

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN DAN PROTEKSI MOTOR INDUKSI JENIS DAHLANDER BERBASIS SMART RELAY



**Disusun Oleh :
Achmad Faris Rachmatillah
NIM : 1452007**

**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK DIPLOMA TIGA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN DAN PROTEKSI
MOTOR INDUKSI JENIS DAHLANDER BERBASIS SMART RELAY

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



Disusun oleh :
Achmad Faris Rachmatillah
NIM : 1452007

Diperiksa dan disetujui
Dosen pembimbing I

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 10118700151

Diperiksa dan disetujui
Dosen pembimbing II

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

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Listrik D-III

Bambang Prio Hartono ST, MT
NIP. Y. 1028400082

***“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN DAN PROTEKSI
MOTOR INDUKSI JENIS DAHLANDER BERBASIS SMART RELAY”***

(Achmad Faris Rachmatillah, 2014, 1452007, Teknik Listrik D-III)

(Dosen Pembimbing 1 : Ir. H. Taufik Hidayat, MT)

(Dosen Pembimbing 2 : Ir. M. Abdul Hamid, MT)

ABSTRAK

Dalam suatu industri yang contoh kasusnya pada mesin pengaduk cat yang fungsinya memadukan bahan cat yang pada mulanya bahan mentah diproses menjadi bahan setengah jadi dan selanjutnya dijadikan bahan jadi. Pada pengendaliannya pergantian kecepatan mesin pengaduk cat perpindahan kecepatan rendah ke kecepatan tinggi dilakukan secara manual

Dalam Rancang Bangun Sistem Pengendalian Dan Proteksi Motor Induksi Jenis *Dahlander* Berbasis *Smart Relay*. Penulis mencoba merancang sistem pengendalian pergantian kecepatan dan arah putaran motor *dahlander* yang dapat dikendalikan otomatis dan manual dilengkapi proteksi ,ganguan salah satu tegangan fasa hilang untuk aplikasi mesin pengaduk cat

Untuk rangkaian auto Motor akan berputar lambat ke kanan selama 10 detik kemudian berputar cepat ke kanan selama 7 detik lalu melakukan tunda selama 20 detik sampai motor berhenti lalu motor berputar kembali dengan arah kiri lambat selama 10 detik dan berputar ke kiri cepat selama 7 detik dan kembali melakukan tunda selama 20 detik sistem akan berulang secara terus menerus. Untuk proteksi tegangan fasa hilang diamankan relay yang terpasang seri dengan rangkaian kontrol *Zelio*

Kata kunci : *Zelio Smart Relay*, Motor *Dahlander*, Relay,

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “*Rancang Bangun Sistem Pengendalian Dan Proteksi Motor Induksi Jenis Dahlander Berbasis Smart Relay*” dapat terselesaikan

Laporan Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar ahli madya teknik listrik diploma tiga. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Yang terhormat .

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Dr. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri
3. Bapak Bambang Prio Hartono, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik D-III FTI
4. Bapak Ir. Taufik Hidayat, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan membimbing laporan evaluasi dan analisa
5. Kedua orang tua penulis yang penulis cintai dan hormati yang telah memberi dukungan baik moril maupun materil
6. Semua saudara-saudara yang telah memberi dukungan doa dan saran.
7. Teman-teman angkatan 2014, 2015 dan 2016 yang telah memberi dukungan untuk cepat menyelesaikan kuliah
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan laporan tugas akhir ini.

Malang, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 Manfaat | 2 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 2 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| 2.1 Motor <i>Dahlander</i> | 4 |
| 2.1.1 Aplikasi Motor <i>Dahlander</i> | 6 |
| 2.1.1.1 Pengaduk Cat..... | 6 |
| 2.2 Pengendalian Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa | 6 |
| 2.2.1 Pengaturan Jumlah Kutub | 7 |
| 2.2.2 Pengendalian Kecepatan Dengan Merubah Slip | 7 |
| 2.2.3 Pengendali <i>Inverter</i> | 8 |
| 2.3 Proteksi Motor | 9 |
| 2.4 Membalik Arah Putaran Motor | 9 |
| 2.5 <i>Zelio Smart Relay</i> | 10 |
| 2.6 Kontaktor Magnet..... | 13 |
| 2.6.1 Prinsip Kerja | 13 |
| 2.6.2 Karakteristik | 14 |
| 2.6.3 Keuntungan penggunaan kontaktor..... | 16 |

| | |
|--|----|
| 2.7 Tombol Tekan | 17 |
| 2.7.1 Prinsip Kerja Tombol Tekan | 18 |
| 2.8 Relay | 18 |
| 2.8.1 Logam <i>ferromagnetis</i> | 18 |
| 2.8.2 Aplikasi Rangkaian Pemicu Relay | 20 |
| 2.9 MCB..... | 20 |
| 2.9.1 Jenis-Jenis MCB | 21 |
| 2.9.2 Cara Kerja MCB | 22 |
| 2.10 TOR (<i>Thermal Overload Relay</i>)..... | 23 |
| 2.10.1 Fungsi <i>Overload Relay</i> | 23 |
| 2.11 <i>Fuse</i> | 24 |
| 2.12 Kabel Sebagai Penghantar Arus Listrik | 25 |
| 2.12.1 Pengertian Penghantar Kabel Dan Kawat Penghantar | 25 |
| 2.12.2 Jenis Kabel Listrik Dan Nomenklatur-Nya..... | 26 |
| 2.13 KHA | 29 |
| BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT | |
| 3.1 Analisa Dan Perancangan..... | 32 |
| 3.2 Perencanaan Konstruksi Alat | 32 |
| 3.3 Diagram Blok Sistem Pengendalian | 33 |
| 3.4 Flow Chart..... | 35 |
| 3.5 Langkah Langkah Perencanaan | 36 |
| 3.5.1 Perencanaan Perangkat Keras..... | 36 |
| 3.5.2 Perencanaan Perangkat Lunak..... | 36 |
| 3.6 Perancangan Rangkaian Pengendali Dan Proteksi Dari Rangkaian Konvensional Ke Rangkaian <i>Smart Relay</i> | 38 |
| 3.6.1 Pengendalian Motor <i>Dahlander</i> Kecepatan Rendah Arah Kanan | 38 |
| 3.6.2 Pengendalian Motor <i>Dahlander</i> Kecepatan Tinggi Arah Kanan | 39 |
| 3.6.3 Pengendalian Motor <i>Dahlander</i> Kecepatan Rendah 2 Arah Putar | 40 |
| 3.6.4 Pengendalian Motor <i>Dahlander</i> Kecepatan Tinggi 2 Arah Putar | 41 |
| 3.6.5 Pengendalian Motor <i>Dahlander</i> 2 Kecepatan 2 Arah Putar | 42 |
| 3.6.6 Perancangan Proteksi Tegangan Fasa Hilang Pada Rangkaian Kontrol Konvensional..... | 43 |

| | |
|---|----|
| 3.6.7 Perancangan Proteksi Tegangan Fasa Hilang Pada Rangkaian Kontrol <i>Smart Relay</i> | 44 |
| 3.6.8 Perancangan Rangkaian Utama Motor <i>Dahlander</i> 2 Kecepatan 2 Arah Putar | 45 |
| 3.6.9 Perancangan Pengendali Motor <i>Dahlander</i> Menggunakan <i>Smart Relay</i> | 46 |
| 3.7 Menentukan Penghantar | 46 |
| 3.7.1 Menentukan Jenis Kabel | 48 |
| 3.7.2 Menentukan Luas Penampang Rangkaian Daya Dan Rangkaian Rangkaian Kontrol | 49 |
| 3.8 Menentukan Pengaman Rangkaian Daya Dan Rangkaian Kontrol | 50 |
| 3.9 Menentukan Spesifikasi Kontaktor | 52 |
| BAB IV PENGUJIAN ALAT | |
| 4.1 Pengujian Dan Analisa Alat | 53 |
| 4.2 Pengujian Tegangan Input Zelio | 53 |
| 4.2.1 Tujuan | 53 |
| 4.2.2 Peralatan Yang Digunakan | 53 |
| 4.2.3 Rangkaian Pengujian | 53 |
| 4.2.4 Prosedur Pengujian | 53 |
| 4.3 Pengujian Input Tegangan Koil Kontaktor | 54 |
| 4.3.1 Tujuan | 54 |
| 4.3.2 Peralatan Yang Digunakan | 54 |
| 4.3.3 Rangkaian Pengujian | 55 |
| 4.3.4 Prosedur Pengujian | 55 |
| 4.4 Pengujian Input Tegangan Koil Relay 220 VAC Sebagai Proteksi Tegangan Fasa Hilang | 56 |
| 4.4.1 Tujuan | 56 |
| 4.4.2 Peralatan Yang Digunakan | 56 |
| 4.4.3 Rangkaian Pengujian | 56 |
| 4.4.4 Prosedur Pengujian | 56 |
| 4.5 Pengujian Program Zelio | 58 |
| 4.5.1 Tujuan | 58 |

| | |
|---|----|
| 4.5.2 Peralatan Yang Digunakan | 58 |
| 4.5.3 Prosedur Pengujian | 58 |
| 4.6 Pengujian pengendali motor <i>Dahlander</i> | 65 |
| 4.6.1 Tujuan | 65 |
| 4.6.2 Peralatan Yang Digunakan | 65 |
| 4.6.3 Prosedur Pengujian | 65 |
| 4.7 Pengukuran Kecepatan Motor <i>Dahlander</i> | 67 |
| 4.7.1 Tujuan | 67 |
| 4.7.2 Peralatan Yang Digunakan | 67 |
| 4.7.3. Prosedur Pengukuran | 67 |
| 4.8 Pengujian Proteksi Salah Satu Tegangan | |
| Fasa Hilang Pada Inputan <i>Zelio</i> | 70 |
| 4.8.1 Tujuan | 70 |
| 4.8.2 Peralatan Yang Digunakan | 70 |
| 4.8.3 Prosedur Pengujian | 70 |
| 4.8.4 Rangkaian Pengujian | 71 |
| 4.9 Pengujian Proteksi Salah Satu Tegangan | |
| Fasa Hilang Pada Saat Motor Bekerja | 72 |
| 4.9.1 Tujuan | 72 |
| 4.9.2 Peralatan Yang Digunakan | 72 |
| 4.9.3 Prosedur Pengujian | 72 |
| 4.9.4 Rangkaian Pengujian | 73 |
| 4.10 Spesifikasi Alat | 75 |
| BAB IV PENUTUP | |
| 5.1 Kesimpulan | 76 |
| 5.2 Saran | 76 |

| | |
|---|----|
| Kecepatan Dan Arah Putaran Motor <i>Dahlander</i> | 37 |
| Gambar 3.5 Rangkaian Motor <i>Dahlander</i> Kecepatan Rendah | 38 |
| Gambar 3.6 Rangkaian Motor <i>Dahlander</i> Kecepatan Tinggi | 39 |
| Gambar 3.7 Rangkaian Motor <i>Dahlander</i> Kecepatan Rendah 2 Arah Putar..... | 40 |
| Gambar 3.8 Rangkaian Motor <i>Dahlander</i> Kecepatan Tinggi 2 Arah Putar..... | 41 |
| Gambar 3.9 Rangkaian Motor <i>Dahlander</i> 2 Kecepatan 2 Arah Putar..... | 42 |
| Gambar 3.10 Rangkaian Proteksi Tegangan Fasa Hilang Untuk Rangkaian Kontrol Konvensional | 43 |
| Gambar 3.11 Rangkaian Proteksi Tegangan Fasa Hilang Untuk Rangkaian Kontrol <i>Smart Relay</i> | 44 |
| Gambar 3.12 Rangkaian Utama Motor <i>Dahlander</i> 2 Kecepatan 2 Arah Putar..... | 45 |
| Gambar 3.13 Rangkaian Pengendali Dan Proteksi Motor <i>Dahlander</i> Dengan Menggunakan <i>Smart Relay</i> | 46 |
| Gambar 4.1 Rangkaian Pengujian Tegangan Input tegangan <i>Zelio</i> | 53 |
| Gambar 4.2 Input <i>Zelio</i> Sebesar 225,0 VAC | 54 |
| Gambar 4.3 Rangkaian Pengujian Input Koil Kontaktor..... | 55 |
| Gambar 4.4 Pengujian Tegangan Input Koil Kontaktor Sebesar 221,2 VAC | 55 |
| Gambar 4.5 Pengujian Tegangan Input Relay Sebagai Pengaman Tegangan..... | 56 |
| Gambar 4.6 Pengujian Tegangan Input Relay Fasa R Sebesar 220,4 VAC | 57 |
| Gambar 4.7 Pengujian Tegangan Input Relay Fasa S Sebesar 227,9 VAC..... | 57 |
| Gambar 4.8 Pengujian Tegangan Input Relay Fasa T Sebesar 225,0 VAC | 57 |
| Gambar 4.9 Simulasi Pada <i>Zelio Soft</i> | 59 |
| Gambar 4.10 Simulasi Putaran Kanan Lambat Manual Diwakili Q1 | 59 |
| Gambar 4.11 Simulasi Putaran Kanan Cepat Manual Diwakili Q2 | 60 |
| Gambar 4.12 Simulasi Putaran Kiri Lambat Manual Diwakili Q3 | 60 |
| Gambar 4.13 Simulasi Putaran Kiri Cepat Manual Diwakili Q4..... | 61 |
| Gambar 4.14 Simulasi Putaran Lambat Arah Putaran Kanan Diwakili Q1 Selama 10 Detik | 62 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.15 Simulasi Putaran Cepat Arah Putaran Kanan Diwakili Q2 Selama 7 Detik..... | 62 |
| Gambar 4.16 Simulasi T3 Bekerja Menunda Waktu Selama 20 Detik | 63 |
| Gambar 4.17 Simulasi Putaran Lambat Arah Putaran Kiri Diwakili Q3 Selama 10 Detik | 63 |
| Gambar 4.18 Simulasi Putaran Cepat Arah Putaran Kiri Diwakili Q4 Selama 7 Detik | 64 |
| Gambar 4.19 Simulasi T6 (Seperti T3) Bekerja Menunda Waktu Untuk Mengembalikan Ke Posisi Awal Auto | 65 |
| Gambar 4.20 Output Q1 sebagai pengendali kontaktor putar Kanan lambat setelah I1 ditekan..... | 66 |
| Gambar 4.21 Output Q2 sebagai pengendali kontaktor putar Kanan cepat setelah I2 ditekan | 66 |
| Gambar 4.22 Output Q3 sebagai pengendali kontaktor putar Kiri lambat setelah I3 ditekan..... | 66 |
| Gambar 4.23 Output Q4 sebagai pengendali kontaktor putar Kiri cepat setelah I4 ditekan | 67 |
| Gambar 4.24 Pengukuran Kecepatan Motor <i>Dahlander</i> Putaran Lambat Arah Kanan (K1 Bekerja)..... | 68 |
| Gambar 4.25 Pengukuran Kecepatan Motor <i>Dahlander</i> Putaran Cepat Arah Kanan (K3 Bekerja)..... | 68 |
| Gambar 4.26 Pengukuran Kecepatan Motor <i>Dahlander</i> Putaran Lambat Arah Kiri (K2 Bekerja)..... | 69 |
| Gambar 4.27 Pengukuran Kecepatan Motor <i>Dahlander</i> putaran Cepat Arah Kiri (K4 Bekerja) | 69 |
| Gambar 4.28 Rangkaian Pengujian Proteksi Tegangan Fasa Hilang Pada Inputan <i>Zelio</i> | 71 |
| Gambar 4.29 Rangkaian Pengujian Proteksi Tegangan Fasa Hilang Pada Saat Motor Bekerja..... | 73 |
| Gambar 4.30 Hasil Perancangan Alat Pengendali Dan proteksi motor <i>dahlander</i> dengan <i>smart relay</i> | 75 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 jenis dan tipe zelio model <i>compact</i> | 11 |
| Tabel 2.2 jenis dan tipe zelio model <i>modular</i> | 11 |
| Tabel 2.3 KHA jenis NYA..... | 30 |
| Tabel 2.4 KHA jenis NYM | 30 |
| Tabel 2.5 KHA jenis NYY..... | 31 |
| Tabel 3.1 penggunaan port port yang digunakan <i>Zelio smart relay</i> tipe SR 2 B121FU..... | 37 |
| Tabel 3.2 contoh penghantar yang sering digunakan | 38 |
| Tabel 3.3 katalog kontaktor Tesys kategori AC3..... | 52 |
| Tabel 4.1 hasil pengujian tegangan input <i>zelio</i> | 54 |
| Tabel 4.2 hasil pengujian tegangan input kontaktor..... | 56 |
| Tabel 4.3 hasil pengujian tegangan input relay pengaman tegangan fasa R,S,T | 58 |
| Tabel 4.4 hasil pengujian pengendalian motor <i>dahlander</i> | 67 |
| Tabel 4.5 hasil pengukuran kecepatan motor <i>dahlander</i> | 70 |
| Tabel 4.6 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang Pada fasa R pada inputan <i>zelio</i> | 71 |
| Tabel 4.7 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang Pada fasa S pada inputan <i>zelio</i> | 71 |
| Tabel 4.8 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang Pada fasa T pada inputan <i>zelio</i> | 72 |
| Tabel 4.9 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang Pada fasa R saat motor bekerja | 73 |
| Tabel 4.10 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang Pada fasa S saat motor bekerja | 74 |
| Tabel 4.11 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang Pada fasa T saat motor bekerja | 74 |



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Proses produksi di Industri mesin atau peralatan menggunakan motor listrik sebagai penggerak. Jenis motor listrik di suatu industri yang banyak digunakan dalam suatu proses produksi adalah motor induksi dengan satu kecepatan namun tidak menutup kemungkinan ada beberapa mesin yang membutuhkan dua kecepatan diantaranya *Mesin crane*, mesin bubut, dan mesin pengaduk cat. Contoh kasusnya pada mesin pengaduk cat yang fungsinya memadukan bahan cat yang pada mulanya bahan mentah diproses menjadi bahan setengah jadi dan selanjutnya dijadikan bahan jadi dan proses produksinya dilakukan secara manual.

