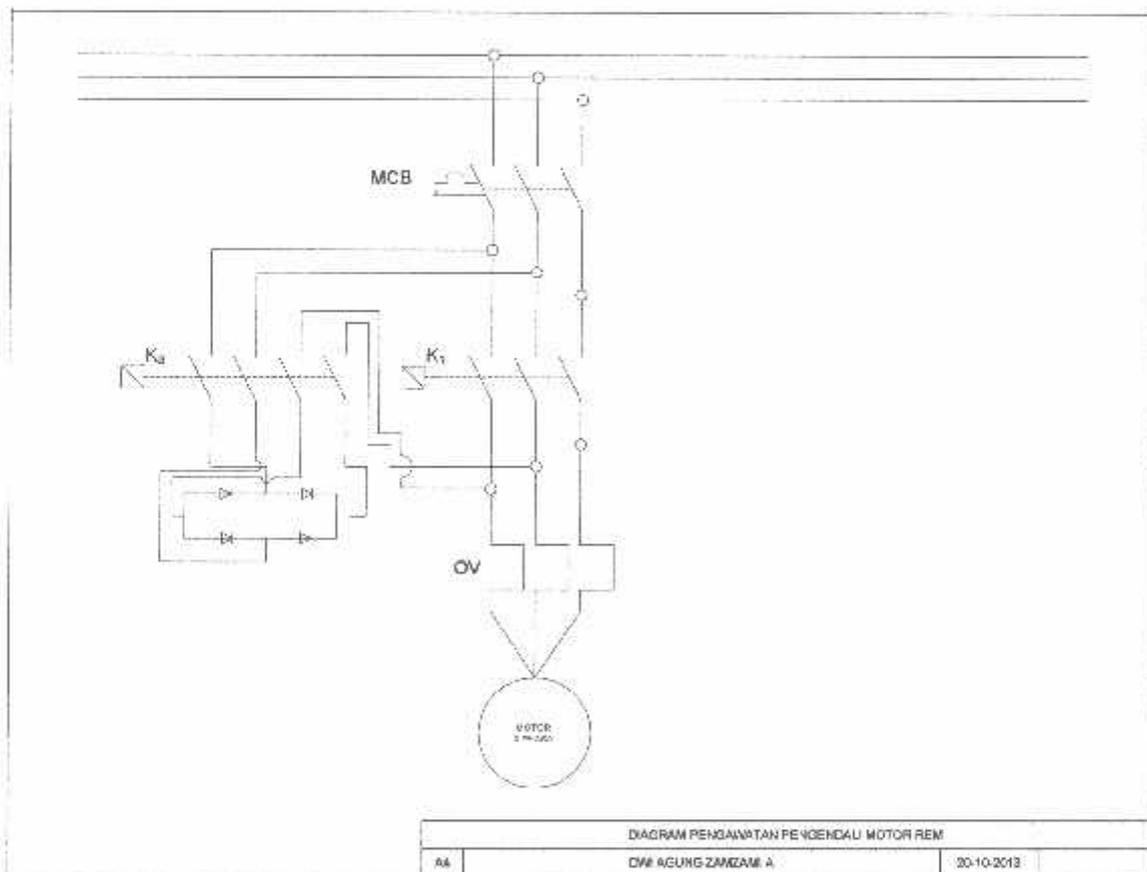
Pengereman adalah gaya yang memperlambat atau memberhentikan gaya gerak

Pengereman ada 3 jenis macam terdiri dari yaitu:

1. Regeneratif
2. Injeksi arus DC
3. Dinamik/Mekanik

2.2.1. Injeksi Arus DC (Dinamik)

Pengereman dinamik digunakan untuk menghentikan putaran rotor motor induksi. Tegangan pada stator diubah dari sumber tegangan AC menjadi DC dalam waktu yang sangat singkat. Torsi yang dihasilkan dari pengereman tergantung pada besar arus DC yang di injeksikan pada belitan stator di bawah ini bentuk rangkaian pengereman dengan injeksi arus searah pada motor induksi tiga fasa.



Gambar 2.6 Pengereman Dinamik

Arus searah yang di injeksikan pada kumparan stator akan mengembangkan medan stasioner untuk menurunkan tegangan pada rotor. Oleh karena itu kumparan rotor terhubung singkat, arus yang mengalir menghasilkan medan magnet. Medan magnet akan berputar dengan kecepatan yang sama dengan rotor tapi dengan arah yang berlawanan untuk menjadikan stasioner terhadap stator interaksi medan resultan dan gerak gaya magnet rotor akan mengembangkan torsi yang berlawanan dengan torsi motor sehingga pengereman terjadi. Torsi pengereman yang dihasilkan tergantung pada besarnya arus injeksi DC pada belitan stator, karena itu torsi pengereman sebanding dengan arus injeksi. Sedangkan nilai tahanan (R) berpengaruh pada nilai kecepatan torsi pengereman terjadi. Semakin kecil nilai tahanan (R) semakin cepat torsi pengereman terjadi

2.3. Penyearah Penuh Satu Fasa

Penyearah yang dipakai pada alat ini adalah penyearah gelombang penuh dengan menggunakan transformator *step down* dan mempunyai keluaran DC positif. Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan menggunakan Transformator step down

Pada saat setengah siklus positif diode D 2 dan D3 akan konduksi untuk menghasilkan satu siklus positif dan pada siklus negative diode D4 dan D1 akan konduksi untuk menghasilkan satu siklus negatif

2.4. Pengaman

2.4.1. (MCB)

MCB adalah suatu pengaman listrik yang bekerja berdasarkan unsur panas (Bimetal). MCB disini berfungsi sebagai pembatas arus dan juga sebagai pengaman arus lebih, yang mana apabila ada arus yang mengalir melebihi besar kapasitas pengamanyang ditentukan, maka MCB akan memutus secara otomatis.

A. Circuit Bracke (CB)

CB biasa juga disebut pengaman otomatis. Sebagai pengganti pengaman lebur seringkali dapat digunakan pengaman otomatis. Pengaman otomatis ini memutuskan secara otomatis kalau arusnya melebihi suatu nilai tertentu.

Keuntungan sebuah pengaman otomatis ialah dapat segera digunakan lagi setelah terjadi pemutusan. Dalam pengaman otomatis terdapat kopeling jalan bebas.

Karena kopeling ini otomatis tidak bisa dihubungkan kembali, kalau gangguannya belum diperbaiki.

Pengaman otomatis memberi pengamanan *termis* maupun *elektromagnetik*. Untuk pengamanan *termis* digunakan sebuah elemen dwilogam. Kalau melebihi nilai yang telah ditentukan, arusnya diputuskan oleh elemen ini.

Untuk pengamanan elektromagnetik digunakan sebuah kumparan yang dapat menarik sebuah angker dari besi lunak. Umumnya pemutusan secara elektromagnetik ini berlangsung tanpa hambatan. Kalau melebihi nilai yang telah ditentukan, arusnya akan segera diputuskan.

Pemutusan secara *termis* berlangsung dengan kelambatan. Waktu pemutusan tergantung pada nilai arusnya. Arus paling rendah yang lama – kelamaan masih menyebabkan otomatis membuka, dinamakan *arus jatuh*.

Berdasarkan waktu pemutusannya, pengaman – penaman otomatis dapat dibagi atas otomat-L, otomat-H dan otomat-G.

a. *Otomat-L* (untuk hantaran)

Pada otomat jenis ini pangaman *termis*nya disesuaikan dengan meningkatnya suhu hantaran. Kalau terjadi beban lebih dan suhu hantarannya melebihi suatu nilai tertentu, elemen dwilogamnya akan memutuskan arusnya.

Kalau terjadi hubung singkat, arusnya diputuskan oleh pengaman elektromagnetiknya. Untuk arus bolak-balik yang sama dengan $4 I_n - 6 I_n'$ dan arus searah yang sama dengan $8 I_n'$ pemutusan arusnya berlangsung dalam waktu 0,2 sekon.

b. *Otomat-H* (untuk instalasi rumah)

Secara *termis* jenis ini sama dengan Otomat-L. tetapi pengaman elektromagnetiknya memtuskan dalam waktu 0,2 sekon, kalau arusnya sama dengan $2,5 I_n - 3 I_n$ untuk arus bolak-balik atau sama dengan $4 I_n$ untuk arus searah

Jenis otomat ini digunakan untuk instalasi rumah. Pada instalasi rumah, arus gangguan yang rendah pun harus diputuskan dengan cepat. Jadi kalau terjadi gangguan tanah, bagian – bagian yang teruat dari logam tidak akan lama bertegangan.

c. Otomat-G

Jenis otomat ini digunakan untuk mengamankan motor – motor listrik kecil untuk arus bolak-balik dan arus searah, alat – alat listrik dan juga rangkaian akhir besar untuk penerangan, misalnya penerangan bangsal pabrik.

Pengaman elektromagnetiknya berfungsi pada 8 In – 11 In untuk arus bolak-balik, atau pada 14 In untuk arus searah.

Kontak – kontak saklarnya dan ruang, pemadam busur apinya memiliki konstruksi khusus. Karena itu jenis otomat ini dapat memutuskan arus hubung-singkat yang besar, yaitu hingga 1500 A.

Untuk bangunan – bangunan besar, misalnya bangunan flat, diperlukan hantaran suplai utama sampai 35 mm² atau lebih. Arus hubung-singkat yang dapat timbul dalam instalasi – instalasi ini dapat melebihi 2000 A. arus yang demikian besar akan merusak pengaman otomatisnya, sebelum arusnya dapat diputuskan. Elemen dwilogamnya akan menjadi lebur atau kontak – kontakannya menjadi lengket, sehingga otomatnya tidak dapat digunakan lagi.

Untuk mencegah kerusakan ini, didepan otomat dipasang sebuah patron lebur yang tahan hubung singkat. Patron lebur ini dinamakan *pengaman pengawal*, dan harus sudah putus sebelum otomatnya menjadi rusak.

Tabel dibawah ini memuat beberapa data untuk menentukan patron lebur yang harus digunakan sebagai pangaman pengawal.

TABEL UNTUK MENENTUKAN PANGAMAN PENGAWAL

Pangaman otomatis	Pangaman pengawal Minimum		Pangaman pengawal patron lebur lambat maksimum
	Patron lebur cepat	Patron lebur lambat	
A	A	A	A
≤ 6	20	16	100
≤ 10	25	20	
≤ 16	35	25	
20	50	35	
25	63	50	

Tabel 2.1 Pangaman Pengawal

Pengaman pangawalnya harus dipilih sedemikian hingga otomatisnya tidak menjadi rusak kalau terjadi hubung singkat, dan patron leburnya tidak putus kalau terjadi beban-lebih.

Kini ada pengaman – pengaman otomatis yang pad 220 V sepenuhnya tahan hubung singkat. Kemampuan pemutusanya ialah:

12000 A pada 220V dengan $\cos \varphi = 0,6$;

3000 A pada 220V dengan $\cos \varphi = 0,7$.

Kontak – kontak hubung otomat – otomat ini dibuat dari bahan yang tidak menjadi lengket, walaupun arus hubung-singkatnya besar. Untuk otomat jenis ini tidak diperlukan pengaman pengawal lagi.

Saklarnya memiliki pemutus *ganda*. Tiap – tiap pasang kontak pemutusan berada di dalam suatu *ruang pemadam* panjang dari bahan keramik khusus.

Kecepatan pemutusanya sangat besar. Karena suatu konstruksi khusus dari mekanik pemutusan elektromagnetiknya, waktu antara terjadinya hubungan singkat dan pemutusan, pendek sekali. Untuk arus hubung-singkat 12000 A, waktu pemutusannya hanya 0,0003 sekon.

Pemutusan yang cepat ini dicapai dengan menggunakan sebuah electromagnet dengan *angker pemukul*. Angker ini tidak hanya memukul pena pemutus dari mekaniknya, tetapi juga memukul langsung pada *poros hubung* dari kedua kontak yang bergerak.

B. Pemutus Sirkuit Mini (MCB)

Gawai pengaman arus lebih lain adalah pemutus sirkit mini yang selanjutnya disebut MCB. MCB ini memproteksi arus lebih yang disebabkan terjadinya beban lebih dan arus lebih karena adanya hubung pendek. Dengan demikian fungsi dasar kerjanya yaitu untuk pemutus hubungan yang disebabkan beban lebih dengan relai termis digunakan bimetal dan pengaman hubung pendek dengan relai arus lebih seketika digunakan 15lectromagnet.

Bila bimetal ataupun 15lectromagnet bekerja, maka ini akan memutus dengan kontak yang terletak pada pemadam busur dan membuka saklar.

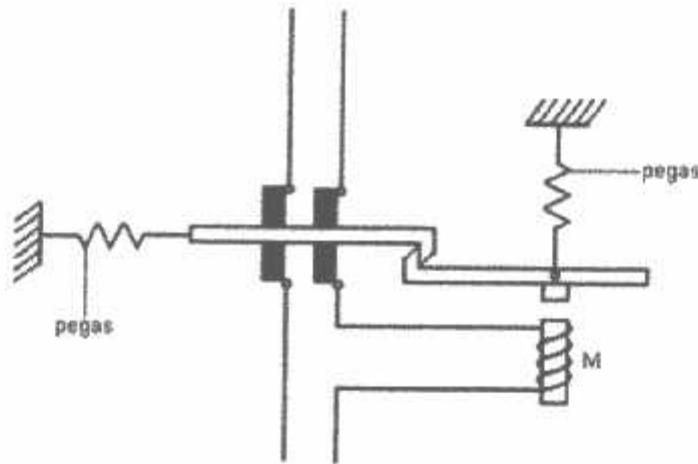
MCB untuk pengaman rumah seperti pada pengaman lebur diutamakan untuk proteksi hubung pendek, sehingga pemakaiannya lebih diutamakan untuk mengamankan instalasi atau konduktornya.

Berdasarkan IEC 898-95 terdapat tiga macam karakteristik, yaitu tipe B, C dan D. Arus nominal yang digunakan untuk rumah hunian bukan pada APP dengan pengenalan tegangan 230/400 V ialah: 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, dan 63 A. Dengan kemampuan membuka (Breaking Capacity) bila terjadi hubung pendek 3 kA, 6 kA atau 10 kA.

Sedang MCB pada APP diutamakan sebagai pembatas arus dengan karakteristik CL (Current Limiter) disamping itu juga sebagai gawai pengaman arus hubung pendek yang bekerja seketika.

Arus nominal yang digunakan pada APP dengan pengenalan tegangan 230/400 V ialah: 1, 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 35, dan 50 A disesuaikan dengan VA konsumen. Adapun kemampuan membuka bila terjadi hubung singkat 3 kA dan 6 kA (SPLN 108-1993) MCB yang khusus digunakan oleh PLN mempunyai tombol biru.

MCB yang berfungsi sebagai pengaman tunggal, didalamnya hanya terdapat relay hubungan singkat (Short Circuit Relay) yang bertindak sebagai pemutus rangkaian apabila terjadi hubungan singkat, dibawah ini adalah gambar konstruksi MCB tunggal satu kutub.



Gambar 2.7 Rangkaian MCB

MCB pada saat sekarang paling banyak digunakan untuk instalasi industri maupun instalasi gedung bertingkat.

Adapun penggunaan tipe-tipe tersebut adalah :

- Tipe B : Sebagai pengaman kabel atau penghantar terutama untuk perumahan.
- Tipe C : Sebagai pengaman kabel atau penghantar terutama sangat menguntungkan bila arus inrush tinggi misalnya lampu mercury, dan motor.
- Tipe D : Untuk penerapan yang menyangkut menimbulkan pulsa cukup besar : contoh transformator, katup selenoid, kapasitor.

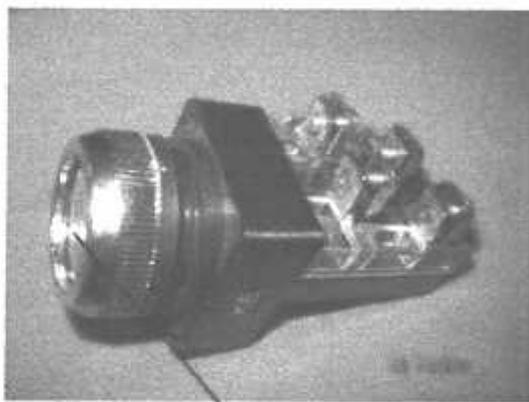
C. ELCB

Guna ELCB untuk memutuskan rangkaian dari sumber jika terjadi tegangan sentuh. Penyusun utama ELCB adalah sebuah mekanik pemutus, sebuah penghantar pisa, inti trafo arus seimbang dan penghantar netral. Jika tidak ada arus gangguan pada rangkaian maka arus seimbang, sehingga tidak ada pengaruh kemagnetan pada trafo dan tidak ada tegangan yang diimbaskan pada belitan sekunder trafo arus. Jika terjadi arus gangguan pada beban karena kerusakan isolasi sehingga mengalir arus ke bumi, maka keseimbangan pada trafo arus terganggu dan menghasilkan medan magnet yang mengimbaskan suatu tegangan pada belitan sekunder trafo arus yang menyebabkan rangkaian diputuskan oleh system pemutusny. ELCB bekerja berdasarkan keseimbangan arus beban antara fasa dan netral.

2.4.2. Push Button (Limit Switch) NO-NC

Swich 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 dn 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 dan kontak NO akan berfungsi sebagai start biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industry



OFF-Normally Close



ON-Normally open

elektronikaindustri.com

Gambar 2.8 Pushbutton putar kanan dan kiri

2.4.3. Emergency Button

Emergency Button adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain

Prinsip kerja Emergency Button adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai start dan kontak NO akan berfungsi sebagai stop biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industri pada saat kondisi emergency



Gambar 2.9 Emergency Button

2.4.4. Overload Relay

Relay ini bekerja atas dasar panas yang timbul pada suatu tahanan yang dialiri oleh arus listrik, sehingga disebut relay beban lebih thermis. Didasarkan atas bahan yang dipanasi, relay ini dibagi atas 2 macam:

- Relay yang bekerja atas dasar pemanasan bahan yang mudah meleleh setelah bahan tersebut mencapai suhu tertentu
- Relay yang bekerja atas dasar pemanasan yang gampang memuai, setelah bahan tersebut mencapai suhu tertentu



Gambar 2.10 Overload Relay

2.5. Kawat Penghantar

Sebagai pendahuluan, ada baiknya kita mengetahui terlebih dahulu perbedaan arti antara ketiga istilah diatas. Penghantar ialah suatu benda yang berbentuk logam ataupun non logam yang bersifat konduktor atau dapat mengalirkan arus listrik dari satu titik ke titik yang lain. Penghantar dapat berupa kabel ataupun berupa kawat penghantar.