Pengendalian manual memiliki beberapa kelemahan yakni kurang efisien dikarenakan pada pengoperasiannya operator perlu membuang tenaga dalam setiap kali memindah kecepatan dan arah putaran motor dengan menekan tombol start atau tombol stop dan bisa menimbulkan salah pengoperasian (*human error*). Oleh karena itu dengan contoh kasus demikian penulis berkeinginan merancang sebuah sistem pengendalian pergantian kecepatan dan arah putaran dilengkapi dengan sistem proteksi pada motor *dahlander* yang diaplikasikan untuk mesin pengaduk cat dengan judul “ *Rancang Bangun Sistem Pengendalian Dan Proteksi Motor induksi Jenis Dahlander Berbasis Smart Relay* ” dikarenakan pada motor *dahlander* untuk merubah kecepatan motor dilakukan dengan merubah kutub kutubnya.

Smart relay sendiri memiliki beberapa kelebihan diantaranya mempermudah sistem pengkabelan, dapat dirubah cara kerjanya tanpa mengubah sistem pengkabelan serta mampu menggantikan kinerja dari beberapa relay dengan hanya menggunakan sebuah *smart relay*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana merancang dan membuat alat sistem pengendalian pada motor *dahlander*
- b. Bagaimana merancang dan membuat alat sistem proteksi pada pengendalian motor *dahlander*

1.3 Tujuan

Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat sistem kendali dilengkapi proteksi motor induksi jenis *dahlander* menggunakan *Zelio smart relay*

1.4 Batasan Masalah

Agar tugas akhir yang akan dibahas tidak meluas, maka tugas akhir dibatasi sebagai berikut :

- a. Penulis tidak membahas *rewinding* motor listrik
- b. Penulis tidak membahas tentang modifikasi motor induksi 1 kecepatan menjadi motor induksi jenis *dahlander*
- c. Hanya membahas sistem kendali motor *dahlander* berbasis *smart relay* SR 2B121 FU
- d. Sistem proteksi yang dibahas hanya proteksi salah satu tegangan 3 fasa hilang

1.5 Manfaat

- a. Mampu membuat alat dan mengetahui cara kerja dari sistem kendali pergantian kecepatan dan arah putaran pada motor *dahlander*
- b. Mampu membuat alat dan mengetahui cara kerja peralatan proteksi pada saat terjadi gangguan pada motor *dahlander*

1.6 Sistematika Penulisan

Setelah proses pembuatan dan pengujian alat pada Tugas Akhir ini, mulai dari studi literature, perencanaan, pembuatan , pengujian dan perbaikan serta hasil-hasil yang didapat, maka untuk pembahasan selengkapnya diwujudkan dalam bentuk buku laporan Tugas Akhir ini dengan sistematika penulisan disusun sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi Latar belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penulisan, Metode Penulisan dan Sistematika penulisan Tugas Akhir

BAB II : LANDASAN TEORI

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

BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Dalam bab ini berisi mengenai perencanaan dan pembuatan alat yang sesuai dengan judul Tugas Akhir serta identifikasi kebutuhan perancangan sistem yang menggambarkan mekanisme dari alat yang akan di buat.

BAB IV : ANALISA DAN PENGUJIAN ALAT

Bab ini berisi tentang analisa keseluruhan dan pengujian alat yang dibuat

BAB V : PENUTUP

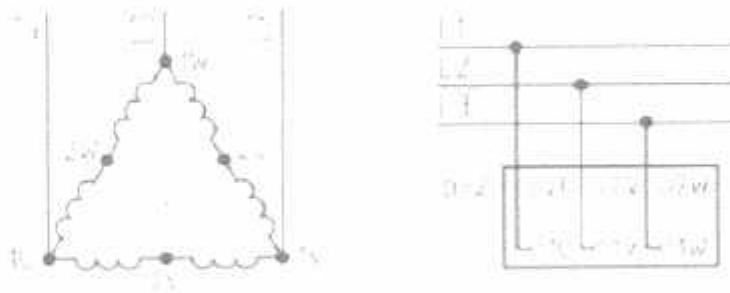
Merupakan bab terakhir yang berisikan kesimpulan dan saran



BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Motor Dahlander

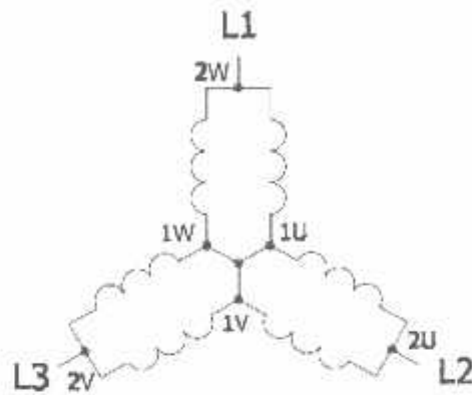
Motor *dahlander* adalah motor dengan 2 putaran atau lebih. Adanya 2 macam lilitan yang terpisah menyebabkan motor 3 fasa untuk 2 macam putaran mempunyai ukuran yang jauh lebih besar. Hal ini akan terlihat apabila dibandingkan dengan motor 3 fasa yang hanya mempunyai 1 putaran dengan daya yang sama. Pada motor *dahlander* kecepatan tinggi hubungan yang digunakan adalah hubungan bintang (Y). Hubungan ini akan menghasilkan pembentukan kutub yang lebih sedikit, sehingga akan diperoleh putaran motor yang lebih tinggi. Pada motor *dahlander* kecepatan rendah hubungan yang digunakan adalah hubungan Segitiga (delta). Dengan hubungan ini jumlah kutub yang dihasilkan lebih banyak, yang berarti putarannya akan lambat. Pada motor *dahlander* tiap kumparan memiliki dua ujung, atau masing-masing kumparan memiliki center tap. Jadi dengan mengubah sambungan pada center tap atau ujung kumparan maka jumlah kutubnya akan berubah sehingga kecepatan dapat diubah karena faktor pembagiannya berubah.



Gambar 2.1 Hubungan motor *dahlander* segitiga
Sumber : (<http://fahru rizal744.blogspot.com>)

Konfigurasi diatas adalah untuk sambungan motor kecepatan rendah ($P=2$, kecepatan 1450) dimana antar jala-jala terdapat 2 kumparan sehingga tahananannya lebih besar sehingga arus yang masuk menjadi berkurang sehingga kecepatan motor berkurang.

Untuk kecepatan tinggi konfigurasi sambungan dapat dibentuk menjadi bintang paralel

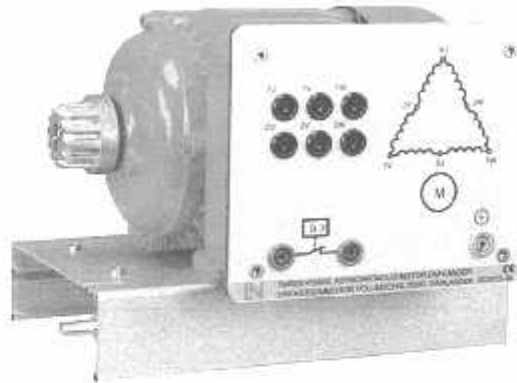


Gambar 2.2 Hubungan motor *dahlander* bintang paralel
 Sumber ;(<http://fahruirizal744.blogspot.com>)

Hubungan belitan Bintang Paralel, ber kutub dua Pada saat ($P=1$, kecepatan 2950 Rpm) bagian belitan motor terhubung secara paralel bintang dimana sumber daya L1 ke terminal 2U, L2 menuju terminal 2V dan L3 terhubung ke terminal 2W. Sementara ujung terminal 1U, 1V dan 1W dihubungkan singkatkan. Perhatikan tiap fasa terdapat dua belitan yang terhubung bintang paralel yang akan menghasilkan satu pasang kutub saja

2.1.1 Aplikasi Motor Dahlander

Dalam suatu proses produksi diperlukan beberapa proses pengolahan yang kesemuanya memerlukan mesin-mesin dan alat bantu. Pada kondisi tertentu ada beberapa mesin atau peralatan yang memang membutuhkan 2 kecepatan dalam pengoperasiannya seperti fungsi mengagkat, menurunkan beban dengan kecepatan tertentu atau kecepatan sebuah mesin pengaduk



Gambar 2.3 Bentuk Fisik Motor *Dahlander*
 Sumber : (<http://www.lucas-nuelle.com>)

2.1.1.1 Pengaduk Cat

Di dalam industri pembuatan dan pengolahan cat tembok diperlukan beberapa proses pengolahan bahan cat dimulai pencampuran cat hingga hingga pewarnaan yang yang semuanya memerlukan mesin dan alat bantu sebuah motor listrik. Mesin alat pengaduk cat tembok digunakan Proses pencampuran bahan-bahan dasar sehingga menjadi bahan setengah jadi untuk selanjutnya diproses menjadi bahan jadi.

Sebelum menjadi cat siap pakai bahan cat berupa air dimasukan ke dalam alat pengaduk terlebih dahulu kemudian masukan bubuk kalsium dicampurkan dengan lem kemudia dimasukkan ke dalam bak pengaduk pengaduk sampai mencapai mencapai batas maksimum pada awal kerja alat pengaduk dioperasikan perlahan sekitar 1000-2000 rpm karena pada saat ini bahan masih berbentuk serbuk atau bubuk dan air dengan kekentalan yang cukup tinggi. Proses ini memerlukan waktu Selama 10 menit atau sampai bahan cat bercampur menjadi lebih encer.. setelah 10 menit kecepatan putar alat pengaduk dirubah menjadi 2000-3000 rpm , proses ini memerlukan waktu selama 7 menit

2.2 Pengendalian kecepatan Motor Induksi Tiga Fasas

Motor induksi fasa tiga, khususnya motor induksi rotor sangkar tupai merupakan salah satu jenis motor yang paling banyak digunakan di industri.

Kelebihan dari motor ini, di antaranya adalah konstruksinya yang sederhana dan kuat serta memerlukan sangat sedikit pemeliharaan sebagai mana pada motor DC.

Berbeda dengan motor DC yang kecepatannya dapat dikendalikan dengan mudah (yaitu melalui pengaturan tegangan armatur dan pengaturan arus eksitasinya), pengaturan kecepatan motor induksi fasa tiga memerlukan penanganan yang jauh lebih kompleks dan ini merupakan salah satu kelemahan dari motor induksi. Motor DC mempunyai dua sumber, yaitu tegangan armatur dan arus eksitasi, sedangkan motor induksi hanya mempunyai satu sumber, yaitu sumber tegangan stator. Kecepatan motor induksi ditentukan oleh frekuensi tegangan masukan dan jumlah kutub motor seperti yang dijelaskan dengan rumus $N = 120 f/P$

formula di atas dapat dikatakan bahwa kecepatan putaran motor induksi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengubahan jumlah kutub dan pengubahan frekuensi tegangan masukan ke stator motor. Karena jumlah kutub ditentukan oleh belitan statornya, maka pengubahan kutub ini hanya bisa dilakukan melalui desain belitan stator motor,

2.2.1 Pengaturan Jumlah Kutub

Pengaturan kutub banyak digunakan pada beban-beban yang dalam operasinya memerlukan beberapa kecepatan yang berbeda, misalnya kecepatan rendah dan kecepatan tinggi. Sedangkan pengaturan frekuensi pada motor induksi banyak diterapkan untuk beban-beban yang memerlukan pengaturan kecepatan dari nol sampai dengan maksimal seperti yang diterapkan di bidang transportasi seperti kereta listrik.

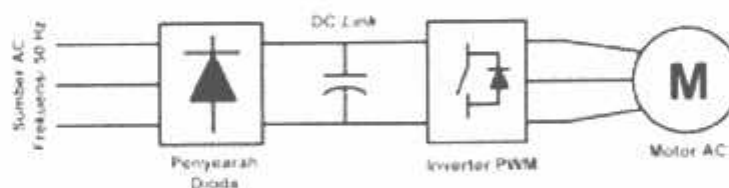
2.2.2 Pengendalian kecepatan dengan merubah slip

Kecepatan motor induksi yang beroperasi dengan tegangan dan frequency konstan, pada dasarnya adalah konstan. Motor umumnya berputar dengan slip sekitar 2-5% dari kecepatansinkron. Bila motor mendapatkan daya dari sistem tenaga, maka frequencynya konstan, dan slip ditentukan oleh torsi beban, dan kecepatan dapat diatur dengan mengatur tegangan. Walaupun kontrol ini dapat mmenghasilkan range kecepatan Yang besar, namun kerugian daya dapat ditimbulkan tahanan sangat besar sehingga efisiensi menjadi rendah,khususnya pada kecepatan yang rendah. Hal ini terjadi karena pada suatu harga slip tertentu

arus motor berbanding dengan arus secara kuadratis. Karena itu pada kecepatan rendah dibutuhkan arus yang besar untuk mendapatkan torsi yang besar. Karena itu metoda pengontrolan kecepatan dengan perubahan tegangan hanya cocok digunakan bilamana dibutuhkan kebutuhan torsi yang lebih kecil bila kecepatan bertambah besar, misalnya dalam penggerakan fan atau pompa yang mempunyai karakteristik agak kwadratis, tetapi efisiensinya rendah, dan umumnya daya motor berkurang pada kecepatan rendah untuk menghindari pemanasan yang berlebihan karena berkurangnya ventilasi. Metoda pengontrolan kecepatan ini disebut sebagai *kontrol slip*.

2.2.3 Pengendali inverter

Inverter adalah salah satu komponen penting catu daya yang berfungsi mengubah sumber tegangan masukan DC ke bentuk sumber tegangan keluaran AC. Secara definisi, rangkaian *inverter* ideal adalah *inverter* yang tidak menghasilkan riak di sisi masukannya dan menghasilkan sinyal sinusoidal murni di sisi keluarannya, baik yang terkontrol arus/tegangan, terkontrol frekuensi, ataupun terkontrol kedua-duanya. Secara umum rangkaian *inverter* biasanya digunakan dalam aplikasi pengendali kecepatan motor AC, *variable-frequency drives*, UPS/catu-daya AC, pemanas induksi/*microwave*, *Static VAR Generator*, *FACTS (Flexible AC Transmission System)*, transmisi daya *HVDC*, ataupun digunakan sebagai rangkaian *rectifier-inverter*.



Gambar 2.4: Rangkaian Pengendali Kecepatan Motor Induksi dengan inverter
 Sumber: (<https://indone5ia.wordpress.com>)

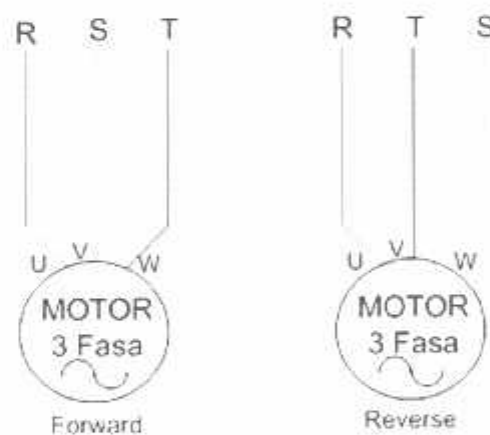
2.3 Proteksi Motor

Proteksi sebuah motor dapat terdiri dari berbagai tipe, bentuk, desain dan dengan berbagai kombinasi, maupun dalam bentuk paket. Masing-masing memiliki fitur yang berbeda. Tujuan dasar dan utama dari suatu sistem proteksi motor adalah untuk menjaga motor agar mampu beroperasi di atas kondisi normal tetapi tidak melebihi batasan mekanis dan termis pada waktu beban lebih dan pada waktu motor beroperasi tidak normal serta memiliki sensitivitas pada saat gangguan. Hal ini dapat dicapai dengan cara berikut:

Rele arus lebih tanpa arah seketika dapat dipergunakan untuk proteksi motor induksi. Gangguan yang terjadi umumnya akan menghasilkan arus gangguan yang lebih besar dari arus pengasutan motor rotor terkunci, kecuali untuk gangguan antar belitan. Arus gangguan dapat mengalir diantara belitan, namun sayangnya hanya sedikit bukti yang dapat dirasakan pada terminal rotor sampai gangguan tersebut berubah menjadi gangguan antar fasa

2.4 Membalik Arah Putaran Motor 3 Fasa

Untuk membalik arah putaran motor induksi 3 fasa adalah dengan membalik salah satu polaritas tegangan yang masuk ke motor. coba perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 Membalik Arah Putaran Motor 3 Fasa

Sumber: (<http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id>)

Pada gambar diatas terlihat kalau motor akan berputar ke kanan (*forward*) jika terminal belitan/*winding* motor menerima tegangan RST dengan R terhubung dengan U, S terhubung dengan V dan T terhubung dengan W. Dan motor akan

berputar ke arah sebaliknya (*reverse*) jika terminal *winding* motor menerima tegangan RST dengan R terhubung dengan U, S terhubung dengan W dan T terhubung dengan V. Dengan kata lain tegangan RST dibalik menjadi RTS. Membalik dengan polaritas yang lain juga bisa, seperti R dengan S, atau R dengan T. Untuk mengubah atau membalik polaritas tegangan RST itu biasanya digunakan rangkaian pengendali mekanik dan magnetik yaitu rangkaian kontaktor

2.5 *Zelio Smart Relay*

Smart relay menggantikan logika dan pengerjaan sirkuit kontrol relay yang merupakan instalasi langsung pada aplikasi sistem otomasi sederhana. Dengan *smart relay* rangkaian kontrol cukup dibuat secara *software*.