Kabel ialah penghantar logam yang dilindungi dengan isolasi. Bila jumlah penghantar logam tadi lebih dari satu maka keseluruhan kabel yang berisolasi tadi

dilengkapi lagi dengan selubung pelindung. Contohnya kabel listrik yang dipakai di rumah. Bila kabel tersebut “dikupas” maka akan kelihatan sebuah selubung (biasanya berwarna putih) yang membungkus beberapa inti kabel yang terisolasi (2 atau 3 inti) dimana masing-masing inti memiliki warna isolasi yang berbeda.

Sedangkan kawat penghantar ialah penghantar yang juga logam tetapi tidak diberi isolasi. Contohnya ialah kawat *grounding* pada instalasi penangkal petir atau kawat penghantar pada sistem transmisi listrik tegangan menengah dan tinggi milik PLN .

Jenis kabel listrik yang umum dipakai dan nomenklatur-nya

Dalam instalasi listrik perumahan, paling tidak ada 3 jenis kabel listrik yang paling umum digunakan yaitu kabel jenis NYA, NYM dan NYY.

Istilah NYA, NYM dan NYY ini merupakan tata nama atau *nomenklatur* pada kabel. PUIL 2000 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik tahun 2000) dalam lampiran C menjelaskan mengenai tata nama (*nomenklatur*) kabel ini. Dari lampiran tersebut, kabel NYA, NYM dan NYY berarti kabel standar berpenghantar tembaga (huruf “N”) dan berselubung isolasi dari PVC (*Poli Vinil Chlorid*) (huruf “Y”).

Kabel NYA



Gambar 2.11 Kabel NYA

Kabel tipe NYA yang terpasang di instalasi listrik rumah

Merupakan kabel berisolasi PVC dan berinti kawat tunggal. Warna isolasinya ada beberapa macam yaitu merah, kuning, biru dan hitam. Jenisnya adalah kabel udara (tidak

untuk ditanam dalam tanah). Karena isolasinya hanya satu lapis, maka mudah luka karena gesekan, gigitan tikus atau gencetan. Dalam pemasangannya, kabel jenis ini harus dimasukkan dalam suatu konduit kabel.

Berbicara mengenai konduit, pengertiannya adalah suatu selubung pelindung, ada yang berupa pipa besi, tetapi yang paling umum digunakan adalah pipa PVC (tetapi berbeda dengan pipa PVC untuk air). Konduit ini selain bertujuan melindungi kabel dari gangguan luar juga untuk memudahkan dalam hal pekerjaan penggantian atau penambahan kabel, karena hanya tinggal ditarik atau didorong saja. Bandingkan bila kabel tersebut ditanam dalam tembok tanpa konduit, tentu akan butuh pekerjaan tambahan berupa pembongkaran tembok. Karena itu, sesuai tujuannya penggunaan konduit sebenarnya tidak terbatas pada jenis kabel NYA saja, tetapi bisa dipakai untuk kabel NYM atau NYY.

Kabel NYM



Gambar 2.12 Kabel NYM

Kabel tipe NYM yang terpasang di peralatan listrik rumah

Kabel jenis ini mempunyai isolasi luar jenis PVC berwarna putih (cara mengenalinya bisa dengan melihat warna yang khas putih ini) dengan selubung karet di dalamnya dan berinti kawat tunggal yang jumlahnya antara 2 sampai 4 inti dan masing-masing inti mempunyai isolasi PVC dengan warna berbeda. Jadi seperti beberapa kabel NYA yang dijadikan satu dan ditambahkan isolasi putih dan selubung karet.

Kabel ini relative lebih kuat karena adanya isolasi PVC dan selubung karet. Pemasangannya pada instalasi listrik dalam rumah bisa tanpa konduit (kecuali dalam tembok sebaiknya menggunakan konduit seperti yang dijelaskan sebelumnya). Kabel ini

dirancang bukan untuk penggunaan di bagian luar (*outdoor*). Tetapi penggunaan konduit sebagai pelindung bisa juga dipertimbangkan bila ingin dipasang di luar ruangan. Harganya yang jelas lebih mahal dari tipe kabel NYA.

Kabel NYY



Gambar 2.13 Kabel NYY

Kabel tipe NYY yang terpasang di instalasi listrik rumah

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

Kuat Hantar Arus (KHA)

Kabel listrik mempunyai ukuran luas penampang inti kabel yang berhubungan dengan kapasitas penghantaran arus listriknya. Dalam istilah PUIL, besarnya kapasitas hantaran kabel dinamakan dengan Kuat Hantar Arus (KHA).

Ukuran kabel dan KHA-nya sebaiknya kita pahami dengan baik untuk menentukan pemilihan kabel yang sesuai dengan kapasitas instalasi listrik rumah kita. Besar kapasitas daya listrik dalam suatu instalasi listrik rumah berhubungan dari berapa besar langganan listrik dari PLN. Dalam hal ini adalah berapa besar rating MCB yang terpasang di kWh meter (lihat dalam artikel "[MCB sebagai Proteksi dan Pembatas Daya Listrik \(2\)](#)" untuk detailnya). Besarnya KHA kabel harus lebih besar dari rating MCB, karena prinsipnya adalah MCB harus trip sebelum kabelnya terkena masalah.

Arus listrik yang melebihi KHA dari suatu kabel akan menyebabkan kabel tersebut menjadi panas dan bila melebihi daya tahan isolasinya, maka dapat menyebabkan rusaknya

isolasi. Kerusakan isolasi bisa menyebabkan kebocoran arus listrik dan akibatnya bisa fatal seperti kesetrum pada manusia atau bahkan mengakibatkan terjadinya kebakaran.

Faktor lain dalam menentukan pemilihan kabel dengan KHA-nya adalah mengenai peningkatan kebutuhan daya listrik di masa depan. Bila dalam beberapa tahun ke depan ternyata ada penambahan daya listrik langganan PLN, tentu lebih baik sedari awal dipersiapkan kabel dengan ukuran yang sedikit lebih besar untuk mengakomodasi peningkatan kebutuhan daya listrik ini sehingga menghindari pekerjaan penggantian kabel. Tetapi perlu diperhatikan juga bila umur kabel ternyata sudah melewati 10 tahun. Pada kasus ini, pemeriksaan kondisi kabel dengan lebih teliti sebaiknya dilakukan untuk memastikan kabel masih dalam kondisi baik.

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

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

Jenis Penghantar	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus		KHA pengenal gawai proteksi	
		Pemasangan dalam pipa ⁹⁹ sesuai 7.13	Pemasangan di udara ¹⁰⁰ sesuai 7.12.1	Pemasangan dalam pipa	Pemasangan di udara
		A	A	A	A
1	2	3	4	5	6
	0,5	2,5	-	2	-
	0,75	7	15	4	10
	1	11	19	6	10
	1,5	15	24	10	20
	2,5	20	32	15	25
NYFA					
NYFAF					
NYFAZ	4	25	42	20	35
NYFAD	6	33	54	25	50
NYA	10	45	75	35	63
NYAF					
NYFAw	16	61	96	50	80
NYFAFw	25	83	129	63	100
NYFAZw	35	103	156	80	125
NYFADw					
dan NYL	50	132	196	100	160
	70	166	246	125	200
	95	197	292	160	250

Tabel 2.2 Kuat Hantar Arus Kabel Jenis NYA

Tabel 7.3-4 KHA terus menerus yang diperbolehkan untuk kabel instalasi berisolasi dan berselubung PVC, serta kabel fleksibel dengan tegangan pengenal 230/400 (300) volt dan 300/500 (400) volt pada suhu keiling 30 °C, dengan suhu penghantar maksimum 70 °C

Jenis kabel	Luas penampang	KHA terus menerus	KHA pengenal gawai proteksi
	mm ²	A	A
1	2	3	4
	1,5	18	10
	2,5	26	20
	4	34	25
	6	44	35
	10	61	50
NYIF	16	82	63
NYIFY			
NYPLYw	25	108	80
NYM/NYM-0	35	135	100
NYRAMZ	50	166	125
NYRUZY			
NYRUZYr	70	207	160
NHYRUZY	95	250	200
NHYRUZYr	120	292	250
NYBUY			
NYLRZY, dan	150	335	250
Kabel fleksibel	185	382	315
berisolasi PVC	240	453	400

Tabel 2.3 Kuat Hantar Arus Kabel Jenis NYM

Tabel 7.3-5a KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpengantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem a.s. dengan tegangan kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah berinti dua, tiga dan empat berpengantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem a.b. fase tiga dengan tegangan pengenal 0,6/1 kV (1,2 kV), pada suhu keiling 30 °C.

Jenis kabel	Luas penampang mm ²	KHA terus menerus					
		Berinti tunggal		Berinti dua		Berinti tiga dan empat	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6	7	8
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	54	37	44	34
	6	90	58	68	46	56	43
NYF	10	122	79	92	66	75	60
NYBY	16	160	105	121	89	98	80
NYFGbY							
NYRGoY	25	206	140	153	118	128	106
NYCY	35	249	174	187	145	157	131
NYCwY	50	296	212	222	176	185	159
NYSY							
NYCEY	70	365	269	272	224	228	202
NYSEY	95	438	331	328	271	275	244
NYH5Y	120	499	386	375	314	313	282

Tabel 2.4 Kuat Hantar Arus Kabel Jenis NYF

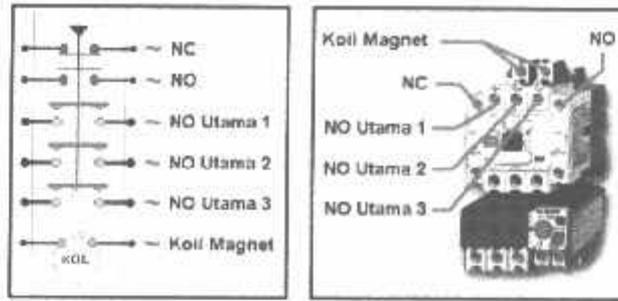
Dari tabel diatas, satu hal yang perlu diperhatikan adalah faktor temperatur lingkungan di luar kabel. KHA yang dinyatakan dalam tabel tersebut berlaku untuk maksimum temperatur di sekitar kabel sampai 30 Cdeg. Lebih dari itu akan menyebabkan turunnya nilai KHA kabel. Ada faktor koreksi yang harus diperhitungkan sesuai dengan besarnya lingkungan.

2.6. Kontaktor Magnetik

Kontaktor magnet adalah suatu penghubung dan pemutus arus yang bekerja secara elektromagnet. Kontaktor digunakan didalam kombinasi dengan peralatan control seperti tombol tekan (push botton), saklar apung, saklar batas, dan lain-lain untuk menghubungkan sirkuit cabang dan untuk mengontrol motor. Kontaktor dibuat untuk pemakaian pada 24agnet arus searah dan arus bolak-balik dan 24agn mempunyai satu atau beberapa pole. Namun yang digunakan dalam praktikum ini adalah kontaktor yang memiliki 3 pole. Disamping itu kontaktor biasanya dilengkapi dengan kontak bantu Normally open (NO) dan Normally close (NC) yang akan bekerja secara cepat (sesaat) ataupun dengan selang waktu tertentu (time delay) Magnetik kontaktor adalah sakelar listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Prinsip kerjanya didalam 24agnetic kontaktor terdapat lilitan yang akan menjadi magnet bila di aliri listrik, magnet tersebut akan menarik kontak yang berada di dekatnya sehingga kontan yang semula terbuka (NO) akan menjadi tertutup sedangkan kontak yang awalnya tertutup (NC) akan menjadi terbuka.

Magnetik kontaktor terdiri dari kontak utama dan kotak bantu. Kontak utama digunakan untuk sumber arus listrik sedangkan kontak bantu digunakan untuk rangkaian pengendali. Seandainya anda terbalik dalam memasang kedua kontak ini 24agnetic kontaktor tetap akan masih 24agn bekerja namun 24agnetic masalah yang timbul karena kontak bantu hanya didesain untuk dilewati arus yang kecil sedangkan kontak utama didesain untuk dilewati arus besar. Apabila anda terbalik dalam pemasangan akan menyebabkan panas karena penghantar yang tidak mampu menghantarkan arus listrik yang besar.

Penggunaan 24agnetic kontaktor biasanya digunakan untuk mengendalikan kerja motor 3 fasa, dengan 24agnetic kontaktor kita dapat memotong 3 sumber listrik R,S dan T sekaligus pada motor 3 fasa. Untuk melengkapi biasanya 24agnetic kontaktor akan dilengkapi dengan TOR (thermal overload relay) yang berfungsi mengamankan motor apa bila terjadi arus yang berlebihan. Sedangkan untuk mengamankan rangkaian 24agnetic kontaktor akan dilengkapi dengan MCB supaya lebih aman dari hubung singkat.



Gambar 2.14 Kontaktor magnetik

Fungsi magnetik kontaktor

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa magnetik kontaktor merupakan alat listrik berupa sakelar listrik yang berfungsi sebagai pengendali motor maupun komponen listrik lainnya. Dengan magnetik kontaktor komponen yang terpasang akan lebih mudah untuk dikendalikan dibanding menggunakan sakelar biasa.



BAB III

PERENCANAAN ALAT

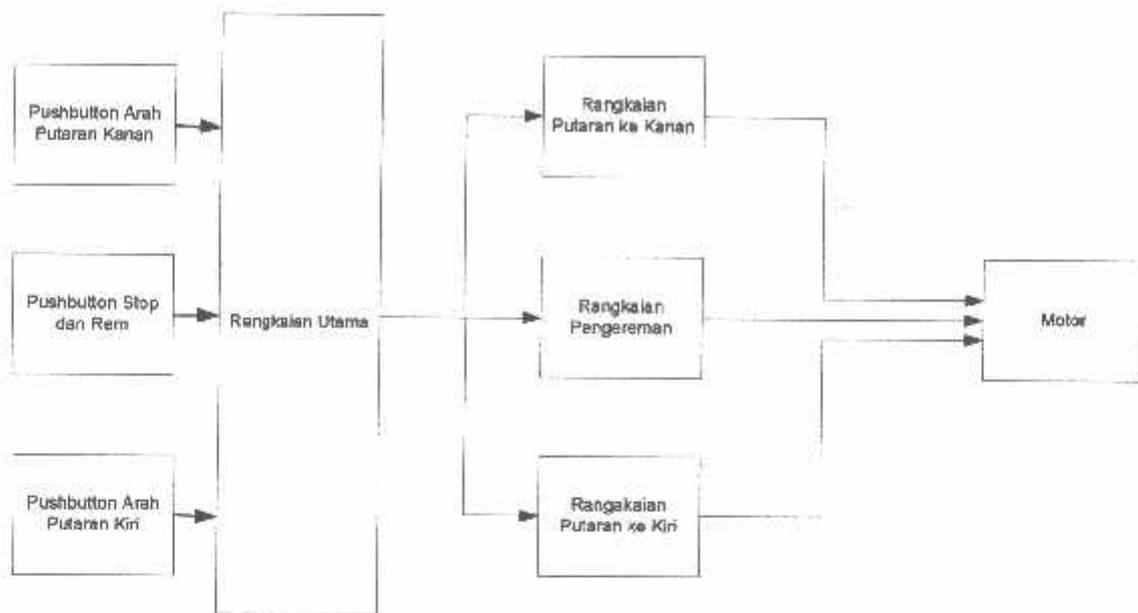
3.1. Pendahuluan

Dimasa sekarang ini, di era globalisasi teknologi dan informasi hampir sebagian besar peralatan kita gunakan di rumah tangga, di kantor maupun di tempat-tempat umum serta di pabrik menggunakan sumber listrik baik sumber listrik berasal dari sumber listrik utama seperti PLN, Generating set (Genset) atau baterai untuk dapat mengoperasikan peralatan tersebut.

Pemanfaatan teknologi yang semakin cepat berkembang dan dinamis akan memunculkan ide dan gagasan untuk mencapai penyelesaian masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari. Upaya menciptakan gagasan penanggulangan masalah yang banyak akan diperbaharui dengan menggunakan sistem kelistrikan.

Perencanaan pembuatan konstruksi

Pada perencanaan pengendalian pergantian kecepatan arah putaran motor dengan sistem pengereman terdapat beberapa komponen-komponen yang digunakan diantaranya: motor AC tiga fasa digunakan sebagai beban pada pengendalian pergantian kecepatan arah putaran motor dengan sistem pengereman, MCB digunakan sebagai pengaman dari rangkaian control dan rangkaian daya, kontaktor digunakan sebagai rangkaian control otomatis, emergency button sebagai pengaman/mematikan rangkaian control dan motor apabila terjadi kondisi darurat, transformator sebagai power supply pada sistem pengereman, dan diode sebagai pengereman pada saat akan pergantian arah putaran rotor. Adapun gambar blok diagram dari perencanaan alat di atas seperti dibawah ini:



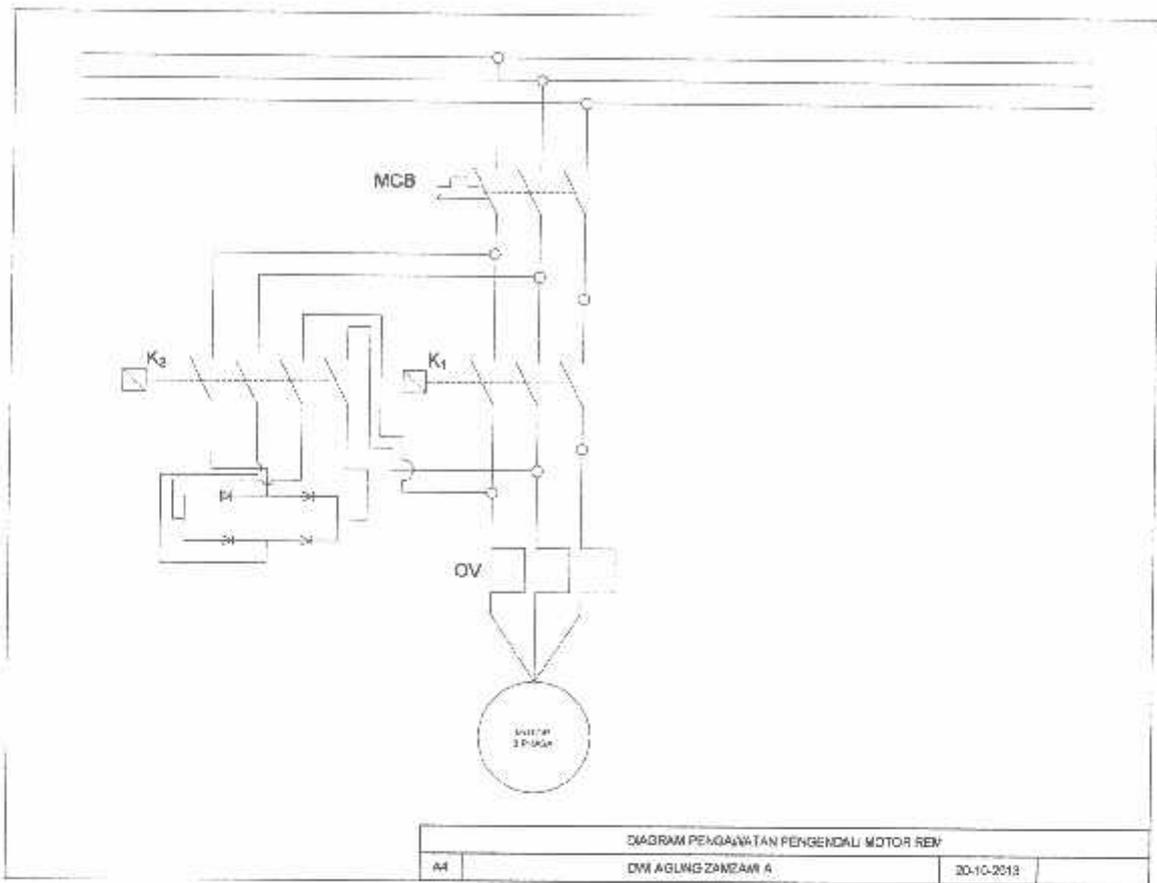
Gambar 3.1 Diagram Blok

Adapun prinsip kerja diagram blok tersebut sebagai berikut :