Keunggulan menggunakan *Smart Relay* adalah:

1. Sangat mudah untuk diimplementasikan dan waktu implementasi proyek lebih cepat.
2. Bersifat fleksibel dan sangat handal.
3. Mudah dalam modifikasi (dengan *software*).
4. Lebih ekonomis daripada PLC untuk aplikasi yang sederhana.
5. Memerlukan waktu training lebih pendek.



Gambar 2.6 *Zelio Smart Relay*
 Sumber: (<http://www.kajianpustaka.com>)

Zelio adalah *Smart Relay* yang dibuat oleh *Schneider Telemecanique*. Tersedia dalam 2 model : *Model Compact* dan *Model Modular*. Jika diperlukan dapat ditambahkan modul I/O tambahan (*expansion I/O modules*), baik I/O diskrit maupun I/O analog. Beberapa pilihan lain juga dapat ditambahkan (Modul komunikasi *MODBUS* dan *Memory*).

Keunggulan menggunakan *Zelio Smart Relay* adalah:

1. Tersedianya modul komunikasi *MODBUS* sehingga *Zelio* dapat menjadi slave PLC dalam suatu jaringan PLC.
2. Terdapat fasilitas *Fast Counter* (hingga 1KHz).
3. Dapat diprogram dengan menggunakan *Ladder* dan *FBD*.
4. Terdapat 16 buah Timer (11 macam), 16 buah *Counter*, 8 Buah blok fungsi *Clock* (setiap blok fungsi memiliki 4 kanal), *automatic summer/winter time switching*.
5. Dapat ditambahkan 1 modul I/O tambahan.

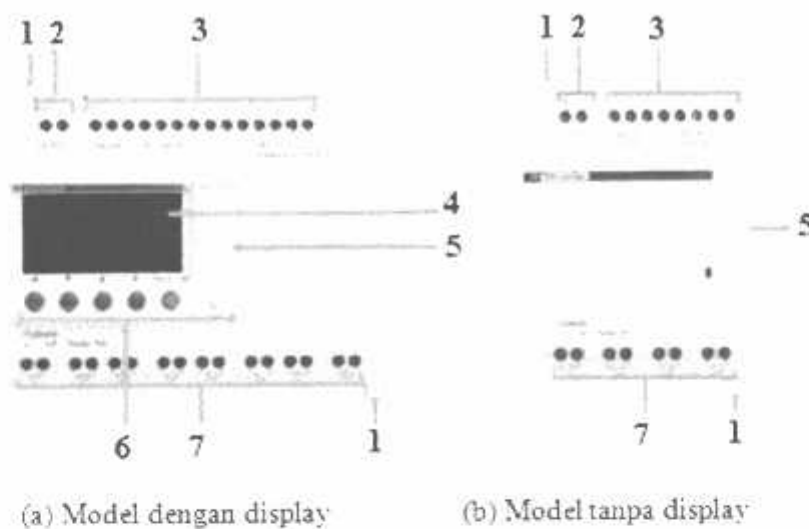
Tabel 2.1 Jenis dan tipe *zelio* model compact

| Power Supply | Jumlah I/O | Input Diskrit | Input Analog 0 - 10 V | Output Diskrit | Clock | Reference |
|--------------|------------|---------------|-----------------------|----------------|-------|-----------|
| 12 VDC | 12 | 8 | (4) | 4 - Relay | Yes | SR2B121JD |
| | 20 | 12 | (6) | 8 - Relay | Yes | SR2B201JD |
| 24 VDC | 10 | 6 | - | 4 - Relay | No | SR2A101BD |
| | 12 | 8 | (4) | 4 - Relay | Yes | SR2B121BD |
| | 12 | 8 | (4) | 4 - Transistor | Yes | SR2B122BD |
| | 20 | 12 | (2) | 8 - Relay | No | SR2A201BD |
| | 20 | 12 | (6) | 8 - Relay | Yes | SR2B201BD |
| | 20 | 12 | (6) | 8 - Transistor | Yes | SR2B202BD |
| 24 VAC | 12 | 8 | - | 4 - Relay | Yes | SR2B121B |
| | 20 | 12 | - | 8 - Relay | Yes | SR2B201B |
| 100-240 VAC | 10 | 6 | - | 4 - Relay | No | SR2A101FU |
| | 12 | 8 | - | 4 - Relay | Yes | SR2B121FU |
| | 20 | 12 | - | 8 - Relay | No | SR2A201FU |
| | 20 | 12 | - | 8 - Relay | Yes | SR2B201FU |

Tabel 2.2 Jenis Dan Tipe *Zelio* Model modular

| Power Supply | Jumlah I/O | Input Diskrit | Input Analog 0 - 10 V | Output Diskrit | Clock | Reference |
|---------------|------------|---------------|-----------------------|-----------------|-------|-----------|
| 24 VDC | 10 | 6 | (4) | 4 - Relay | Yes | SR3B101BD |
| | 10 | 6 | (4) | 4 - Transistor | Yes | SR3B102BD |
| | 26 | 16 | (6) | 10 - Relay | Yes | SR3B261BD |
| | 26 | 16 | (6) | 10 - Transistor | Yes | SR3B262BD |
| 24 VAC | 10 | 6 | - | 4 - Relay | Yes | SR3B101B |
| | 26 | 16 | - | 10 - Relay | Yes | SR3B261B |
| 100 - 240 VAC | 10 | 6 | - | 4 - Relay | Yes | SR3B101FU |
| | 26 | 16 | - | 10 - Relay | Yes | SR3B261FU |

Pengantarmukaan Zelio Smart Relay dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.7 Antarmuka Zelio Smart Relay

Sumber: (<http://www.kajianpustaka.com>)

Keterangan :

1. Dua lubang dudukan pengikat.
2. Dua terminal power suplay.
3. Koneksi terminal input.
4. Layar display LCD untuk mengontrol dan memonitor.
5. Slot untuk koneksi interface ke PC.
6. Enam tombol untuk memrogram dan memasukan parameter.
7. Koneksi terminal output.

Zelio Smart Relay memiliki dua jenis input, yaitu input *discrete* (input digital: On/Off) dan input analog (0-10 VDC). Untuk *Zelio Smart Relay* yang sumber teganganya DC (tipe SR* B**JD atau SR* B**BD) biasanya memiliki kedua jenis input ini (input *discrete* dan input analog) kecuali pada tipe SR* A**BD yang hanya memiliki input *discrete* saja. Sedangkan pada *Zelio Smart Relay* yang sumber teganganya AC (tipe SR* ***B atau SR****FU) semuanya hanya memiliki satu jenis input saja yaitu input *discrete*.

Pemrograman pada *Zelio Smart Relay* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pertama menggunakan *programming console* (disediakan layar dan tombol

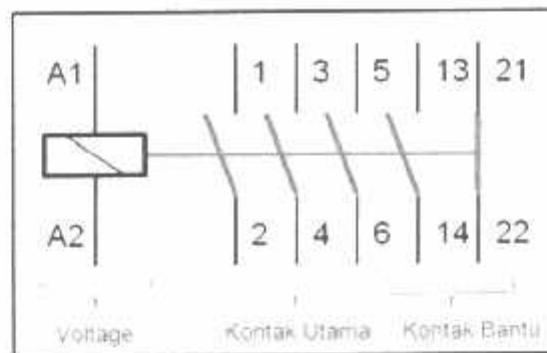
program yang terintegrasi pada perangkat zelio) dan yang kedua menggunakan bantuan PC (*personal computer*)

2.6 Kontaktor Magnet

Magnetic Contactor (*MC*) adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai penghubung/kontak dengan kapasitas yang besar dengan menggunakan daya minimal. Dapat dibayangkan *MC* adalah relay dengan kapasitas yang besar. Umumnya *MC* terdiri dari 3 pole kontak utama dan kontak bantu (*aux. contact*). Untuk menghubungkan kontak utama hanya dengan cara memberikan tegangan pada koil *MC* sesuai spesifikasinya. Komponen utama sebuah *MC* adalah koil dan kontak utama. Koil dipergunakan untuk menghasilkan medan magnet yang akan menarik kontak utama sehingga terhubung pada masing masing *pole*. *Magnetic Contactor* atau Kontaktor *AC*, perangkat pengendalian otomatis, sangat cocok untuk menggunakan di sirkuit sampai tegangan maksimal 690v 50Hz atau 60Hz dan arus sampai 780A dari 6A dalam penggunaannya kontaktor dengan struktur lebih simple / kompak, ukuran kecil dan ringan, secara luas diaplikasikan dalam rangkaian pengendalian, terutama mengendalikan motor atau perangkat listrik lainnya. Untuk aplikasi yang lebih, *MC* mempunyai beberapa *accessories*. Dan yang paling banyak dipergunakan adalah kontak bantu. Jika kontak bantu yang telah tersedia kurang bisa dilakukan penambahan di samping atau depan. *Pneumatic Timer* juga sering dipakai dalam wiring sebuah *system*, misalnya pada *Star Delta Starter*.

2.6.1 Prinsip Kerja

Sebuah kontaktor terdiri dari koil, beberapa kontak *Normally Open* (*NO*) dan beberapa *Normally Close* (*NC*). Pada saat satu kontaktor normal, *NO* akan membuka dan pada saat kontaktor bekerja, *NO* akan menutup. Sedangkan kontak *NC* sebaliknya yaitu ketika dalam keadaan normal kontak *NC* akan menutup dan dalam keadaan bekerja kontak *NC* akan membuka. Koil adalah lilitan yang apabila diberi tegangan akan terjadi magnetisasi dan menarik kontak-kontaknya sehingga terjadi perubahan atau bekerja. Kontaktor yang dioperasikan secara elektromagnetis adalah salah satu mekanisme yang paling bermanfaat yang pernah dirancang untuk penutupan dan pembukaan rangkaian listrik maka gambar prinsip kerja kontaktor magnet dapat dilihat pada gambar berikut :

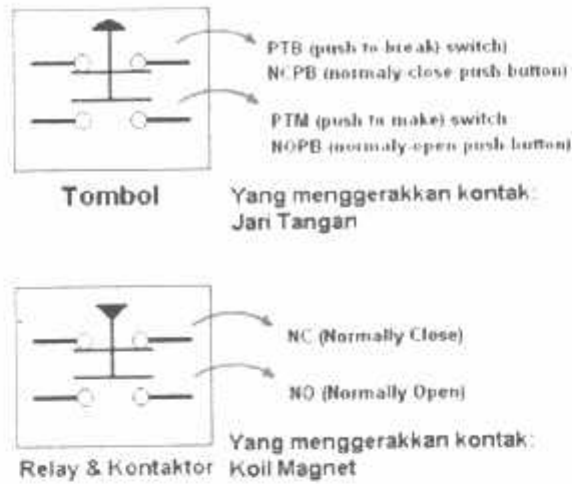


Gambar.2.8 Simbol-simbol kontaktor magnet
 Sumber: (<https://listrikpemakaian.wordpress.com>)

Kontaktor termasuk jenis saklar motor yang digerakkan oleh magnet seperti yang telah dijelaskan di atas. Bila pada jepitan a dan b kumparan magnet diberi tegangan, maka magnet akan menarik jangkar sehingga kontak-kontak bergerak yang berhubungan dengan jangkar tersebut ikut tertarik. Tegangan yang harus dipasangkan dapat tegangan bolak balik (AC) maupun tegangan searah (DC), tergantung dari bagaimana magnet tersebut dirancangkan. Untuk beberapa keperluan digunakan juga kumparan arus (bukan tegangan), akan tetapi dari segi produksi lebih disukai kumparan tegangan karena besarnya tegangan umumnya sudah dinormalisasi dan tidak tergantung dari keperluan alat pemakai tertentu.

2.6.2 Karakteristik

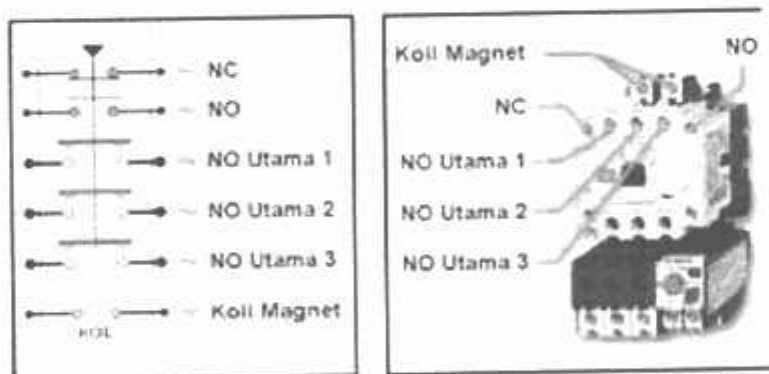
Spesifikasi kontaktor magnet yang harus diperhatikan adalah kemampuan daya kontaktor ditulis dalam ukuran Watt / KW, yang disesuaikan dengan beban yang dipikul, kemampuan menghantarkan arus dari kontak – kontaknya, ditulis dalam satuan ampere, kemampuan tegangan dari kumparan magnet, apakah untuk tegangan 127 Volt atau 220 Volt, begitupun frekuensinya, kemampuan melindungi terhadap tegangan rendah, misalnya ditulis $\pm 20\%$ dari tegangan kerja. Dengan demikian dari segi keamanan dan kepraktisan, penggunaan kontaktor magnet jauh lebih baik dari pada saklar biasa.



Gambar 2.9 Cara Kerja Kontak

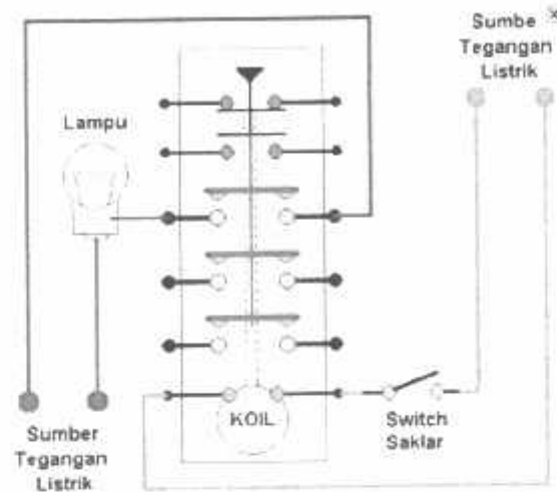
Sumber: (<https://listrikpemakaian.wordpress.com>)

Relay dianalogikan sebagai pemutus dan penghubung seperti halnya fungsi pada tombol (*Push Button*) dan saklar (*Switch*), yang hanya bekerja pada arus kecil 1A s/d 5A. Sedangkan Kontaktor dapat di analogikan juga sebagai sebagai Breaker untuk sirkuit pemutus dan penghubung tenaga listrik pada beban. Karena pada Kontaktor, selain terdapat kontak NO dan NC juga terdapat 3 buah kontak NO utama yang dapat menghubungkan arus listrik sesuai ukuran yang telah ditetapkan pada kontaktor tersebut. Misalnya 10A, 15A, 20A, 30A, 50Amper dan seterusnya. Seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.10 : Gambar Kontak MC

Sumber: (<https://listrikpemakaian.wordpress.com>)



Gambar 2.11 Cara Kerja MC

Sumber: (<https://listrikpemakaian.wordpress.com>)

2.6.3 Keuntungan penggunaan kontaktor

Keuntungan penggunaan kontaktor magnetis sebagai pengganti peralatan kontrol yang dioperasikan secara manual meliputi hal :

Pada penanganan arus besar atau tegangan tinggi, sulit untuk membangun alat manual yang cocok. Lebih dari itu, alat seperti itu besar dan sulit mengoperasikannya. Sebaliknya, akan relatif sederhana untuk membangun kontaktor magnetis yang akan menangani arus yang besar atau tegangan yang tinggi, dan alat manual harus mengontrol hanya kumparan dari kontaktor. Kontaktor memungkinkan operasi majemuk dilaksanakan dari satu operator (satu lokasi) dan diinterlocked untuk mencegah kesalahan dan bahaya operasi. Pengoperasian yang harus diulang beberapa kali dalam satu jam, dapat digunakan kontaktor untuk menghemat

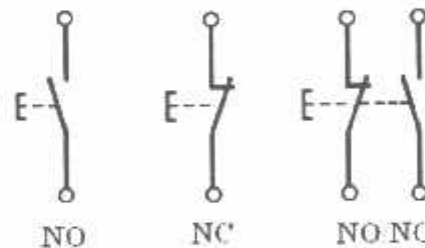
2.7 Tombol Tekan

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



Gambar 2.12 Bentuk fisik tombol tekan
 Sumber: (<http://www.kajianpustaka.com>)

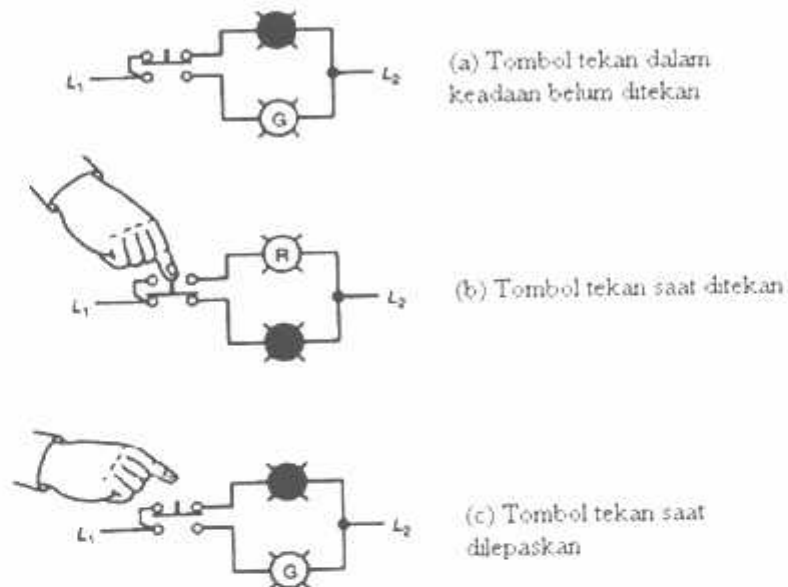
Ada juga tombol tekan yang memiliki fungsi ganda, yakni sudah dilengkapi oleh dua jenis kontak, baik NO maupun NC. Jadi tombol tekan tersebut dapat difungsikan sebagai NO, NC atau keduanya. Ketika tombol ditekan, terdapat kontak yang terputus (NC) dan ada juga kontak yang terhubung (NO).