Apabila Pushbutton arah putaran kanan ditekan maka rangkaian utama akan bekerja lalu akan menjalankan rangkaian arah putaran ke kanan sehingga putaran motor ke kanan atau searah jarum jam

Apabila pushbutton arah putaran kiri ditekan maka rangkaian utama akan bekerja lalu akan menjalankan rangkaian arah putaran ke kiri sehingga putaran motor ke kiri atau berlawanan arah jarum jam

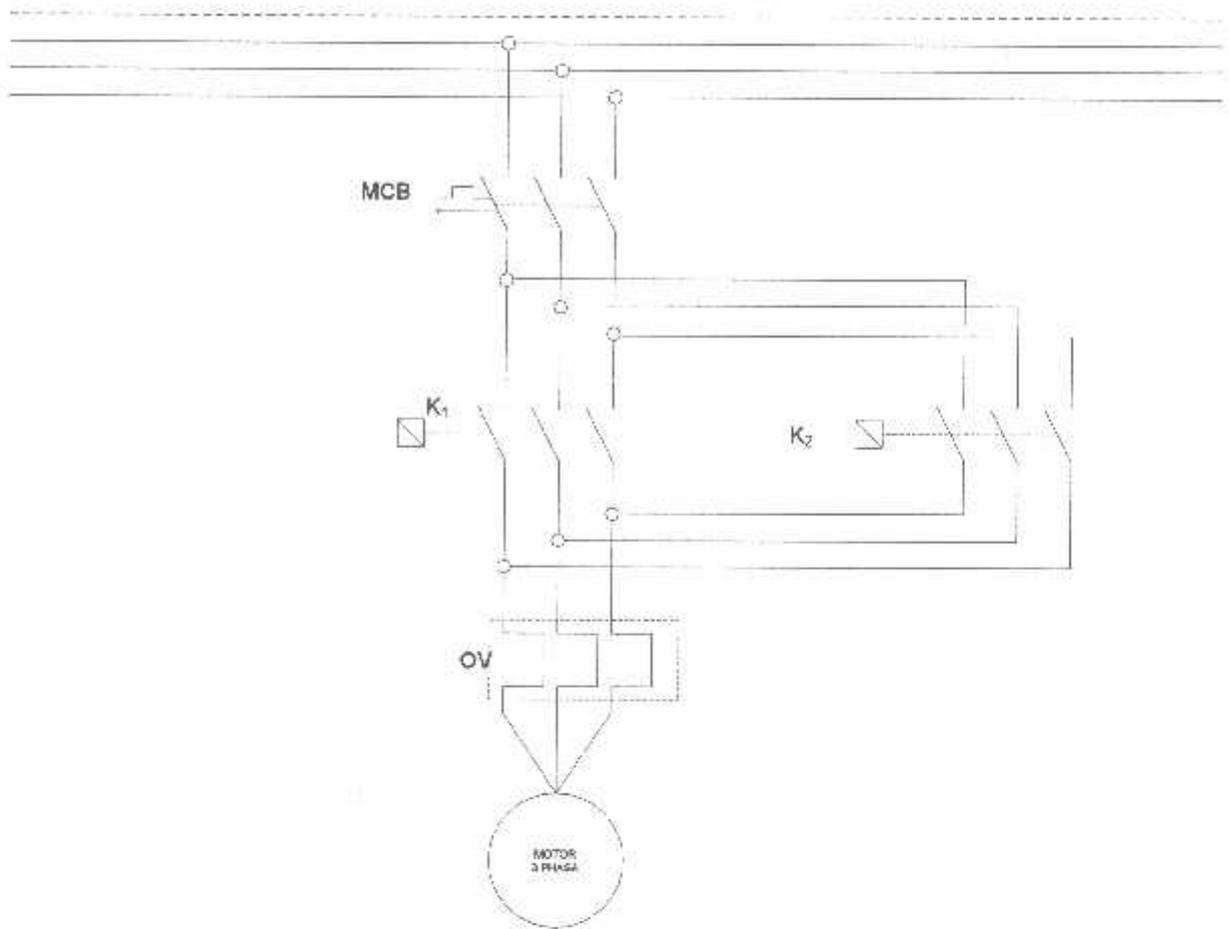
Apabila pushbutton stop dan rem di tekan pada saat motor bekerja/run pada arah putaran kanan/kiri maka seketika akan berhenti



Gambar 3.2 Rangkaian Pengereman

Prinsip Kerja Rangkaian

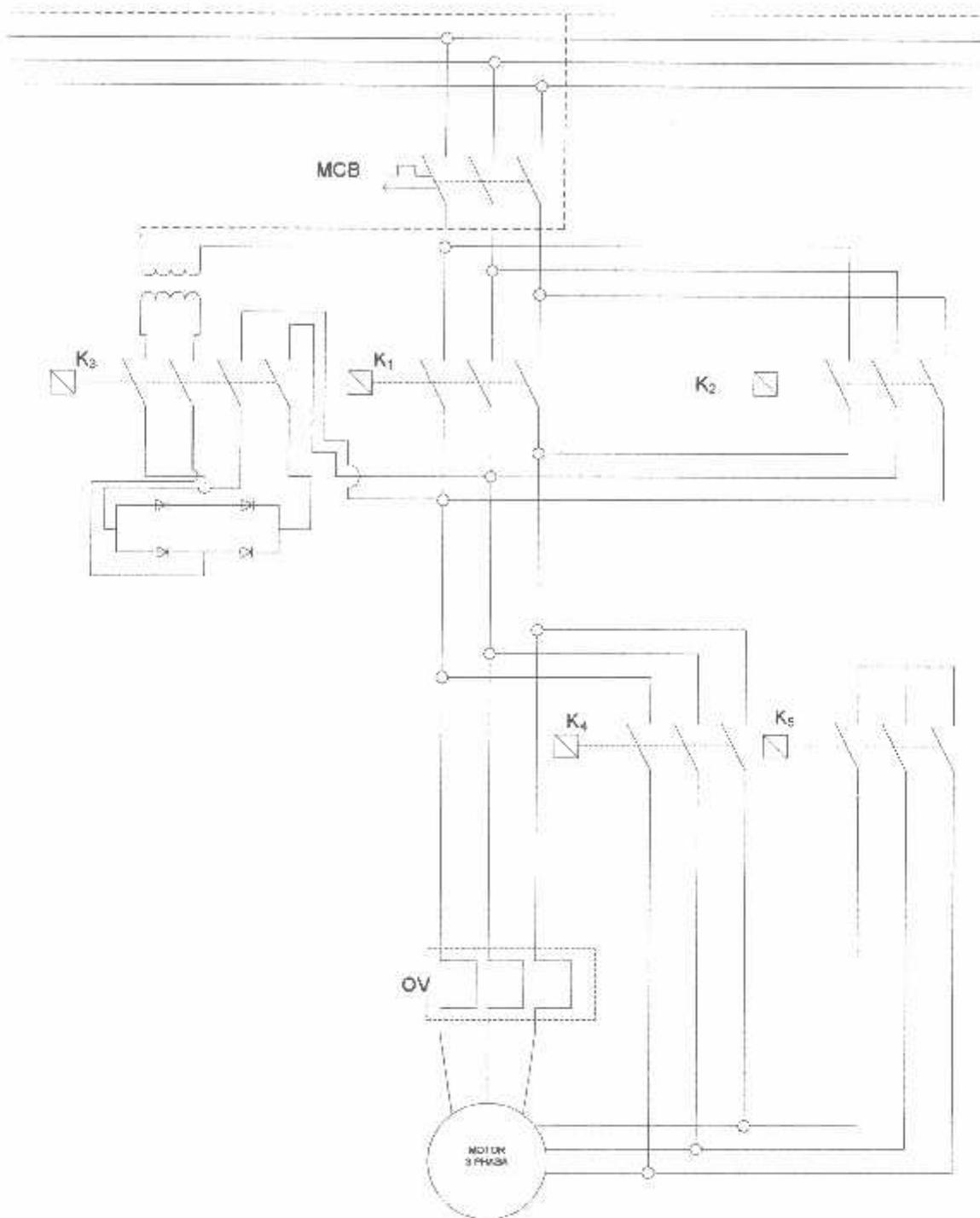
Sumber arus 3 phase masuk ke MCB 3 phase dengan kapasitas 16 A lalu apabila K1 bekerja maka motor akan bekerja setelah bekerja motor akan berhenti selanjutnya apabila kontaktor K3 bekerja maka arus DC akan masuk ke belitan motor dan terjadinya pengereman secara dinamik



Gambar 3.3 Rangkaian arah putaran motor kanan dan kiri

Prinsip Kerja Rangkaian

Dari saluran 3 phase masuk ke MCB 3 phase dengan kapasitas 16 A lalu apabila K1 bekerja atau dalam kondisi Normali Close (NC) arus masuk ke Overload Relay kemudian masuk ke motor maka putaran motor akan ke kanan. Apabila K2 bekerja maka posisi sumber arus tegangan R S T akan berubah menjadi T S R dan motor akan berputar kea rah kiri



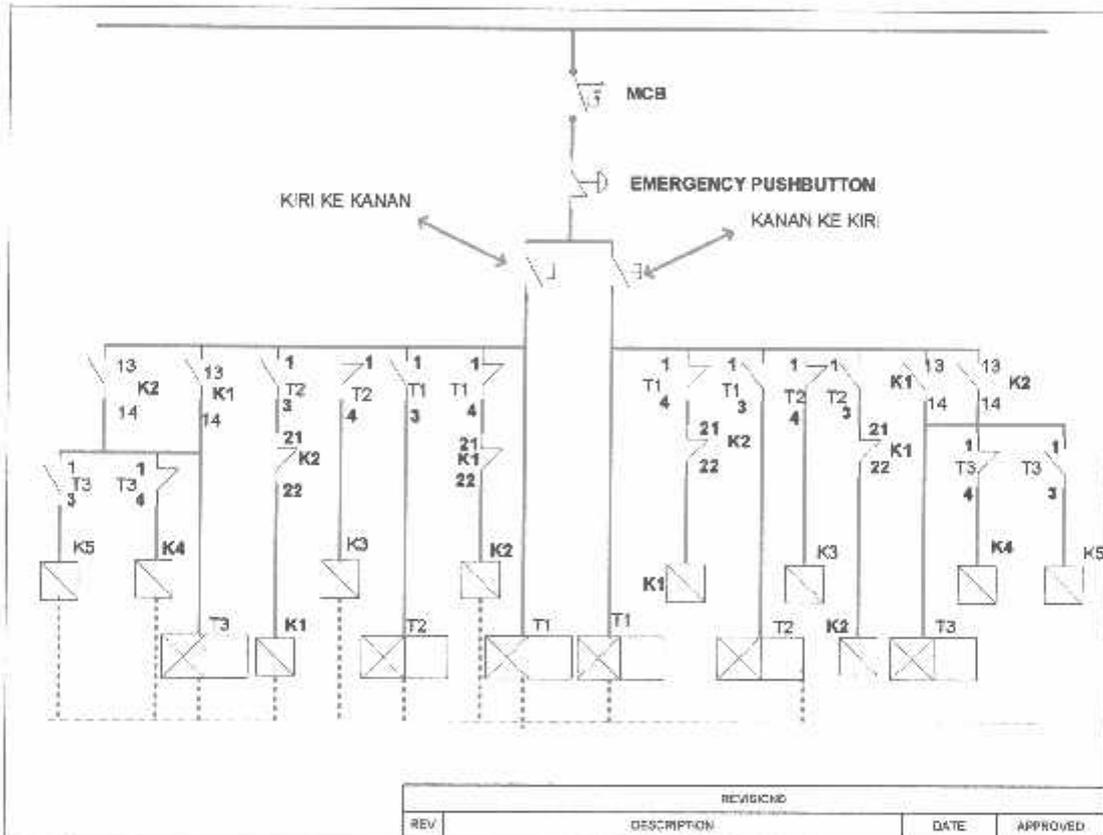
Gambar 3.4 Diagram Pengawatan Sistem Pengendalian Arah Putaran Motor

Prinsip Kerja Rangkaian

Apabila K1 bekerja maka motor akan bekerja dalam rangkaian Star (Y) hingga beberapa waktu rangkaian itu akan berubah menjadi Delta (Δ) dan motor akan berputaran

Apabila K3 bekerja semula motor bekerja motor akan berhenti dengan seketika karena pada motor di injeksikan arus DC menyebabkan terjadinya perlawanan arus DC terhadap arus AC sehingga akan terjadi proses pengereman secara dinamik

Apabila K2 bekerja maka motor akan bekerja dalam rangkaian Star (Y) hingga beberapa waktu rangkaian itu akan berubah menjadi Delta (Δ) dan motor akan berputar ke kiri



Gambar 3.5 Rangkaian Utama Sistem Pengendalian Arah Putaran Motor

Prinsip Kerja Rangkaian

Jika tombol kanan kiri di pilih maka T1 akan bekerja dengan bersamaan K1 bekerja sampai waktu yang sudah ditentukan T1 dan berganti T2 akan bekerja dengan bersamaan K3 akan bekerja sampai waktu yang sudah ditentukan setelah waktu habis maka K2 bekerja. Apabila K1 dan K2 bekerja maka K4 akan bekerja dengan membentuk rangkaian

Star (Y) sampai T3 habis waktunya K5 akan bekerja dengan membentuk rangkaian Delta (Δ)

Jika tombol kanan kiri di pilih maka T1 akan bekerja dengan bersamaan K2 bekerja sampai waktu yang sudah ditentukan T1 dan berganti T2 akan bekerja dengan bersamaan K3 akan bekerja sampai waktu yang sudah ditentukan setelah waktu habis maka K1 bekerja. Apabila K1 dan K2 bekerja maka K4 akan bekerja dengan membentuk rangkaian Star (Y) sampai T3 habis waktunya K5 akan bekerja dengan membentuk rangkaian Delta (Δ)

3.2. Pengaman

Pengaman adalah suatu peralatan yang penting didalam pemasangan peralatan listrik. Diantaranya adalah peralatan listrik yang digunakan dalam rangkaian control ini

Arus yang mengalir dalam suatu penghantar akan menimbulkan panas. Agar suhunya tidak terlalu tinggi, maka arus tersebut harus dibatasi. Untuk membatasi hal tersebut maka digunakan peralatan pengaman.

Untuk mengamankan hantaran dan aparatur digunakan pengaman lebur dan pengaman arus maksimum. Peralatan pengaman ini umumnya digunakan untuk pengaman terhadap hubung singkat dengan beban motor dan aparatur.

Ada beberapa pengaman otomatis yang sering dipergunakan, antara lain jenis MCB sebagai salah satu pengamannya. MCB ini akan memutuskan rangkaian apabila arus yang mengalir dalam MCB ini melebihi batas arus nominal yang dimiliki oleh MCB.

Apabila trip, MCB ini masih dapat segera dipergunakan lagi. Tidak seperti pengaman lebur, kalau putus tidak dapat digunakan lagi sebagaimana mestinya. Dalam pengaman otomatis ini terdapat koil jalan bebas. Karena koil otomatnya tidak dapat dihubungkan kembali, kalau gangguannya belum diperbaiki.

Untuk pengaman elektromagnetik dipergunakan sebuah kumparanyang dapat menarik sebuah angker dari besi lunak. Umumnya pemutusan secara elektromagnetik

berlangsung tanpa hambatan. Kalau melebihi nilai yang ditentukan, arusnya akan segera diputuskan.

Pada prinsipnya pengaman ini memberikan pengaman thermos maupun pengaman secara elektronik. Pengaman thermos ini dipakai untuk melindungi beban lebih, jika arus yang melewati MCB lebih besar dari arus nominal MCB maka arus akan menaikkan suhu penghantar sehingga bimetal akan saling lepas dan arus akan terputus. Pemutus dengan thermos berlangsung dengan kelambatan, dimana lamanya pemutusan tergantung arusnya, sedangkan pengaman elektronik dipakai sebagai pelindung apabila terjadi hubung singkat. Kalau nilai arus dari hubungan singkat tersebut melebihi batas arus pada MCB maka arus tersebut akan diputuskan, dihubungkan kembali maka gangguan yang menyebabkan hubung singkat atau beban lebih harus diperbaiki terlebih dahulu.

Jadi untuk menentukan berapa besar kapasitas pengaman MCB yang digunakan sebagai berikut :

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \dots\dots\dots(3-1)$$

P : Daya

V : Tegangan

$$\begin{aligned} \text{Untuk rangkaian control} \quad I &= \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{0,03}{220 \cdot 0,76} \\ &= \frac{0,03}{167,2} = 0,00018 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi pengaman yang digunakan untuk rangkaian control sebesar 1A

$$\begin{aligned} \text{Untuk rangkaian daya} \quad I &= \frac{P \cdot 1HP}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{7,5 \cdot 746}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,76} \\ &= \frac{5595}{499,624} = 11,19 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi pengaman yang digunakan untuk rangkaian daya sebesar 16 A

3.3. Kawat Penghantar

Sedangkan fungsi dari kawat penghantar adalah sebagai penyambung atau penghubung kontak pada komponen satu dengan komponen yang lain. Sedangkan fungsi dari kawat penghantar adalah sebagai penyambung atau penghubung kontak pada komponen satu dengan komponen yang lain, sehingga dapat dibentuk suatu rangkaian baik rangkaian utamanya maupun rangkaian control, dan sebagai penyuplay dari tegangan PLN ke beban tegangan baik pada rangkaian daya maupun pada system rangkaian control.

Jadi tanpa ada kawat penghantar semua komponen tidak dapat dioperasikan, hal ini dikarenakan tidak ada penyambung kontak satu dengan yang lain, dan tidak adanya tegangan pada kontak tersebut. Adapun jenis-jenis type kawat penghantar yang sudah di standarkan mutunya dengan internasional antara lain : type NYA, type NYM, type NYYGBY, type NYY, dan lain sebagainya.