Gambar 2.13 Simbol Tombol Tekan
 Sumber: (<http://www.kajianpustaka.com>)

2.7.1 Prinsip Kerja Tombol Tekan

Ilustrasi prinsip kerja tombol tekan dapat dilihat pada gambar di atas. Pada gambar (a) tersebut diperlihatkan posisi tombol dalam keadaan belum di sentuh. Gambar (b) menunjukkan tombol tekan sedang ditekan dan gambar (c) saat tekanan pada tombol telah dilepaskan. Perbedaan fungsi masing-masing kontak dilihat dari hidup dan matinya lampu (lampu R dan G) secara bergantian. Dalam prakteknya tombol tekan difungsikan sebagai tombol untuk menjalankan rangkaian kontrol (*START*) dan mematikan rangkaian kontrol (*STOP*).



Gambar 2.14 Prinsip kerja tombol tekan
 Sumber: (<http://www.kajianpustaka.com>)

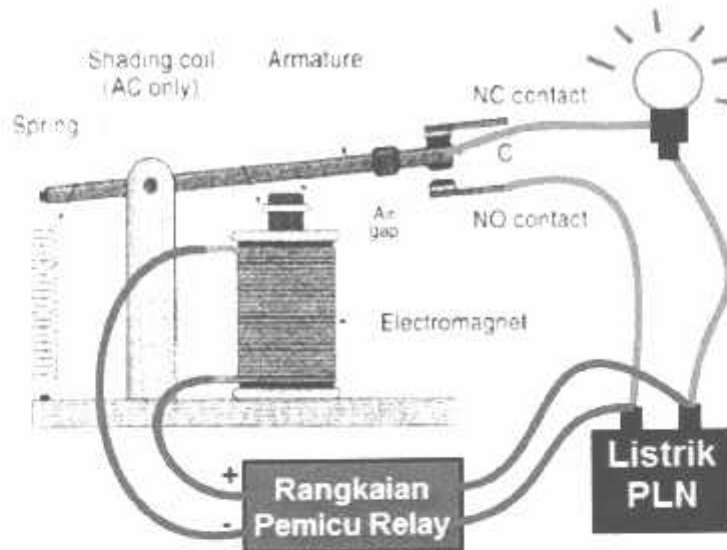
2.8 Relay

adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka di sekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam *ferromagnetis*.

2.8.1 Logam *ferromagnetis*

Logam *ferromagnetis* adalah logam yang mudah terinduksi medan elektromagnetis. Ketika ada induksi magnet dari lilitan yang membelit logam, logam tersebut menjadi "magnet buatan" yang sifatnya sementara. Cara ini kerap digunakan untuk membuat magnet non permanen. Sifat kemagnetan pada logam

ferromagnetis akan tetap ada selama pada kumparan yang melilitinya teraliri arus listrik. Sebaliknya, sifat kemagnetannya akan hilang jika suplai arus listrik ke lilitan diputuskan.



Gambar 2.15 Rangkaian Dasar Relay
Sumber: (<http://www.elangsakti.com>)

Berikut ini penjelasan dari gambar di atas:

a. *Amarture*

merupakan tuas logam yang bisa naik turun. Tuas akan turun jika tertarik oleh magnet ferromagnetik (elektromagnetik) dan akan kembali naik jika sifat kemagnetan ferromagnetik sudah hilang.

b. *Spring*

pegas (atau per) berfungsi sebagai penarik tuas. Ketika sifat kemagnetan ferromagnetik hilang, maka spring berfungsi untuk menarik tuas ke atas.

c. *Shading Coil*,

ini untuk pengaman arus AC dari listrik PLN yang tersambung dari C (Contact).

d. *NC Contact*

NC singkatan dari *Normally Close*. Kontak yang secara default terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi OFF.

e. *NO Contact*,

NO singkatan dari *Normally Open*.

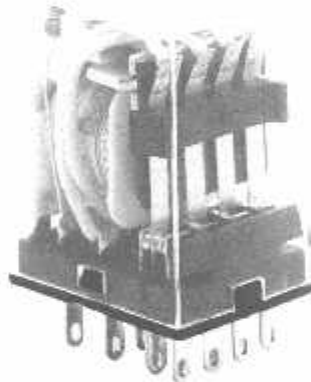
Kontak yang akan terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi ON.

f. Electromagnet,

kabel lilitan yang membelit logam ferromagnetik. Berfungsi sebagai magnet buatan yang sifatnya sementara. Menjadi logam magnet ketika lilitan dialiri arus listrik, dan menjadi logam biasa ketika arus listrik diputus.

2.8.2 Aplikasi Rangkaian Pemicu Relay

ini adalah rangkaian / alat yang akan memicu relay untuk menjadi ON ketika sesuai situasi / kondisi tertentu. Rangkaian pemicu ini biasanya memiliki sensor atau rangkaian timer (memanfaatkan 'time delay'). Rangkaian yang menggunakan sensor misalnya sensor suhu, sensor air, sensor cahaya, sensor arus, dll. Sedangkan rangkaian timer misalnya timer pada mesin cuci, timer tv, dll



Gambar 2.16 Bentuk Fisik Relay
Sumber: (<https://id.aliexpress.com>)

2.9 MCB

MCB atau pemutus tenaga berfungsi untuk memutuskan suatu rangkaian apabila ada arus yang mengalir dalam rangkaian atau beban listrik yang melebihi kemampuan. Misalnya adanya korsleting dan lainnya. Pemutus tenaga ini ada yang untuk satu phase dan ada yang untuk 3 phase. Untuk 3 phase terdiri dari tiga buah pemutus tenaga 1 phase yang disusun menjadi satu kesatuan. Pemutus tenaga mempunyai 2 posisi, saat menghubungkan maka antara terminal masukan dan terminal keluaran MCB akan kontak.

MCB bekerja dengan cara pemutusan hubungan yang disebabkan oleh aliran listrik lebih dengan menggunakan electromagnet/bimetal. cara kerja dari MCB ini adalah memanfaatkan pemuaian dari bimetal yang panas akibat arus yang mengalir untuk memutuskan arus listrik. Kapasitas MCB menggunakan satuan Ampere (A), Kapasitas MCB mulai dari 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A dll. MCB yang digunakan harus memiliki logo SNI pada MCB tersebut. Cara mengetahui daya maximum dari MCB adalah dengan mengalikan kapasitas dari MCB tersebut dengan 220v (tegangan umum di Indonesia).

contoh

Untuk MCB 6A mempunyai kapasitas menahan daya listrik sebesar :
 $6A \times 220v = 1.200 \text{ Watt}$

Beberapa kegunaan MCB :

1. Membatasi Penggunaan Listrik
2. Mematikan listrik apabila terjadi hubungan singkat (Korslet)
3. Mengamankan Instalasi Listrik
4. Membagi rumah menjadi beberapa bagian listrik, sehingga lebih mudah untuk mendeteksi kerusakan instalasi listrik

2.9.1 Jenis-Jenis MCB

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

a. Otomat-L (Untuk Hantaran)

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

b. Otomat-H (Untuk Instalasi Rumah)

Secara termis jenis ini sama dengan Otomat-L. Tetapi pengaman Elektromagnetiknya memutuskan dalam waktu 0,2 sekon, jika arusnya sama dengan $2,5 I_n-3 I_n$ 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. Sehingga jika terjadi gangguan tanah, bagian-bagian yang terbuat dari logam tidak akan lama bertegangan.

c. Otomat-G

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

2.9.2 Cara kerja MCB

a. *Thermis*

Prinsip kerjanya berdasarkan pada pemuaian atau pemutusan dua jenis logam yang koefisien jenisnya berbeda. Kedua jenis logam tersebut dilas jadi satu keping (bimetal) dan dihubungkan dengan kawat arus. Jika arus yang melalui bimetal tersebut melebihi arus nominal yang diperkenankan maka bimetal tersebut akan melengkung dan memutuskan aliran listrik.

b. Magnetik

Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan arus hubung singkat yang cukup besar untuk menarik sakelar mekanik dengan prinsip induksi elektromagnetis. Semakin besar arus hubung singkat, maka semakin besar gaya yang menggerakkan sakelar tersebut sehingga lebih cepat memutuskan rangkaian listrik dan gagang operasi akan kembali ke posisi off. Busur api yang terjadi masuk ke dalam ruangan yang berbentuk pelat-pelat, tempat busur api dipisahkan, didinginkan dan dipadamkan dengan cepat.



Gambar 2.17 Bentuk Fisik MCB
 Sumber: (<http://4.bp.blogspot.com>)

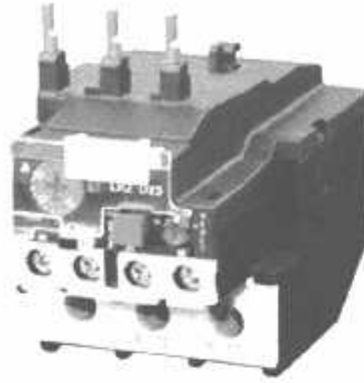
2.10 TOR (*Thermal Overload Relay*)

Overload relay yang berdasarkan pemutus bimetal akan bekerja sesuai dengan arus yang mengalir, semakin tinggi kenaikan temperatur yang menyebabkan terjadinya pembengkokan, maka akan terjadi pemutusan arus, sehingga motor akan berhenti. Jenis pemutus bimetal ada jenis satu fasa dan ada jenis tiga fasa, tiap fasa terdiri atas bimetal yang terpisah tetapi saling terhubung, berguna untuk memutuskan semua fasa apabila terjadi kelebihan beban. Pemutus bimetal satu fasa biasa digunakan untuk pengamanan beban lebih pada motor berdaya kecil.

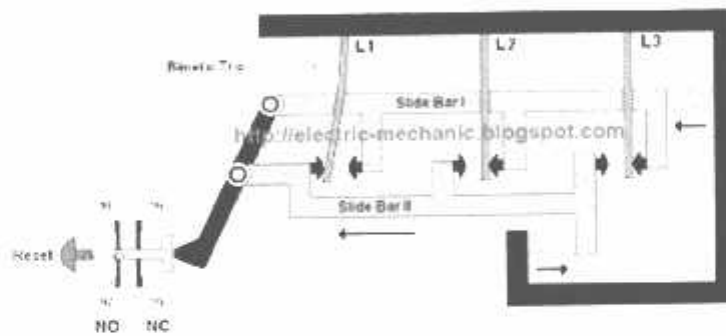
Mekanisme kerja *Over load relay*: apabila *resistance wire* dilewati arus lebih besar dari nominalnya, maka bimetal trip, bagian bawah akan melengkung ke kiri dan membawa slide ke kiri, gesekan ini akan membawa lengan kontak pada bagian bawah terdorong ke kiri dan kontak NC (95-96) akan lepas, dan membuat kontak NO (97-98) akan terhubung.

2.10.1 Fungsi *Overload relay*

Fungsi dari *Overload relays* adalah untuk proteksi motor listrik dari beban lebih. Seperti halnya sekering (fuse) pengamanan beban lebih ada yang bekerja cepat dan ada yang lambat. Sebab waktu motor start arus dapat mencapai 6 kali nominal, sehingga apabila digunakan pengamanan yang bekerja cepat, maka pengamannya akan putus setiap motor dijalankan.



Gambar 2.18 Bentuk Fisik Overload relay
 Sumber: (<http://electric-mechanic.blogspot.co.id>)



Gambar 2.19 kegagalan 1 phasa akibat arus lebih dari arus nominal pada Thermal Overload Relay

Sumber: (<http://electric-mechanic.blogspot.co.id>)

Selama bimetal trip itu masih panas, maka dibagian bawah akan tetap terbawa ke kiri, sehingga kontak – kontaknya belum dapat dikembalikan ke kondisi semula walaupun reset buttonnya ditekan, apabila bimetal sudah dingin barulah kontaknya dapat kembali lurus dan kontaknya baru dapat di hubungkan kembali dengan menekan reset button.

2.11 Fuse (Sekering)

Fuse atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Sekering adalah komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam Rangkaian Elektronika maupun perangkat listrik. Fuse (Sekering) pada dasarnya terdiri dari sebuah kawat halus pendek yang akan meleleh dan terputus jika dialiri oleh Arus Listrik yang berlebihan ataupun terjadinya hubungan arus pendek (*short circuit*) dalam sebuah

peralatan listrik / Elektronika. Dengan putusnya Fuse (sekering) tersebut, Arus listrik yang berlebihan tersebut tidak dapat masuk ke dalam Rangkaian Elektronika sehingga tidak merusak komponen-komponen yang terdapat dalam rangkaian Elektronika yang bersangkutan.

Karena fungsinya mampu mengamankan peralatan listrik ataupun elektronika dari kerusakan maka fuse disebut juga pengaman



2.20 Gambar fuse

Sumber: (teknikelektronika.com)

2.12 Kabel Listrik sebagai penghantar Arus Listrik

Dalam sistem instalasi listrik rumah, kabel listrik adalah salah satu komponen vital yang berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari sumber listrik PLN menuju peralatan listrik..

2.12.1 Pengertian penghantar, kabel dan kawat penghantar

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. 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

2.12.2 Jenis kabel listrik yang umum dipakai dan *nomenklatur*-nya

Ada 3 jenis kabel listrik yang paling umum digunakan yaitu kabel jenis NYA, NYM dan NYY.

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

a. Kabel NYA

Merupakan kabel berisolasi PVC dan berinti kawat tunggal. Warna isolasinya ada beberapa macam yaitu merah, kuning, biru dan hitam. Jenisnya adalah kabel udara (tidak untuk ditanam dalam tanah). Karena isolasinya hanya satu lapis, maka mudah luka karena gesekan, gigitan tikus atau gencetan. Dalam pemasangannya, kabel jenis ini harus dimasukkan dalam suatu conduit kabel.

Conduit artinya adalah suatu selubung pelindung, ada yang berupa pipa besi, tetapi yang paling umum digunakan adalah pipa PVC (tetapi berbeda dengan pipa PVC untuk air). Conduit ini selain bertujuan melindungi kabel dari gangguan luar juga untuk memudahkan dalam hal pekerjaan penggantian atau penambahan kabel, karena hanya tinggal ditarik atau didorong saja. Bandingkan bila kabel tersebut ditanam dalam tembok tanpa conduit, tentu akan butuh pekerjaan tambahan berupa pembongkaran tembok.

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



Gambar 2.21 Kabel tipe NYA yang terpasang di instalasi listrik rumah

Sumber : (<http://www.mumetlistrik.blogspot.com>)

b. Kabel NYM

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

Kabel ini relative lebih kuat karena adanya isolasi PVC dan selubung karet. Pemasangannya pada instalasi listrik dalam rumah bisa tanpa conduit (kecuali dalam tembok sebaiknya menggunakan conduit seperti yang dijelaskan sebelumnya). Kabel ini dirancang bukan untuk penggunaan di bagian luar (*outdoor*). Tetapi penggunaan conduit sebagai pelindung bisa juga dipertimbangkan bila ingin dipasang di luar ruangan. Harganya yang jelas lebih mahal dari tipe kabel NYA.

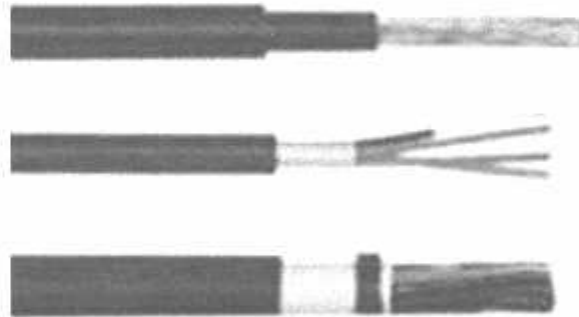


Gambar 2.22 Kabel tipe NYM yang terpasang di peralatan listrik rumah

Sumber : (<http://www.mumetlistrik.blogspot.com>)

C. Kabel NYY

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



Gambar 2.23 Kabel tipe NYY yang terpasang di instalasi listrik rumah

Sumber : (<http://www.mumetlistrik.blogspot.com>)

2.13 KHA (kuat hantar arus)

Kabel listrik mempunyai ukuran luas penampang inti kabel yang berhubungan dengan kapasitas penghantaran arus listriknya. Dalam istilah PUIL, besarnya kapasitas hantaran kabel dinamakan dengan Kuat Hantar Arus (KHA). Ukuran kabel dan KHA-nya sebaiknya kita pahami dengan baik untuk menentukan pemilihan kabel yang sesuai dengan kapasitas instalasi listrik rumah kita. Besar kapasitas daya listrik dalam suatu instalasi listrik rumah berhubungan dari berapa besar langganan listrik dari PLN. Dalam hal ini adalah berapa besar rating MCB yang terpasang di kWh meter. Besarnya KHA kabel harus lebih besar dari rating MCB, karena prinsipnya adalah MCB harus trip sebelum kabelnya terkena masalah.

Arus listrik yang melebihi KHA dari suatu kabel akan menyebabkan kabel tersebut menjadi panas dan bila melebihi daya tahan isolasinya, maka dapat menyebabkan rusaknya isolasi. Kerusakan isolasi bisa menyebabkan kebocoran arus listrik dan akibatnya bisa fatal seperti kesetrum pada manusia atau bahkan mengakibatkan terjadinya kebakaran.

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

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

Tabel 2.3 KHA jenis NYA

| Jenis Penghantar | Luas penampang nominal mm ² | KHA terus menerus | | KHA pengenal gawai proteksi | |
|--|---|---|---|-----------------------------|---------------------|
| | | Pemasangan dalam pipa ⁽¹⁾ sesuai 7.13 | Pemasangan di udara ⁽²⁾ sesuai 7.12.1 | Pemasangan dalam pipa | Pemasangan di udara |
| | | A | A | A | A |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| NYFA NYFAF NYFAZ NYFAD NYA NYAF NYFAw NYFAFw NYFAZw NYFADw dan NYL | 0,5 | 2,5 | - | 2 | - |
| | 0,75 | 7 | 15 | 4 | 10 |
| | 1 | 11 | 19 | 6 | 10 |
| | 1,5 | 15 | 24 | 10 | 20 |
| | 2,5 | 20 | 32 | 16 | 25 |
| | 4 | 25 | 42 | 20 | 35 |
| | 6 | 33 | 54 | 25 | 50 |
| | 10 | 45 | 73 | 35 | 63 |
| | 16 | 61 | 98 | 50 | 80 |
| | 25 | 83 | 129 | 63 | 100 |
| | 35 | 103 | 158 | 80 | 125 |
| | 50 | 132 | 188 | 100 | 150 |
| | 70 | 165 | 245 | 125 | 200 |
| | 95 | 197 | 292 | 160 | 250 |

Tabel 2.4 KHA jenis NYM

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

Tabel 2.5 KHA jenis NYY

| 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 |
| | | A | A | A | A | A | A |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| NYY NYBY NYFGbY NYRGbY NYCY NYCWY NYSY NYCEY NYSEY NYHSY | 1,5 | 40 | 26 | 31 | 20 | 26 | 18,5 |
| | 2,5 | 54 | 35 | 41 | 27 | 34 | 25 |
| | 4 | 70 | 46 | 54 | 37 | 44 | 34 |
| | 6 | 90 | 58 | 68 | 48 | 56 | 43 |
| | 10 | 122 | 79 | 92 | 66 | 75 | 60 |
| | 16 | 160 | 105 | 121 | 89 | 98 | 80 |
| | 25 | 206 | 140 | 153 | 118 | 128 | 106 |
| | 35 | 249 | 174 | 187 | 145 | 157 | 131 |
| | 50 | 296 | 212 | 222 | 176 | 185 | 159 |
| | 70 | 365 | 269 | 272 | 224 | 226 | 202 |
| | 95 | 438 | 331 | 328 | 271 | 275 | 244 |
| | 120 | 499 | 386 | 375 | 314 | 313 | 282 |

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.



BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

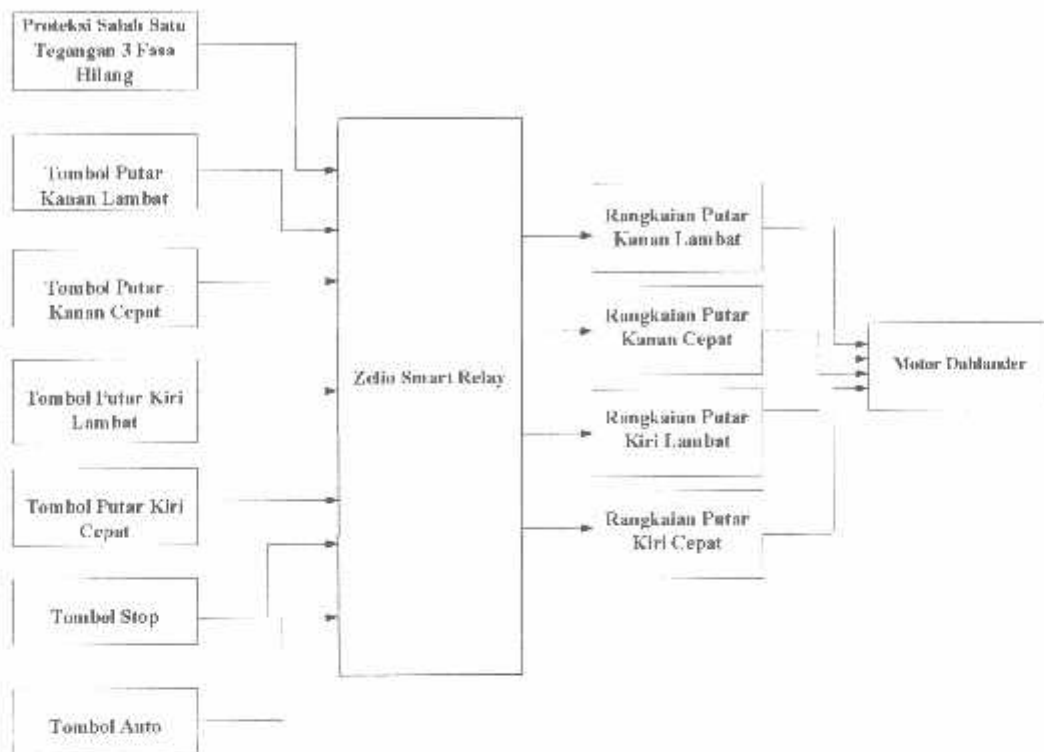
3.1 Analisa Dan Perancangan

Pada bab ini akan dijelaskan pembuatan Desain rangkaian kontrol, rangkaian utama motor *dahlander* program yang digunakan untuk diagram rangkaian kontrol perancangan penyambungan dari rangkaian *ladder* dengan tombol tombol dan outputan ke koil kontaktor

3.2 Perencanaan Konstruksi Alat

Pada perencanaan pengendalian dan proteksi motor induksi jenis *Dahlander* ada beberapa komponen yang digunakan diantaranya ; motor induksi jenis *Dahlander* sebagai beban yang dikendalikan arah putaran dan kecepatannya, MCB 1 Phasa digunakan sebagai pengaman rangkaian kontrol, MCB 3 phasa sebagai pengaman rangkaian utama, tombol tekan digunakan untuk menginstruksikan arah putaran ataupun kecepatan putaran motor *Dahlander*, kontaktor magnet digunakan sebagai penghubung/pemutus motor *Dahlander* dengan sumber tegangan, *TOR* digunakan sebagai pemutus apabila terjadi gangguan beban lebih pada motor, Relay digunakan untuk Proteksi motor terhadap gangguan akibat salah satu fasa hilang pada motor serta *zelio smart relay* sebagai pengendali pergantian kecepatan dan arah putaran motor *Dahlander* secara keseluruhan

3.3 Diagram Blok Sistem Pengendalian



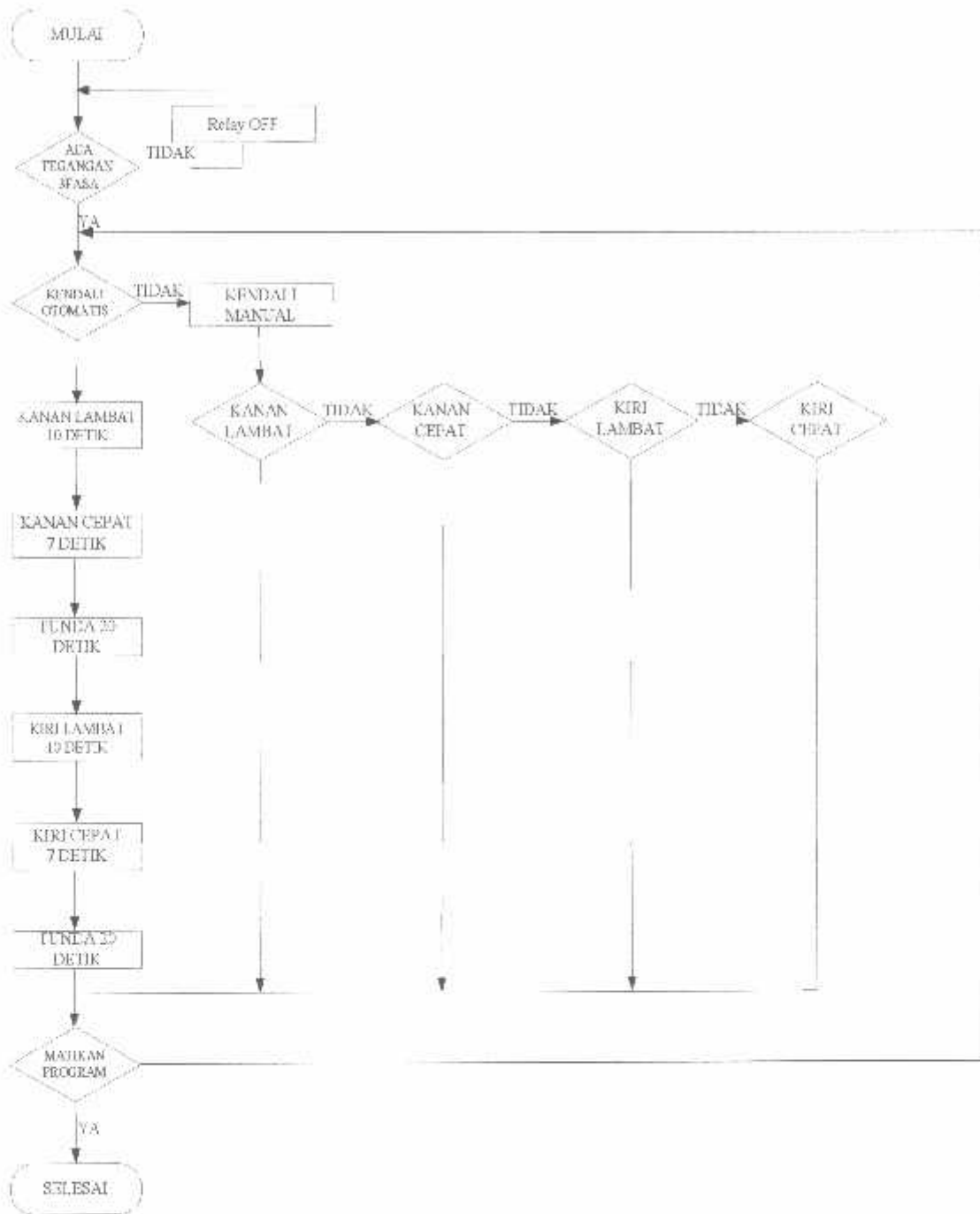
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Pengendalian Dan Proteksi Motor *Dahlander* Berbasis *Smart Relay*

Adapun prinsip kerja diagram blok sebagai berikut :

Saat sumber 3 fasa diaktifkan maka koil relay teraliri aliran listrik sehingga kontak kontak relay yang semula terbuka menjadi tertutup dan yang semula tertutup menjadi terbuka . pemanfaatan kontak NO (terbuka) relay yang terhubung seri pada tiap fasa digunakan rangkaian pengendali untuk memberikan tegangan untuk *Zelio Smart relay* sehingga apabila salah satu tegangan fasa terputus maka salah satu relay akan OFF sehingga pada rangkaian kontrol *Smart Relay* akan OFF dengan kata lain *Zelio* tidak bisa untuk mengendalikan kerja Kontaktor sebagai penghubung ataupun pemutus antara motor *dahlander* dengan sumber tegangan. untuk pengendalian motor *dahlander* sebagai berikut : apabila Tombol 1 ditekan maka motor *Dahlander* akan berputar dengan kecepatan rendah dengan arah putaran searah jarum jam untuk merubah kecepatan motor tekan Tombol 2 maka motor akan berputar cepat dengan arah putaran searah jarum jam untuk memindah arah putaranya tekan Tombol 5 tunggu sampai motor benar benar berhenti, tekan

Tombol 3 untuk menjalankan motor *dahlander* dengan kecepatan rendah dengan arah putaran berlawanan jarum jam untuk merubah kecepatan motor *dahlander* ke kecepatan tinggi dengan arah putaran berlawanan jarum jam maka tekan Tombol 4. Untuk menjalankan motor *dahlander* secara otomatis sesuai dengan waktu yang ditentukan oleh *smart relay* tekan Tombol T6 maka motor *dahlander* akan berputar dengan kecepatan rendah dengan arah putaran searah jarum jam setelah 10 detik motor *dahlander* berputar dengan kecepatan tinggi dengan arah putaran searah jarum jam selama 7 detik, setelah 7 detik motor *dahlander* akan berhenti, *smart relay* bekerja menunda waktu selama 20 detik setelah motor *dahlander* benar benar berhenti maka motor *dahlander* akan kembali bekerja dengan kecepatan rendah arah putaran berlawanan jarum jam setelah 10 detik bekerja maka motor *dahlander* akan bekerja dengan kecepatan tinggi dengan arah putaran berlawanan jarum jam selama 7 detik, setelah 7 detik *smart relay* memutuskan rangkaian dengan motor dan menunda selama 20 detik sampai motor *dahlander* benar benar berhenti setelah 20 detik motor *dahlander* akan kembali pada saat awal T6 ditekan dan sistem akan bekerja secara terus menerus sampai T6 ditekan kembali untuk mematikan rangkaian otomatis

3.4 Flow Chart



Gambar 3.2 Flow Chart Pengendalian Motor *Dahlander*

3.5 Langkah-langkah Perencanaan

Perencanaan dalam tugas akhir ini terdiri dari 2 bagian yaitu perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak

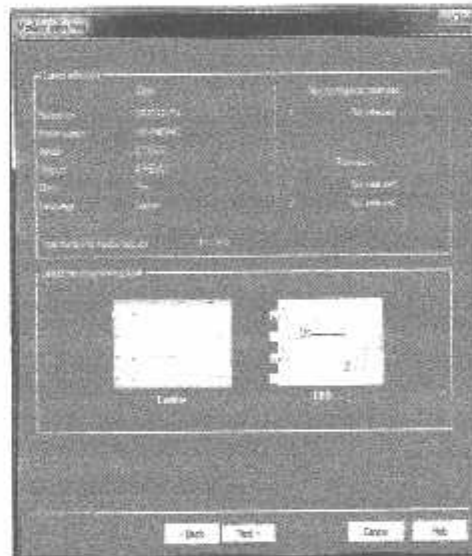
3.5.1 Perencanaan perangkat keras

Pada perencanaan perangkat keras meliputi beberapa bagian diantaranya:

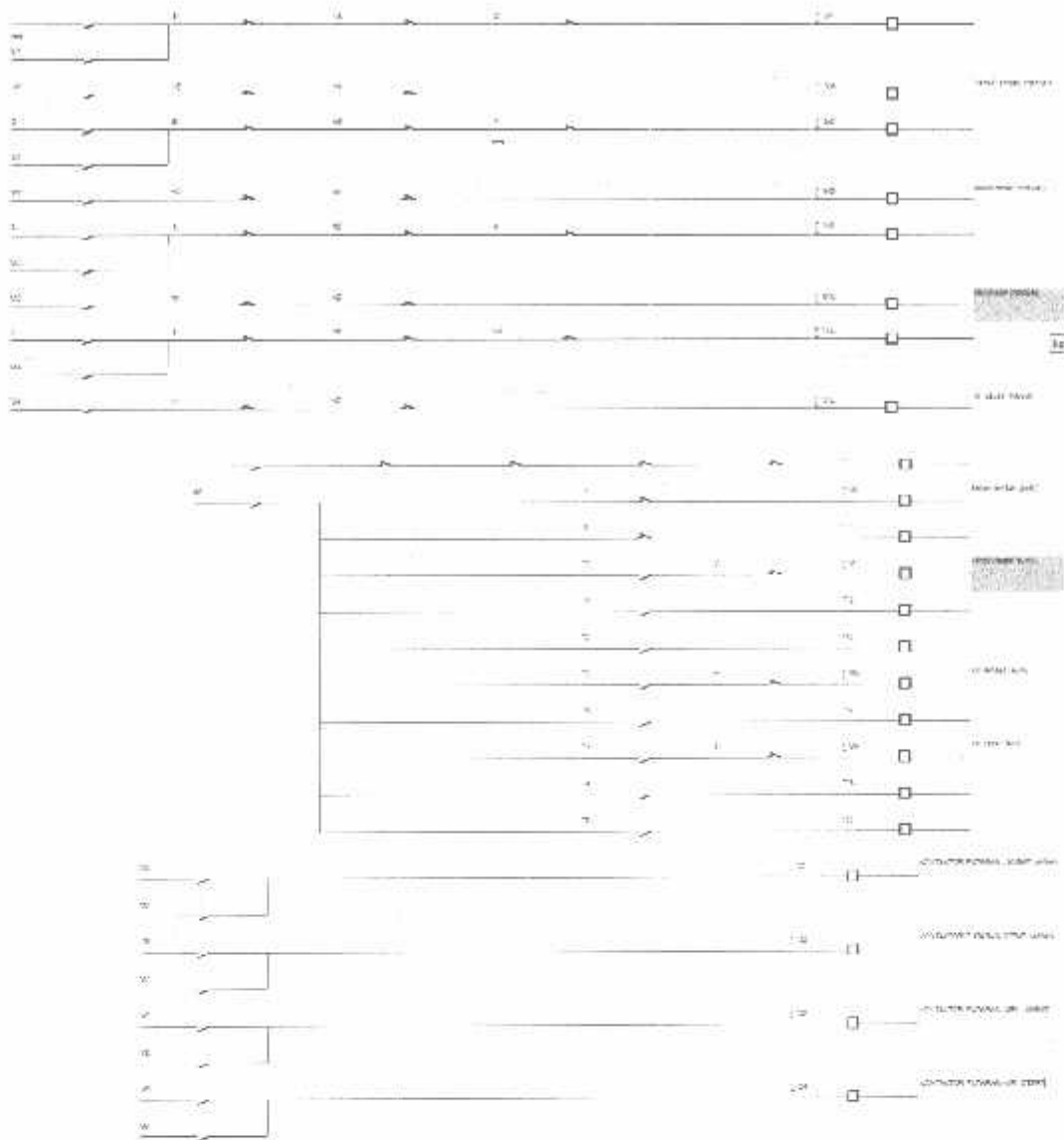
- Perencanaan rangkaian kontrol pergantian arah putaran dan pergantian Kecepatan motor *dahlander* secara konvensional
- perencanaan rangkaian control pergantian arah putaran dan pergantian kecepatan motor *dahlander* dengan menggunakan *smart relay*
- rangkaiian utama motor 3 fasa
- rangkaiian pengaman tegangan 3 fasa

3.5.2 Perencanaan perangkat lunak

Perencanaan perangkat lunak ialah meiaikuakan pemrograman menggunakan bahasa ladder diagram , karena tipe zelio tipe SR2B121FU dapat membaca bahasa yaitu bahasa *ladder*.