Rumus-rumus yang harus digunakan untuk menentukan internasional antara lain : type NYA, type NYM, type NYYGBY, type NYY, dan lain sebagainya.

Rumus-rumus yang harus digunakan untuk menentukan luas penampang penghantar yang diperlukan berdasarkan rugi tegangan ialah: $\Delta V = 5\%$ dari tegangan nominal

- ❖ Jadi untuk mencari ΔV 1 phasa dan 3 phasa dapat digunakan rumus seperti dibawah ini :

$$\Delta V = \frac{5}{100} \dots\dots\dots(3-2)$$

- Untuk 1 phasa : $\Delta V = \frac{5}{100} 220 = 11 \text{ V}$
- Untuk 3 phasa : $\Delta V = \frac{5}{100} 380 = 19 \text{ V}$

- ❖ Jadi untuk mencari besar penampang kabel 1 phasa dan 3 phasa dapat menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$\text{➤ Untuk 1 phasa} : A = \frac{2 \cdot \text{Cos}\phi \cdot f \cdot I \cdot L}{\Delta V} \dots\dots\dots(3-3)$$

$$\text{➤ Untuk 3 phasa} : A = \frac{\sqrt{3} \cdot \text{Cos}\phi \cdot f \cdot I \cdot L}{\Delta V} \dots\dots\dots(3-4)$$

Dimana :

Panjang saluran diasumsikan 20m

$$\begin{aligned} \text{➤ Untuk 1 phasa} & : A = \frac{2 \cdot \cos\phi \cdot f \cdot I \cdot L}{\Delta V} \\ & : A = \frac{2 \cdot 0,76 \cdot 0,0175 \cdot 0,00018 \cdot 20}{11} \\ & : A = \frac{0,00009576}{11} = 0,0095 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi luas penampang kawat penghantar dan kabel yang digunakan adalah
NYA 1,5 mm²

$$\begin{aligned} \text{➤ Untuk 3 phasa} & : A = \frac{\sqrt{3} \cdot \cos\phi \cdot f \cdot I \cdot L}{\Delta V} \\ & : A = \frac{1,73 \cdot 0,76 \cdot 0,0175 \cdot 11 \cdot 19 \cdot 20}{19} \\ & : A = \frac{5,1494}{19} = 0,27 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi luas penampang kawat penghantar dan kabel yang digunakan adalah
NYA 1,5 mm²

BAB IV PENGUJIAN ALAT

4.1. Prinsip Kerja Alat

Pada perencanaan pembuatan System pengendalian arah putaran motor, ini dapat digunakan pada pabrik-pabrik besar maupun kecil yang menggunakan motor-motor 3 phasa. Alat ini berfungsi untuk mengoptimalkan kerja dari mixing machine

Adapun cara kerja dari alat yang dibuat adalah sebagai berikut apabila motor dinyalakan dengan arah putaran motor ke kanan akan di pindah ke kiri maka tekan tombol stop secara otomatis maka tombol system pengereman akan menyala dikarenakan tombol stop dan tombol pengereman di jadikan jadi satu lalu tegangan DC di inject ke lilitan motor, putaran motor akan menjadi lambat dan lama-kelamaan akan berhenti setelah putaran benar-benar berhenti barulah tekan tombol putar ke kiri.

4.2. Pengujian Data Analisa Alat

4.2.1. Tujuan

Tujuan dari hasil pembuatan alat ini dimaksudkan untuk melihat kekuatan pengereman yang dihasilkan oleh arus dc yang diinjeksikan terhadap motor pada saat motor berhenti. Sehingga diharapkan setelah melakukan pengujian ini dapat

- a) Memahami cara kerja dari pengereman arus dc injeksi
- b) Menganalisa data hasil ujian

4.2.2. Data Motor penggerak

Di sini motor penggerak sebagai alat yang akan di rem sebagai percobaan, untuk percobaan ini digunakan motor jenis motor induksi 3 phase dengan data sebagai berikut:

NAME PLATE 3 PHASE INDUCTOR MOTOR

Type	C 132 MB-6
Tegangan	380/660 Volt
Frekuensi	50 Hz
Berat	84 Kg
Putaran	960 rpm

Kapasitas 7,5 HP

4.2.3. Gambar Alat



Gambar 4.1 system pengendalian arah putaran motor 3 phase

4.2.4. Peralatan yang digunakan

1. Motor induksi 3 phase
2. Kontaktor
3. Overload
4. Transformator
5. Dioda
6. MCB 1 phase
7. MCB 3 phase
8. Fuse
9. Timer
10. Tacho meter
11. Stopwatch

4.2.5. Langkah Pengujian Alat

1. Menghubungkan alat pada sumber jala-jala PLN 380 Volt
2. Pastikan tiap terminal sudah terpasang dengan benar dan pada posisi benar
3. Posisikan MCB 1 phase dan 3 phase pada ON
4. Tekan pushbutton 1 ON atau pushbutton 2 ON

5. Setelah bekerja motor tersebut tekan pushbutton 3 OFF
6. Hitung berapa waktu yang dibutuhkan arah putaran motor berhenti dengan pengereman dan tanpa pengereman
7. Membandingkan alat ukur kecepatan motor(rpm meter) pada alat dengan Tacho meter digital

4.3. Pengambilan Data Pengujian Alat

Data yang diambil dari rangkaian percobaan pengereman dengan menggunakan media

Tabel 4.1

Hasil Pengukuran Pengereman

Kecepatan Motor	Waktu Berhenti	Arus DC	Keterangan
997,8	52,78 detik	0 A	Tanpa pengereman
997,8	0,2 detik	5 A	Pengereman
997,8	0,5 detik	3 A	Pengereman
997,8	0,89 detik	2 A	Pengereman
997,8	2,1 detik	1 A	Pengereman

Tabel 4.2

Hasil Membalik Arah Putaran Motor dengan Pengereman 5 A

Waktu Peralihan	Keterangan
30,6 detik	Kanan ke Kiri dengan Pengereman
30,8 detik	Kiri ke Kanan dengan Pengereman
1 menit 49 detik	Kanan ke Kiri Tanpa Pengereman
2 menit 3 detik	Kiri ke Kanan Tanpa Pengereman

Tabel 4.3

Hasil Membalik Arah Putaran Motor dengan Pengereman 3 A

Waktu Peralihan	Keterangan
45 detik	Kanan ke Kiri dengan Pengereman
45,8 detik	Kiri ke Kanan dengan Pengereman
1 menit 49 detik	Kanan ke Kiri Tanpa Pengereman
2 menit 3 detik	Kiri ke Kanan Tanpa Pengereman

Tabel 4.4

Hasil Membalik Arah Putaran Motor dengan Pengereman 2 A

Waktu Peralihan	Keterangan
1 menit 3 detik	Kanan ke Kiri dengan Pengereman
1 menit 8 detik	Kiri ke Kanan dengan Pengereman
1 menit 49 detik	Kanan ke Kiri Tanpa Pengereman
2 menit 3 detik	Kiri ke Kanan Tanpa Pengereman

Tabel 4.5

Hasil Membalik Arah Putaran Motor dengan Pengereman 1 A

Waktu Peralihan	Keterangan
1 menit 15,7 detik	Kanan ke Kiri dengan Pengereman
1 menit 16 detik	Kiri ke Kanan dengan Pengereman
1 menit 49 detik	Kanan ke Kiri Tanpa Pengereman
2 menit 3 detik	Kiri ke Kanan Tanpa Pengereman

4.4. Analisa

4.4.1. Analisa Waktu Pengereman

Pada saat dilakukan pengujian dengan pengereman maka proses berhentinya motor akan semakin cepat. Sesuai dengan data pada table hasil pengujian bahwa, dengan arus dc sebesar 5 A yang di injikkan ke motor 3 phase maka waktu yang di butuhkan berhentinya putaran motor hanya 0,2 detik saja, dengan demikian motor tidak membutuhkan waktu yang banyak untuk berhentinya putaran motor tersebut seperti tanpa ada pengereman yang membutuhkan waktu kurang lebih 52,78 detik

4.4.2. Pengujian dan Prinsip Kerja Rangkaian

Rangkaian control merupakan rangkaian kombinasi paralel dari pada penerapan peralatan listrik yang saling berhubungan dan akan membentuk satu kesatuan kerja. Kesatuan kerja dari suatu peralatan listrik ini dapat berfungsi untuk mengendalikan suatu pengoperasian kecepatan motor, sehingga didapatkan kerja yang baik sesuai dengan apa yang diharapkan.

Rangkaian ini digunakan untuk menjalankan mesin dengan konsep yang menggunakan memiliki 2 arah putaran motornya dalam putaran searah jarum jam (clock wise) dan berlawanan jarum jam (anti-clock wise), dan menggunakan system pengereman pada saat perubahan arah putaran motornya.

Untuk menjalankan motor dengan arah putaran searah jarum jam dilakukan dengan menekan sesaat tombol PB- start 1 maka arus akan mengalir pada kontak bantu 13-14 (K1) dengan posisi NO yang dikopel dengan kontak bantu K2 dengan posisi NC (21-22) sehingga arus mengalir pada kontaktor satu (K1) yang menyebabkan K1 energise atau bekerja, maka K1 akan mengunci kontaknya sendiri 13-14, yang menyebabkan arus dapat mengalir ke kontaktor K1 tanpa harus menekan tombol start 1 yang lamanya tergantung pemakaian alat tersebut.

Setelah arah putaran searah jarum jam untuk membalik putaran dengan berlawanan arah jarum jam terlebih dahulu kita tekan PB-Stop yang sudah di kopel dengan tombol Start REM. PB-Stop untuk memutuskan semua arus yang mengalir pada rangkaian secara bersamaan Start REM ditekan maka arus mengalir pada kontaktor 3 (K3) yang menyebabkan K3 energise atau bekerja maka arus DC akan masuk ke dalam motor dari proses tegangan 220 Volt ke Trafo lalu menjadi 32 Volt dan masuk ke diode untuk

merubah dari arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) dengan jangka waktu bekerjanya pengereman sesuai dengan setting timer delay.

Setelah putaran motor benar-benar berhenti barulah tekan tombol PB-start 2 maka arus akan mengalir pada kontak bantu 13-14 (K2) dengan posisi NO yang dikopel dengan kontak bantu K1 dengan posisi NC (21-22) sehingga arus mengalir pada kontaktor dua (K2) yang menyebabkan K2 energise atau bekerja, maka K2 akan mengunci kontaknya sendiri 13-14 yang menyebabkan arus dapat mengalir ke kontaktor K2 tanpa harus menekan tombol start 2 yang lamanya tergantung pemakaian tersebut.

Pengaman rangkaian ini terdiri dari :

- Relay beban lebih thermis (Overload Relay), sehingga kerja motor dapat dihentikan secara otomatis jika terjadi beban lebih
- Fuse digunakan apabila ada kelebihan arus pada angkaian utama sehingga tidak dapat merusak komponen-komponen pada rangkaian utama
- Tombol darurat (Pushbutton Emergency), sehingga apabila terjadi keadaan darurat tidak perlu mematikan alat sesuai prosedur apabila ditekan semua rangkaian akan mati seluruhnya

4.4.3. Analisis Waktu Membalik Arah Putaran Motor Induksi 3 Phase

Pada saat dilakukan pengujian putar kanan ke kiri dengan pengereman. Sesuai dengan data pada table hasil pengujian bahwa, dengan arus DC bahwa data yang di dapatkan setiap perbedaan waktu membalikkan arah putaran dengan pengereman dan tanpa pengereman perbedaannya jauh. Perbedaan waktu pengaturan pada Timer delay tidaklah jauh dengan data yang didapatkan pada saat pengujian

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dengan terealisasikannya alat panel system pengendalian arah putaran motor induksi 3 phase, ini. Pada dasarnya alat yang berfungsi sebagai memperkecil durasi waktu berhentinya putaran motor dari bergerak sampai berhenti dan membalikkan arah putaran.

Adapun kesimpulan dari alat yang dibuat antara lain:

- Waktu yang dibutuhkan untuk membalik arah putaran motor tanpa pengereman sebesar 1 menit 49 detik, sedangkan dengan pengereman 30,7 detik. Sehingga dapat mempercepat waktu 78,3 detik atau 84,7 kali lebih cepat
- Besarnya arus DC untuk pengereman sebesar 1 A sampai 5 A akan mempercepat proses membalik arah putaran motor dan seterusnya semakin besar arus DC yang di injeksikan semakin cepat proses membalik arah putaran dan pengeremannya

5.2. Saran-Saran

Dari percobaan dan pengujian alat yang dilakukan, waktu pengereman dapat di atur yaitu dengan cara memberi potensio putar yang bisa mengatur arus yang masuk pada system pengeremannya

DAFTAR PUSTAKA

1. Zuhail. 1991. *Dasar Tenaga Listrik*, ITB, Bandung
2. Setiawan and Harten, P. Van. 1983. *Instalasi Listrik Arus Kuat 3*, Angkasa Offset, Bandung
3. Job sheet Praktikum Rangkaian Pengendalian Dasar Mekanik dan Magnetik, SMKN 1 Bangil
4. <http://Amir-Sayonara.blogspot.com/2008/10/fungsi-magnetik-kontaktor.html>(diakses pada tanggal 19 Desember 2013)
5. <http://syarifudin.blogspot.com/2011/5/fungsi-jenis-jenis-dan-pengertian-diode.html> (diakses pada tanggal 20 Desember 2013)
6. <http://Andi-Yuono.blogspot.com/2004/3/kabel-instalasi-listrik.html> (diakses pada tanggal 19 Desember 2013)
7. <http://Google.com.html>



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Nomor : 010.019/IV.FTI-T.E.DIII/13
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Tugas Akhir**

Malang, 17 Oktober 2013

Kepada : Yth. Bpk/Ibu **Ir. M. Abdul Hamid, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
di - Tempat

Dengan Hormat,

Sesuai dengan permohonan persetujuan dalam Tugas Akhir untuk mahasiswa :

N a m a : Dwi Agung Zamzami. A

N.I.M : 1152008

Program Studi : Teknik Listrik D-III

Judul Tugas Akhir : **System Pengendalian Arah Putaran Motor 3 Phasa**

Maka dengan ini pembimbingan Tugas Akhir tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara, selama masa waktu :

“ Semester Ganjil Tahun Akademik 2013-1014”

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui
Ketua Prodi Teknik Listrik D-III,

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

Tindakan :



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
 BANK NIAGA MALANG

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

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA : Dwi Agung Zamzami A
 N.I.M : 1152008
 MASA BIMBINGAN :
 JUDUL : Pengendalian Pergantian Kecepatan Arsitek putaran Motor dengan Sistem Penggerakan

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
	3/1 '14	- Judul diqamhi : Sistem Pengend. arah putaran motor.	M
	10/1 '14	- Revisi Bab I	M
	17/1 '14	- Revisi Bab IV	M
	24/1 '14	- Buat tabel pengujian	M
	28/1 '14	- Buat pengujian alat yaitu profeksi & ... Penggerakan	M

Malang.....,20

Dosen Pembimbing,

(_____)



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA :
N.I.M :
MASA BIMBINGAN :
JUDUL :

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
	18/2 '14	- Perbaiki pengisian	
		- Perbaiki Jadwal T.A	
		- Perbaiki Kesimpulan	
		tujuan & Batasan	
		masalah.	
		- Tambahkan peralatan	
		yg digunakan	
	19/2'14	ACC Ujian T.A	

Malang...19-2-2014

Dosen Pembimbing,



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

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

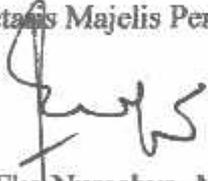
Nama : DWI AGUNG ZAMZAMI ACHMAD
NIM : 1152008
Jurusan : Teknik Listrik D-III
Judul : SISTEM PENGENDALIAN ARAH PUTARAN MOTOR
INDUKSI 3 PHASE

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Tugas Akhir Jenjang Diploma Tiga
pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 20 Februari 2014
Nilai : 87,5 (A) *Euf*

Panitia Ujian Tugas Akhir :


Ketua Majelis Penguji
Bambang Priyo Hartono, ST, MT *Euf*
NIP. Y. 1028400082

Sekretaris Majelis Penguji

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP. Y. 1028700172

Anggota Penguji :

Penguji Pertama


Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 101187000151

Penguji Kedua


Ir. Choirul Shaleh, MT
NIP. Y. 1018800190



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK N AGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendjara Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karangjo, Km 2 Telp. (0341) 417635 Fax. (0341) 417634 Malang

FORMULIR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir Program Studi Teknik Listrik Jenjang Diploma TIGA, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa/i dibawah ini :

Nama : Dwi Agung Zamzami Achmad
N.I.M : 11.52.008
Jurusan/Prodi : Teknik Listrik Diploma Tiga
Masa Bimbingan :
JUDUL : SYSTEM PENGENDALIAN ARAH PUTARAN MOTOR
INDUKSI 3 PHASE

NO	Penguji	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Penguji I	20-02-2014	Tambahkan pada gambar 3.4 kapasitas MCB motor pada keseluruhan Tambahkan table pengujian Tambahkan stardelta otomatis	 
2.	Penguji II	20-02-2014	Perbaiki system penulisan TA Tambahkan hasil pengujian arus pengereman supaya berfariasi	

Disetujui :

Dosen Penguji I

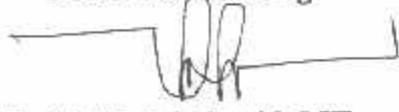

Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y. 10187000151

Dosen Penguji II


Ir. Choirul Shaleh, MT
NIP.Y. 1028400082

Mengetahui :

Dosen Pembimbing


Ir. M. Abdul Hamid, MT
NIP.Y. 1018800188



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2
MALANG

Formulir Perbaikan Tugas Akhir

Dalam pelaksanaan Ujian Tugas Akhir Jenjang D-III , Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :

N a m a : Dwi Agung Zamzami. A

N I M : 1152008

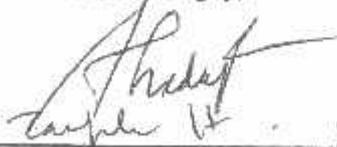
Jurusan : Teknik Listrik D-III

Adapun perbaikan-perbaikan tersebut meliputi antara lain :

Tambahan pd gambar 3.4. Kapasitor, MCR, Motor .
pd penyalaan 2 Tambahan Tabel pengujian
Tambahan A.

Malang, _____ 20

Dosen Penguji,


(_____)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2
MALANG

Formulir Perbaikan Tugas Akhir

Dalam pelaksanaan Ujian Tugas Akhir Jenjang D-III , Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :

Nama : DWI AGUNG ZAMZAMI. A

N I M : 1152008

Jurusan : Teknik Listrik D-III

Adapun perbaikan-perbaikan tersebut meliputi antara lain :

- Perbaiki sistem tenaga pembebanan, T A .
- tambahkan hasil pengujian arus plugging
sinyal berfasi

Malang, _____ 20

Dosen Penguji,

1
1
1
1

11

1