Gambar 3.3 Ladder Diagram Zelio Tipe SRB121FU



Gambar 3.4 Ladder Diagram Sistem Pengendalian Pergantian Kecepatan Dan Arah Putaran Motor *Dahlander*

Tabel 3.1 penggunaan port port yang digunakan pada rangkaian *zelio smart relay* tipe SRB121FU

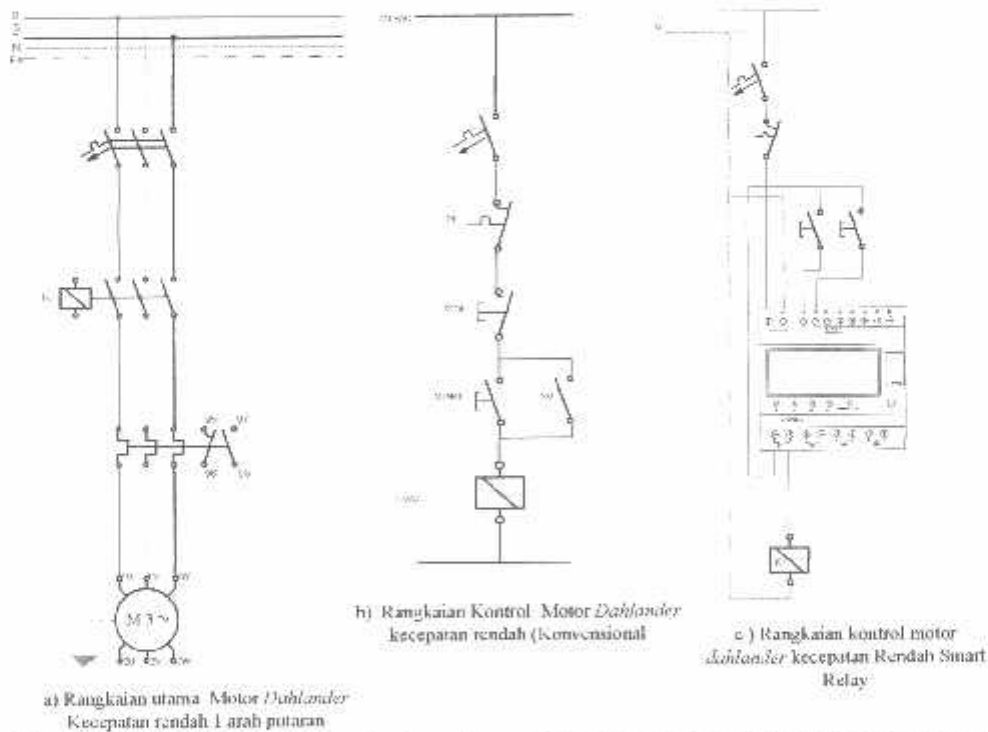
| No | Port | Keterangan |
|----|------|--------------------------------|
| 1 | L | Inputan tegangan AC (220VAC) |
| 2 | N | Inputan tegangan AC (0 VAC) |
| 3 | I1 | Inputan tombol tekan 1 |
| 4 | I2 | Inputan tombol tekan 2 |

| No | Port | Keterangan |
|----|------|------------------------|
| 5 | I3 | Inputan tombol tekan 3 |
| 6 | I4 | Inputan tombol tekan 4 |
| 7 | I5 | Inputan tombol tekan 5 |
| 8 | I6 | Inputan tombol tekan 6 |
| 9 | Q1 | Outputan kontaktor 1 |
| 10 | Q2 | Outputan kontaktor 2 |
| 11 | Q3 | Outputan kontaktor 3 |
| 12 | Q4 | Outputan kontaktor 4 |

3.6 Perancangan Rangkaian Pengendali Dan Proteksi Dari Rangkaian Konvensional Ke Rangkaian Kontrol *Zelio Smart Relay*

Pada Perencanaan ini dilakukan rancangan rangkaian utama rangkaian kontrol konvensional untuk dirubah ke rangkaian *zelio smart relay*. Tujuan dalam perancangan ini adalah mempermudah sistem pengkabelan

3.6.1 Pengendalian Motor *Dahlander* Kecepatan Rendah Arah Kanan

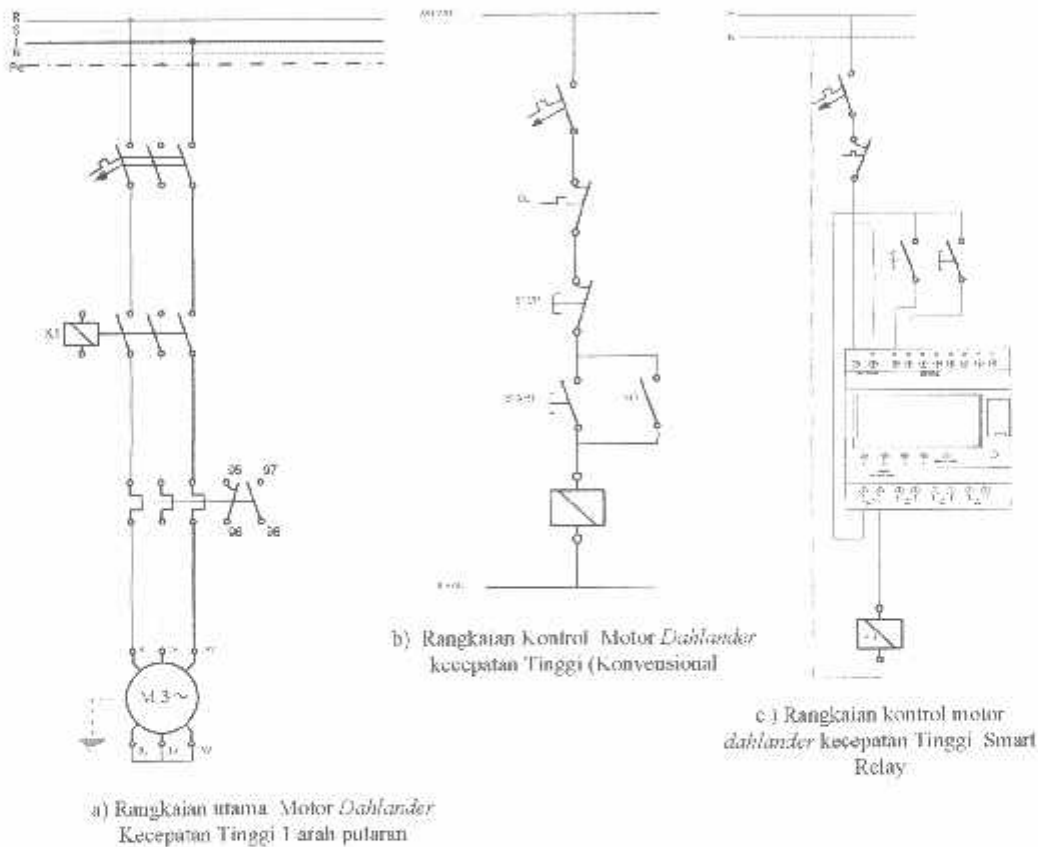


Gambar 3.5 gambar a) rangkaian utama b) rangkaian Kontrol konvensional c) rangkaian kontrol dengan smart relay motor *dahlander* kecepatan rendah

Cara kerja rangkaian :

Apabila tombol start ditekan maka kontaktor bekerja, sehingga kontaktor menghubungkan motor dengan sumber tegangan motor bekerja dengan kecepatan rendah dikarenakan motor terhubung segitiga seri dengan hubungan R-S-T/1U-1V-1W dimana pada rangkaian ini kumparan dengan notasi 2U-2V-2W tidak dihubungkan dengan rangkaian apapun. Untuk mematikan motor tekan tombol stop

3.6.2 Pengendalian Motor *Dahlander* Kecepatan Tinggi Arah ke kanan

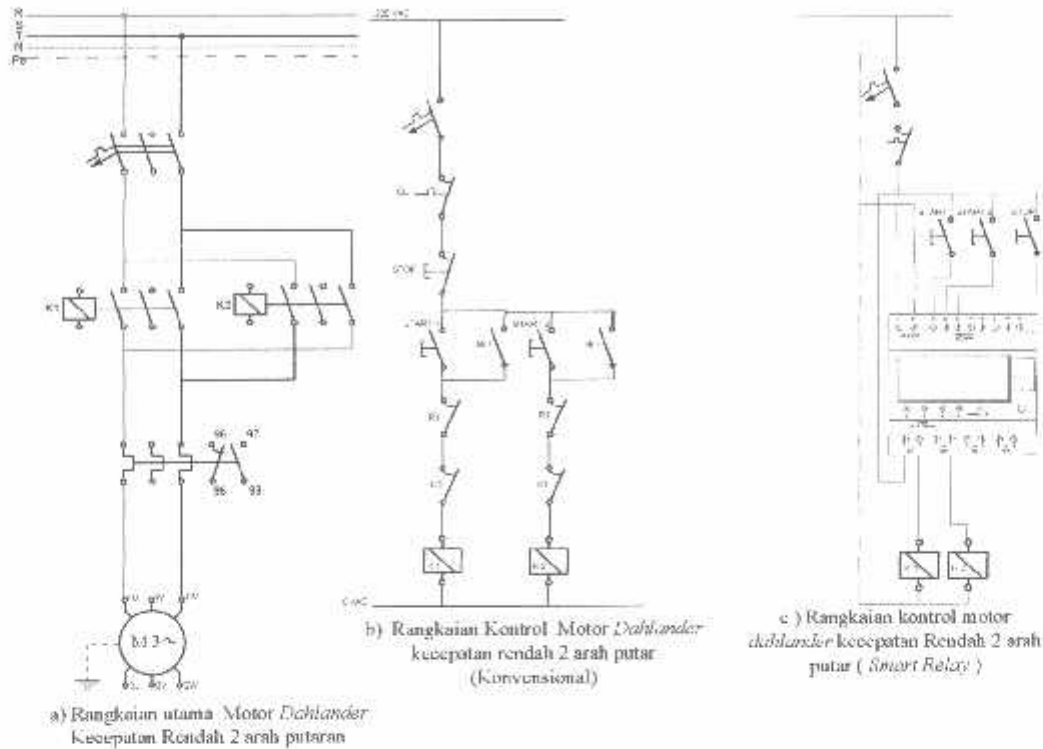


Gambar 3.6 gambar a) rangkaian utama b) rangkaian Kontrol konvensional
c) rangkaian kontrol dengan smart relay motor *dahlander* kecepatan tinggi

Cara kerja rangkaian :

Apabila tombol start ditekan maka kontaktor bekerja, sehingga kontaktor menghubungkan motor dengan sumber tegangan motor bekerja dengan kecepatan tinggi dikarenakan motor terhubung bintang paralel dengan hubungan R-S-T/2U-2V-2W Kumparan 1U-1V-1W Dihubung jadi satu. Untuk mematikan motor tekan tombol stop

3.6.3 Pengendalian Motor Dahlander Kecepatan Rendah 2 arah putaran

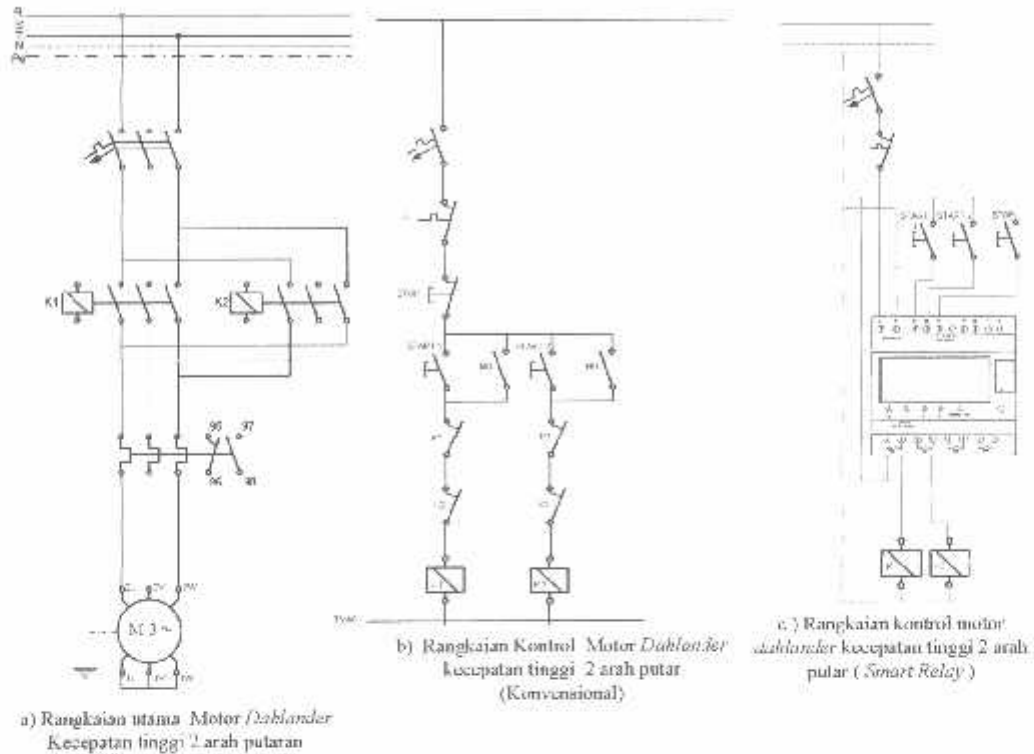


Gambar 3.7 gambar a) rangkaian utama b) rangkaian Kontrol konvensional c) rangkaian kontrol dengan *smart relay* motor *dahlander* kecepatan rendah 2 arah putaran

Cara kerja rangkaian :

Apabila tombol start 1 ditekan maka kontaktor 1 yang bekerja dengan arah putaran searah jarum jam dikarenakan R-S-T terhubung dengan 1U-1V-1W untuk membalik arah putaran motor tekan tombol stop, sampai motor benar-benar berhenti, tekan tombol start 2 maka motor akan berputar berlawanan dengan arah jarum jam dikarenakan T-S-R terhubung dengan 1U-1V-1W pada rangkaian ini motor terhubung dengan kecepatan rendah dikarenakan motor terhubung dengan rangkaian segitiga untuk mematikan motor tekan tombol stop.

3.6.4 Pengendalian Motor Dahlander Kecepatan Tinggi 2 arah putaran

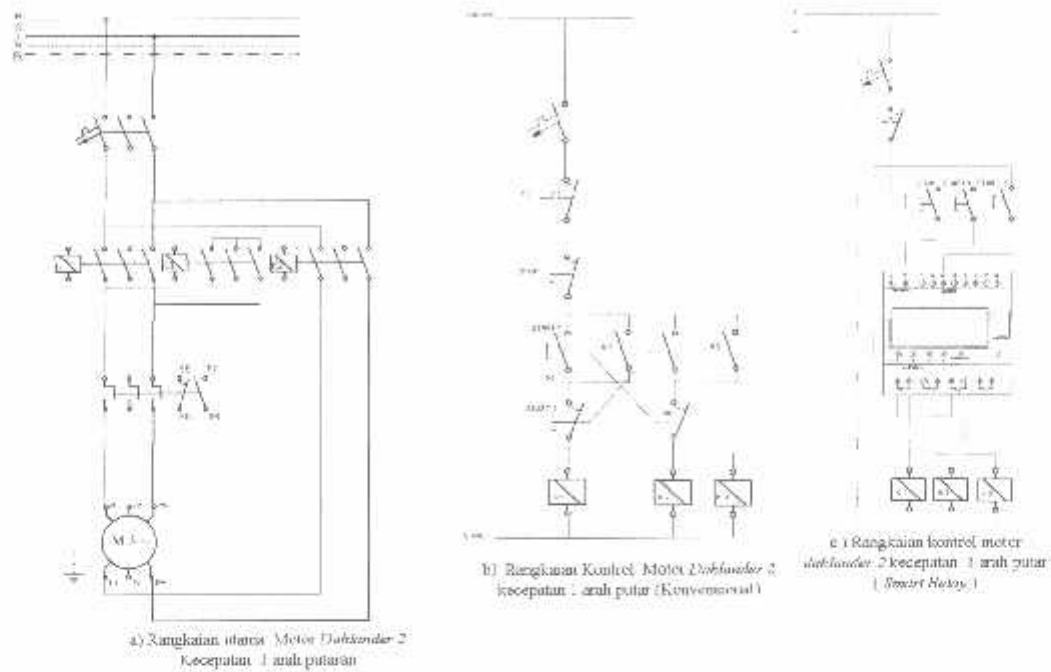


Gambar 3.8 gambar a) rangkaian utama b) rangkaian Kontrol konvensional c) rangkaian kontrol dengan *smart relay* motor *dahlander* kecepatan tinggi 2 arah putaran

Cara kerja rangkaian :

Apabila tombol start 1 ditekan maka kontaktor 1 yang bekerja dengan arah putaran searah jarum jam dikarenakan R-S-T terhubung dengan 2U-2V-2W untuk membalik arah putaran motor tekan tombol stop. sampai motor benar-benar berhenti. tekan tombol start 2 maka motor akan berputar berlawanan dengan arah jarum jam dikarenakan T-S-R terhubung dengan 2U-2V-2W pada rangkaian ini motor terhubung dengan kecepatan tinggi dikarenakan motor terhubung dengan rangkaian bintang paralel untuk mematikan motor tekaan tombol stop

3.6.5 Pengendalian Motor Dahlander 2 Kecepatan 1 arah putaran ke kanan

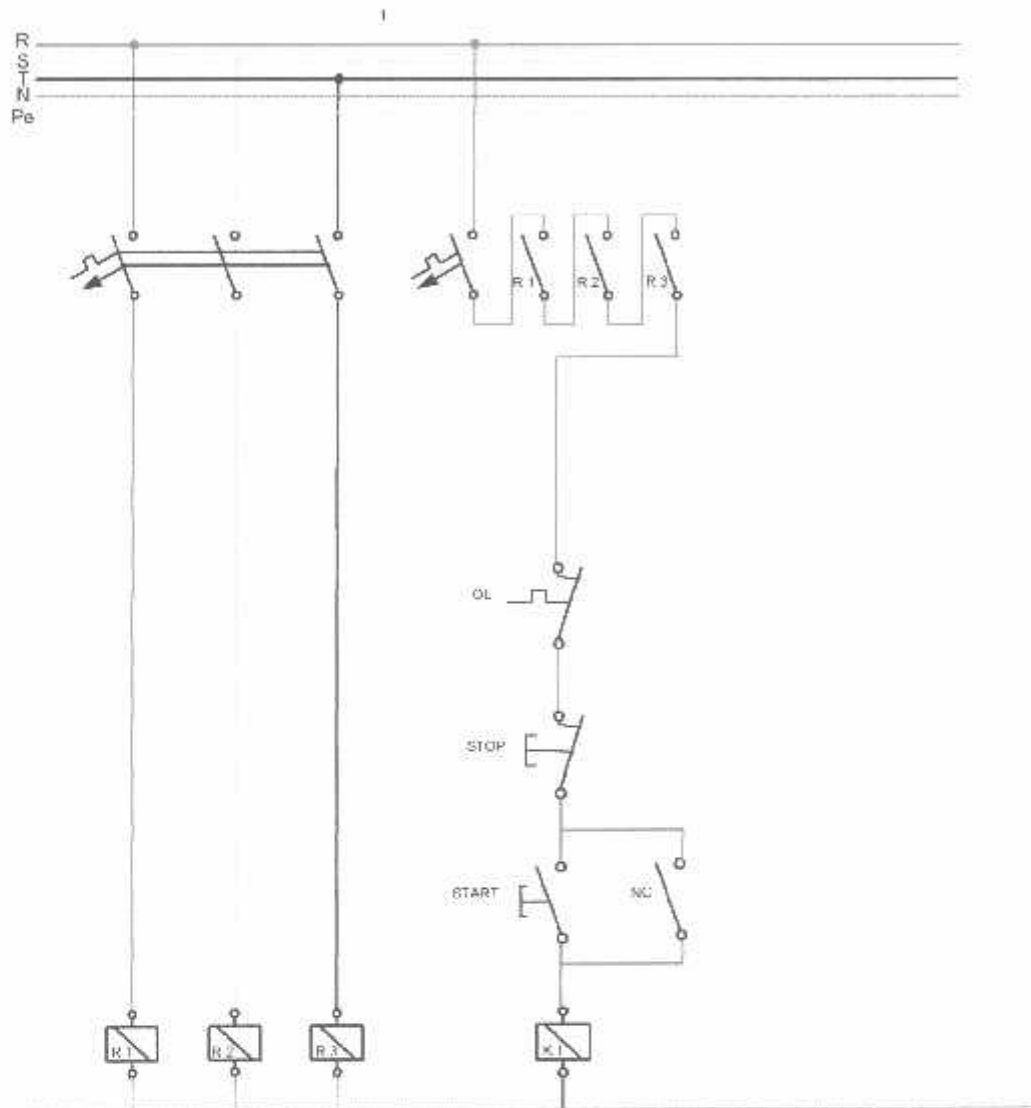


Gambar 3.9 a) rangkaian utama b) rangkaian Kontrol konvensional
c) rangkaian kontrol dengan *smart relay* motor *dahlander* 2 kecepatan 1 arah putaran

Cara Kerja Rangkaian :

Apabila tombol start 1 ditekan maka motor *dahlander* akan berputar dengan kecepatan rendah (segitiga seri) untuk merubah kecepatan motor tekan tombol start 2 maka motor *dahlander* akan berputar dengan kecepatan tinggi (bintang paralel). Masing masing untuk kecepatan tinggi atau rendah arah putaran motor searah jarum jam untuk mematikan motor tekan tombol stop.

3.6.6 Perancangan Proteksi Tegangan Fasa Hilang Pada Rangkaian Kontrol Konvensional

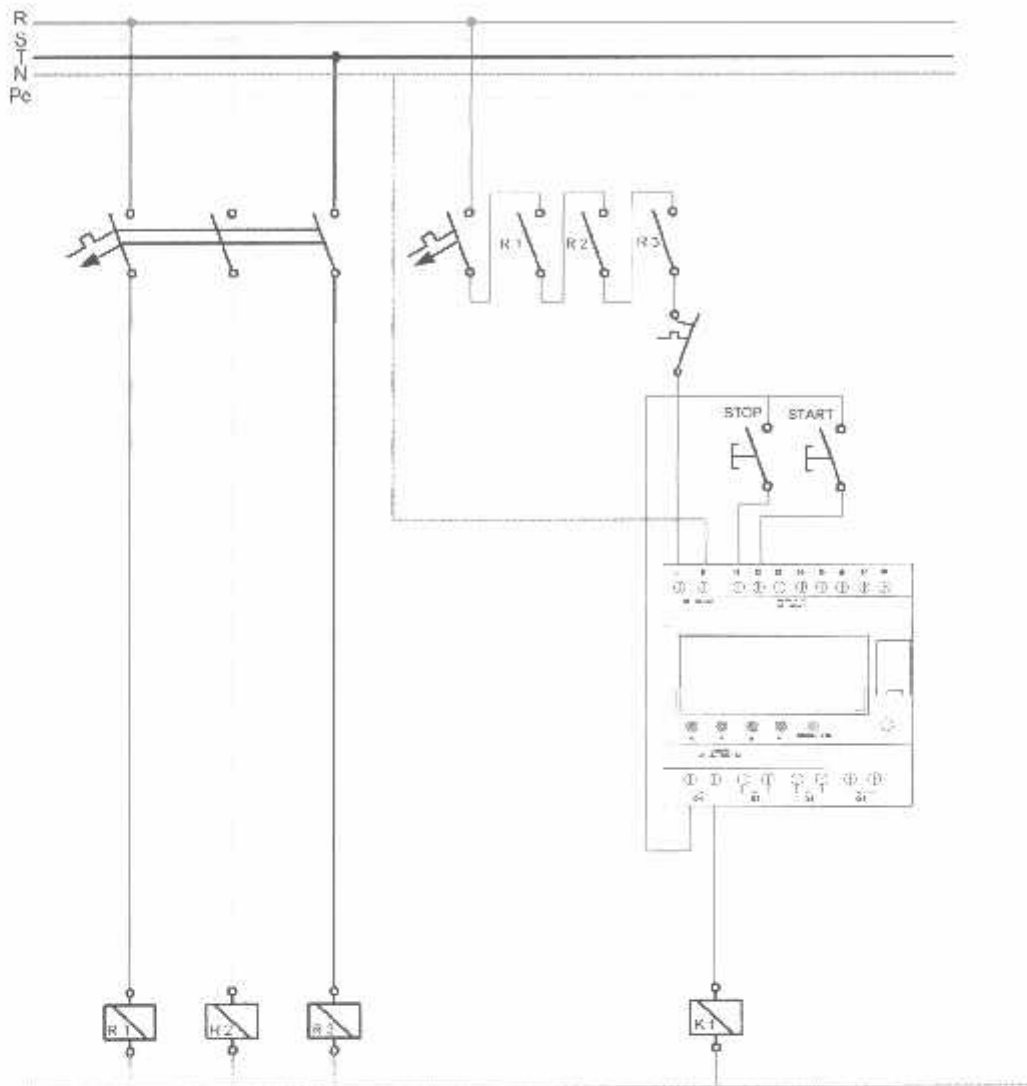


Gambar 3.10 Rangkaian Proteksi Tegangan Fasa Hilang Untuk Rangkaian Kontrol Konvensional

Cara Kerja Rangkaian :

Apabila Sumber 3 Fasa diaktifkan maka koil Relay pada tiap fasa akan aktif kontak relay NO pada tiap fasa yang terhubung secara seri akan dapat digunakan untuk mengoperasikan rangkaian kendali namun jika ada salah satu fasa atau lebih putus maka kontak NO pada relay akan berubah pada kedudukan semula (NC) sehingga rangkaian kontrol tidak dapat difungsikan dikarenakan kontak NO relay tersusun seri memutuskan rangkaian kontrol dengan sumber tegangan

3.6.7 Perancangan Proteksi Tegangan Fasa Hilang Pada Rangkaian Kontrol *Smart Relay*



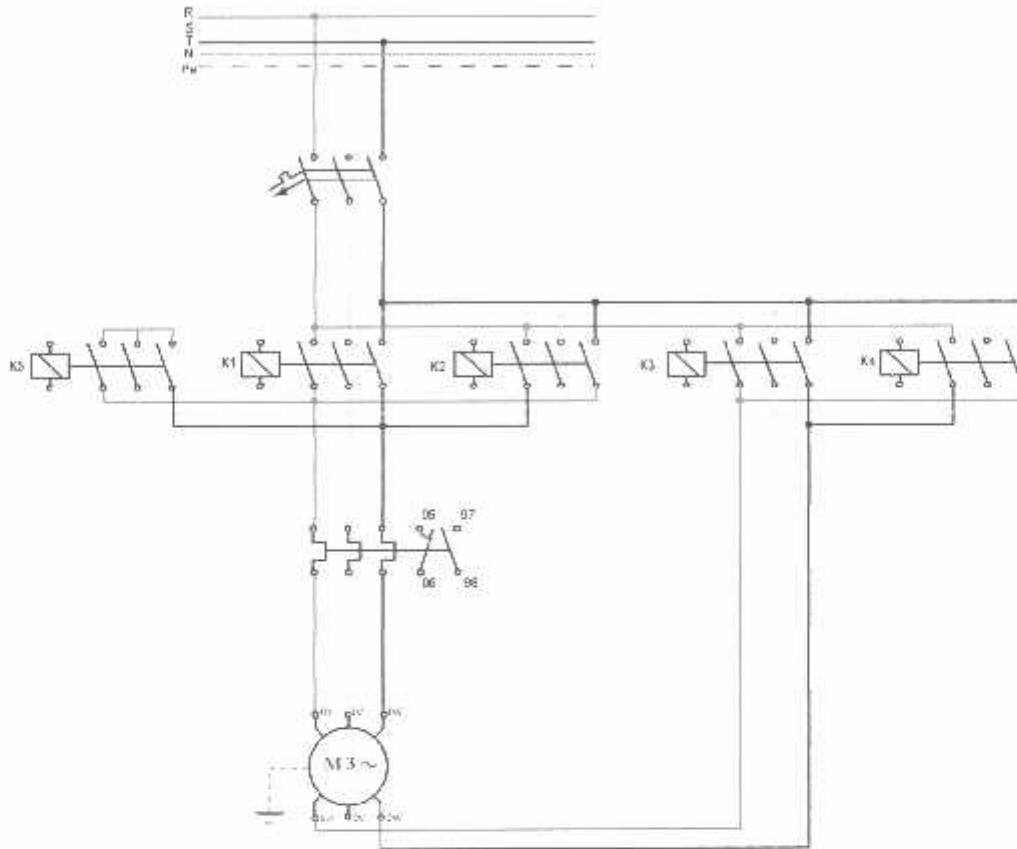
Gambar 3.11 Rangkaian Proteksi Tegangan Fasa Hilang Untuk Rangkaian Kontrol *Smart Relay*

Cara Kerja Rangkaian :

Apabila Sumber 3 Fasa diaktifkan maka koil Relay pada tiap fasa akan aktif kontak relay NO pada tiap fasa yang terhubung secara seri akan dapat digunakan untuk memberikan inputan pada *Smart relay* untuk rangkaian kendali namun jika ada salah satu fasa atau lebih putus maka kontak NC pada relay akan berubah pada kedudukan semula (NO) sehingga rangkaian kontrol tidak dapat difungsikan

dikarenakan kontak NO relay tersusun seri memutuskan inputan *smart relay* dengan sumber tegangan

3.6.8 Perancangan Rangkaian Utama Pengendalian Motor *Dahlander* 2 kecepatan 2 arah putar

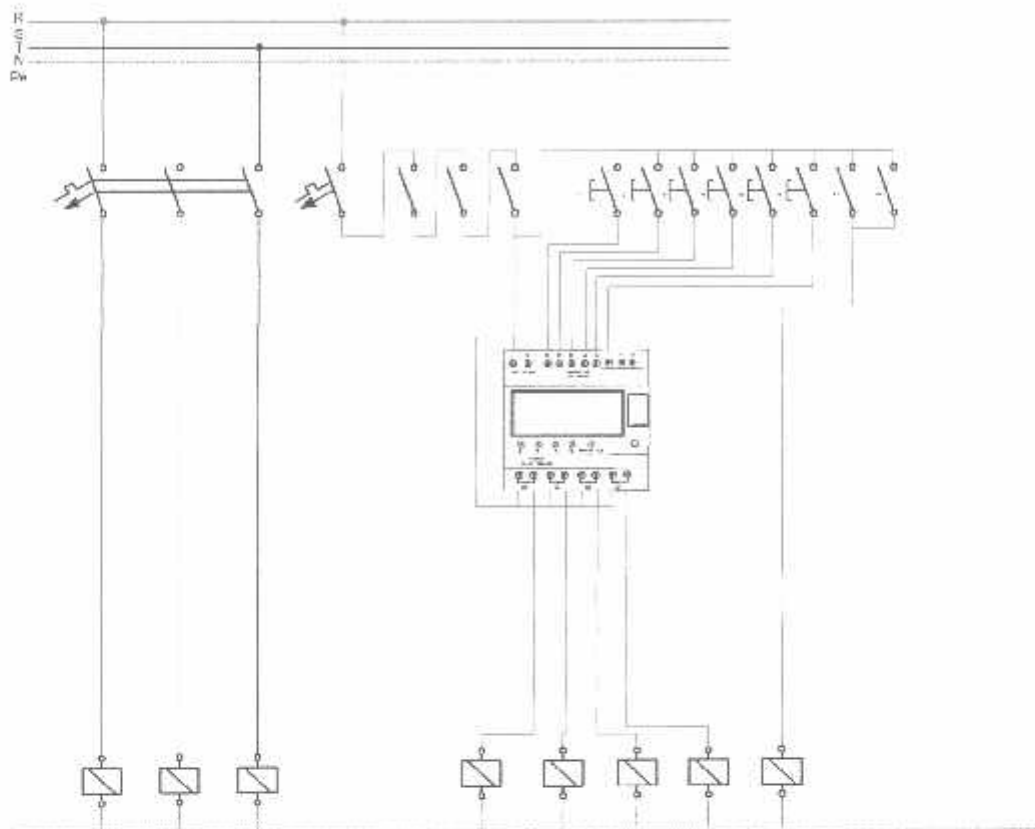


Gambar 3.12 Rangkaian Utama Motor *Dahlander* 2 kecepatan 2 Arah Putaran

Cara Kerja Rangkaian :

Apabila K1 bekerja maka motor *dahlander* bekerja dengan arah putaran searah jarum jam dengan kecepatan rendah motor terhubung segitiga untuk putaran tinggi searah jarum jam maka K3-K5 Bintang Paralel untuk putaran lambat dengan arah berlawanan jarum jam kontaktor yang bekerja K2 untuk putaran cepat dengan arah berlawanan jarum jam maka yang bekerja K4-K5.

3.6.9 Perancangan Rangkaian Pengendali Motor *Dahlander* Menggunakan *Smart Relay*



Gambar 3.13 Rangkaian Pengendali Dan Proteksi Motor *Dahlander* Dengan Menggunakan *Smart Relay*

- a) I1 Sebagai inputan putaran lambat kanan secara manual
- b) I2 Sebagai inputan putaran cepat kanan secara manual
- c) I3 Sebagai inputan putaran lambat kiri secara manual
- d) I4 Sebagai inputan putaran cepat kiri secara manual
- e) I5 Sebagai inputan tombol stop
- f) I6 Sebagai inputan auto untuk sistem kerja motor yang bekerja secara berulang dan terus menerus

3.7 Menentukan Penghantar

Supaya mesin yang dijalankan oleh motor listrik dapat berjalan dengan baik dan aman serta efisien tinggi maka pemilihan dan penentuan penghantar dan alat pengaman dan lainnya harus dipilih sedemikian rupa sehingga sesuai dengan kebutuhan beban motornya untuk hal tersebut pemasangan setiap pemasangan instalasi motor ditentukan

- a) Jenis kabel yang sesuai
- b) Kemampuan hantar arus
- c) Nilai nominal pengaman beban

Menentukan jenis kabel penghantar listrik harus diperhatikan

- a) Dari segi kelistrikan harus diperhatikan yang berlaku (PUIL)
- b) Dari segi keandalan tahan terhadap gangguan mekanis, panas, lembab, dan lain sebagainya
- c) Dari segi rugi tegangan tidak melebihi 2% untuk penerangan dan 5% untuk instalasi tenaga

Menentukan kemampuan Penghantar

Faktor yang harus diperhatikan dalam memilih penghantar

- a) Ukuran penampang penghantar

Ukuran yang dipilih untuk melayani instalasi motor listrik minimum penghantar tersebut harus dapat dialiri arus sebesar 125% x arus nominal (beban penuh) untuk penampang penghantar pencabang/pengisi harus mampu dialiri arus sebesar 125% x arus nominal dari motor terbesar ditambah arus beban penuh motor-motor lainnya

- b) Ukuran panjang penghantar

Kerugian yang diijinkan untuk instalasi tenaga 5% maka harus dicek besar kerugiannya

Sedangkan panjang penghantar ditentukan dengan rumus sebagai berikut

$$L = \frac{U_r \cdot A}{2 \cdot I_n \cdot \rho} \text{ untuk ac 1 fasa} \dots \dots \dots (3-1)$$

$$L = \frac{U_r \cdot A}{\sqrt{3} \cdot I_n \cdot \rho} \text{ untuk ac 3 fasa} \dots \dots \dots (3-2)$$

Keterangan :

- L = panjang penghantar (m)
- U_r = drop tegangan rata – rata (mm)
- I_n = arus nominal (A)
- ρ = tahanan jenis (ohm)

- c) Sedangkan untuk menentukan arus nominal sebagai berikut :

Untuk arus bolak-balik satu fasa

$$I_n = \frac{P}{U \times \cos \phi} \dots \dots \dots (3-3)$$

Untuk arus bolak-balik tiga fasa

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \theta} \dots \dots \dots (3-4)$$

Untuk arus searah

$$I_n = \frac{P}{U} \dots \dots \dots (3-5)$$

Keterangan :

I_n = arus nominal (A)

P = daya (watt)

U = tegangan (volt)

$\cos \theta$ = factor daya listrik

3.7.1 Menentukan Jenis Kabel

Dalam menentukan kabel penghantar listrik harus diperhatikan :

1. Dari segi kelistrikan harus sesuai dengan peraturan yang berlaku (PUIL)
2. Dari segi keandalan tahan terhadap gangguan mekanis, panas, lembab dan lain sebagainya
3. Dari segi rugi tegangan tidak melebihi 2% untuk penerangan dan 5% untuk instalasi tenaga

Tabel 3.2 Contoh jenis penghantar yang sering digunakan

| No | Type | Keterangan |
|----|------------------------------|---|
| 1. | NYA NYAF | Kabel dengan isolasi plastik taahan panas |
| 2. | NSYA NSAF | Kabel tahan lembab |
| 3. | NYM, NYBUY NYMHY, NYMT | Kabel fleksibel untuk peralatan portable |
| 4. | SiA, SiAF, Si AFUL, Si NH | Kabel type Sinotherm yaitu kabel dengan isolasi tahan panas Kabel protedur tanpa sarung logam |
| 5. | NYY | Kabel protedur dengan dua lapis pelindung pita CU Kabel |
| 6. | NYCY | saluran timbel urat karet dengan bahan baja |
| 7. | SROLL | Kabel saluran urat karet beranyam |
| 8. | ORL | |

3.7.2 Menentukan Luas Penampang Rangkaian Daya Dan Rangkain Kontrol

Fungsi dari kawat penghantar adalah sebagai penyambung atau penghubung kontak dari satu komponen ke komponen yang lain, sehingga sedangkan dapat dibentuk rangkaian utama dan kontrolnya, dan dapat digunakan sebagai suplai baik rangkaian utama dan rangkaian kontrolnya, dan sebagai penyuplai dari tegangan PLN ke beban tegangan baik pada rangkaian daya maupun pada system rangkaian kontrol

Jadi tanpa ada kawat penghantar semua kompoonen tidak dapat dioperasikan, hal ini dikarenakan tidak ada penyambungan kontak satu dengan yang lain, dan tidak adanya tegangan pada kontak tersebut, Adapun jenis-jenis type kawat penghantar yang sudah distandartkan mutunya dengan internasional antara lain : type NYA, type NYM, type NYYGBY, type NYY, dan lain sebagainya , Rumus rumus yang harus digunakan untuk menentukan standart internasional berdasarkan rugi tegangan ialah $\Delta V = 5\%$ dari tegangan nominal

a) Jadi untuk mencari ΔV 1 phasa dan 3 phasa dapat digunakan rumus seperti dibawah ini :

$$a) \quad \text{Untuk 1 phasa : } \Delta V = \frac{5}{100} 220 = 11 \text{ V} \dots\dots\dots(3-6)$$

$$b) \quad \text{Untuk 3 phasa : } \Delta V = \frac{5}{100} 380 = 19 \text{ V} \dots\dots\dots(3-7)$$

menggunakan rumus dibawah ini :

$$a) \quad \text{Untuk 1 phasa : } A = \frac{2 \cos \phi \cdot I \cdot L}{\Delta V} \dots\dots\dots(3-8)$$

$$b) \quad \text{Untuk 3 phasa : } A = \frac{\sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot I \cdot L}{\Delta V} \dots\dots\dots(3-9)$$

c) Dimana :

Panjang saluran diasumsikan 20 m

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

Jadi luas penampang kawat yang digunakan untuk rangkaian kontrol 1 phasa adalah 1,5 mm²

$$b) \quad \text{Untuk 3 phasa} \quad : A = \frac{\sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot I \cdot L}{\Delta V}$$

$$: A = \frac{1,73,0,76,0,0175,11,19,20}{19}$$

$$: A = \frac{5,1494}{19} = 0,27 \text{ mm}^2$$

Jadi luas penampang kawat yang digunakan untuk rangkaian utama 3 phasa adalah $1,5 \text{ mm}^2$

3.8 Menentukan Pengaman Rangkaian Daya Dan Rangkaian Kontrol

Pengaman adalah suatu peralatan yang penting didalam pemasangan peralatan listrik. Diantaranya peralatan listrik yang digunakan rangkaian kontrol ini. Arus yang mengalir dalam satu penghantar 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 salah satu jenis 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 digunakan lagi. Tidak seperti pengaman lebur, kalau putus tidak dapat digunakan lagi sebagaimana mestinya. Dalam pengaman otomatis ini terdapat koil jalan bebas. Karena koil otomatisnya tidak dapat dihubungkan kembali, kalau ganguanya belum diperbaiki

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

Pada prinsipnya pengaman ini memberikan pengaman termos ini dipakai untuk melindungi beban lebih, jika arus 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 termos berlangsung dengan kelambatan, dimana lamanya pemutusan tergantung dengan arusnya, sedangkan pengaman elektronik dipakai sebagai pelindung apabila terjadi

hubung singkat. Kalau nilai arus dari hubung 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 :

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} \dots \dots \dots (3-10)$$

Keterangan :

- P = daya
 V = tegangan
 Cos ϕ = factor daya

Untuk rangkaian kontrol

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$$

$$I = \frac{0,03}{167,2} = 0,00018 \text{ A}$$

Jadi pengaman yang digunakan untuk rangkaian kontrol sebesar 2 A

$$I = \frac{P \cdot 1 \text{ HP}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{7,5746}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,76}$$

$$I = \frac{5595}{499,624} = 11,19 \text{ A}$$

Jadi pengaman yang digunakan untuk rangkaian daya sebesar 16 A

3.9 Menentukan Spesifikasi kontaktor

Elemen penggerak kontaktor bentuknya bermacam-macam sesuai dengan jenis dari fungsi kontaktor, dan sering kali tergantung pada jenis suplainya, arus bolak balik (alternating current) atau arus searah (direct current) sering kali tergantung pada jenis suplainya. Pada kontaktor AC, Inti kumparannya dipasang cincin hubung singkat yang gunanya untuk menjaga arus kemagnitan yang kontinyu sehingga kontaktor tersebut bekerja normal.

Kontaktor dinilai berdasarkan :

- jenis suplainya
- tegangan kerja
- jumlah kontak penghubung/pemutus
- rating beban dalam satuan horse power (HP)

e. arus kerja

$$I = \frac{P}{V \cos \phi \sqrt{3}} \dots \dots \dots (3-11)$$

Keterangan :

$$P = 0,5 \text{ HP} = 372,85 \text{ Watt}$$

$$V = 380 \text{ V}$$

$$\cos \phi = 0,8$$

$$I = \frac{372,85}{380 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{372,85}{578,512}$$

$$I = 0,644498 \text{ A}$$

Karena motor *dahlander* adalah jenis motor induksi rotor sangkar maka kontaktor yang digunakan kategori AC3

Tabel 3.3 Katalog Kontaktor Tesys kategori AC3

| No | Tipe | Rating Arus | Tegangan Koil AC |
|----|-------------|-------------|------------------|
| 1 | LC1D 9 M7 | 9A | 220/240 VAC |
| 2 | LC1D 12 M7 | 12A | 220/240 VAC |
| 3 | LC1D 18 M7 | 18A | 220/240 VAC |
| 4 | LC1D 25 M7 | 25A | 220/240 VAC |
| 5 | LC1D 32 M7 | 32A | 220/240 VAC |
| 6 | LC1D 40 M7 | 40A | 220/240 VAC |
| 7 | LC1D 50 M7 | 50A | 220/240 VAC |
| 8 | LC1D 65 M7 | 65A | 220/240 VAC |
| 9 | LC1D 80 M7 | 80A | 220/240 VAC |
| 10 | LC1D 115 M7 | 115A | 220/240 VAC |
| 11 | LC1D 150 M7 | 150A | 220/240 VAC |

Dari perencanaan dan katalog diatas maka kontaktor yang digunakan adalah LC1D 9 M7



BAB IV PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian dan Analisa Alat

Dalam alat ini akan dilakukan pengujian tegangan AC *Zelio*, tegangan koil kontaktor putaran cepat- lambat pengujian relay, dan Simulasi melalui program *zelio*.

4.2 Pengujian tegangan input *zelio*

Dalam pengujian tegangan input *zelio* meliputi Tujuan, Peralatan yang digunakan, Gambar rangkaian pengujian, Prosedur pengujian dan Tabel hasil pengujian

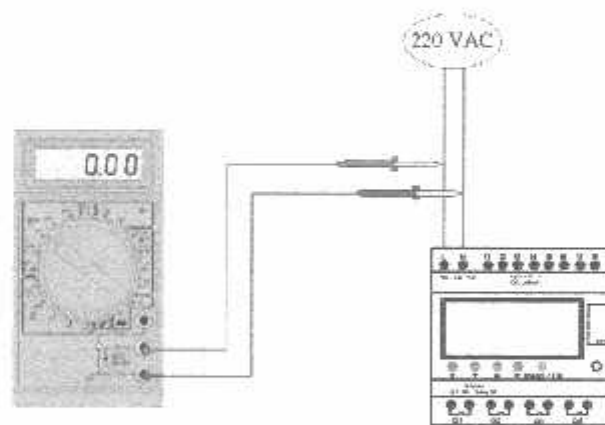
4.2.1 Tujuan

Untuk memastikan tegangan ke *zelio* stabil 220 VAC

4.2.2 Peralatan yang digunakan

AVO meter digital AC

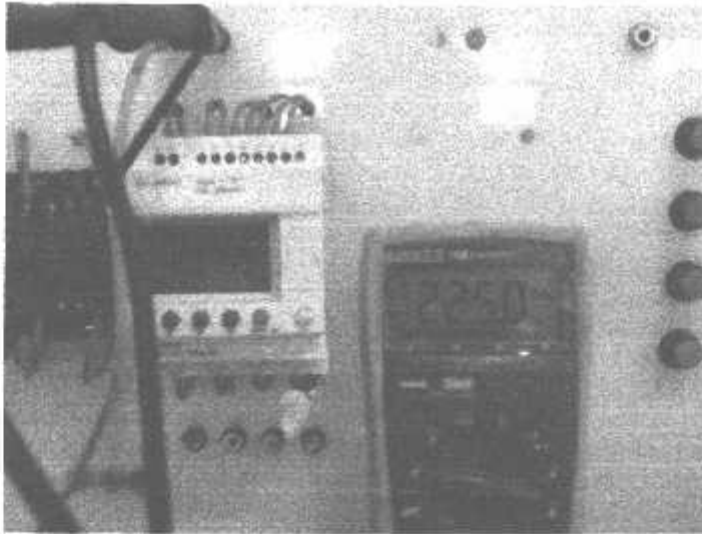
4.2.3 Rangkaian pengujian



Gambar 4.1 Rangkaian pengujian tegangan input *zelio*

4.2.4 Prosedur pengujian

1. Hidupkan power supply 1 phasa
2. Inputkan kaki (+) avo meter pada koil (L) *zelio* dan kaki (-) pada inputan (N) *zelio*



Gambar 4.2 input *Zelio* sebesar 225,0 Volt

4.2.5 Tabel hasil pengujian tegangan input *zelio*

Dari hasil pengujian tegangan input *zelio* didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.1 hasil pengujian tegangan input *zelio*

| NO | Tegangan Kerja | Tegangan Pengujian input <i>zelio</i> | Kadaaan | Kondisi |
|----|----------------|--|---------|---------|
| 1 | 220-240 VAC | 225.0 VAC | ON | Baik |

4.3 Pengujian input tegangan koil kontaktor

Dalam pengujian tegangan input koil kontaktor meliputi Tujuan, Peralatan yang digunakan, Gambar rangkaian pengujian, Prosedur pengujian dan Tabel hasil pengujian

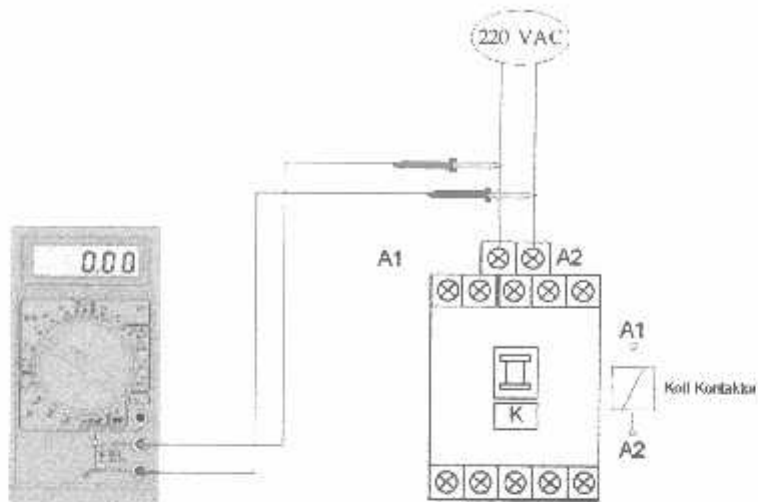
4.3.1 Tujuan

Untuk memastikan tegangan input kontaktor 220 VAC

4.3.2 Peralatan yang digunakan

AVO meter digital AC

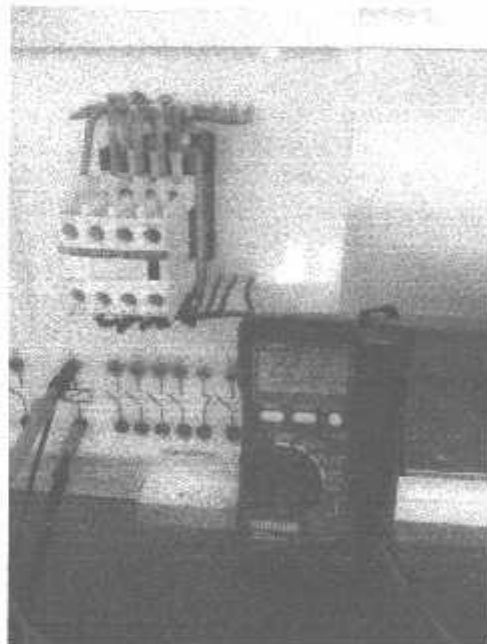
4.3.3 Rangkaian pengujian



Gambar 4.3 Rangkaian pengujian tegangan input koil kontaktor

4.3.4 Prosedur pengujian

1. Hidupkan Power supply 1 Phasa
2. Inputkan kaki (+) dan (-) avo meter pada kaki fasa dan netral



Gambar 4.4 Pengujian Tegangan Input koil kontaktor Sebesar 221,2 VAC

4.3.5 Tabel hasil pengujian tegangan input koil kontaktor

Dari hasil pengujian tegangan input koil kontaktor didapatkan data sebagai berikut ;

Tabel 4.2 hasil pengujian tegangan input koil kontaktor

| NO | Tegangan kerja | Tegangan Pengujian input koil kontaktor | Kadaan | Kontak | Kondisi |
|----|----------------|---|--------|-----------|---------|
| 1 | 220-240 VAC | 221,2 | ON | L1-L2(NC) | Baik |
| | | | | L2 L3(NC) | |
| | | | | L3-L4(NC) | |
| | | | | 13-14(NC) | |
| | | | | 21-22(NO) | |

4.4 Pengujian input tegangan koil relay 220 VAC sebagai proteksi tegangan fasa hilang

Dalam pengujian tegangan input koil relay pengaman fasa R,S dan T meliputi Tujuan, Peralatan yang digunakan, Gambar rangkaian pengujian, Prosedur pengujian dan Tabel hasil pengujian.

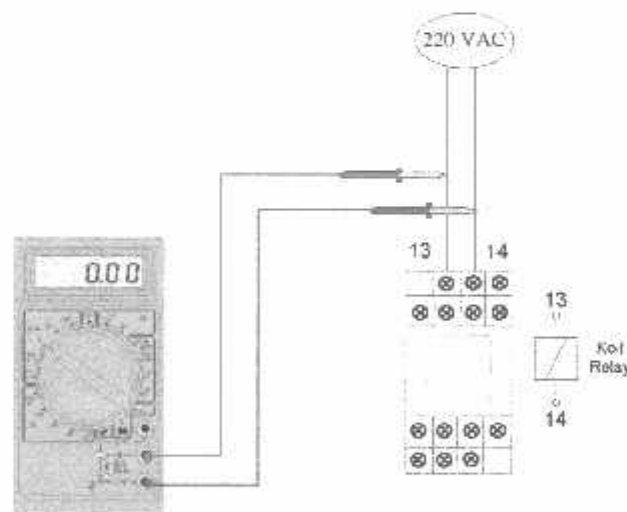
4.4.1 Tujuan

Untuk mengetahui tegangan koil relay sebesar 220 VAC

4.4.2 peralatan yang digunakan

AVO meter Digital AC

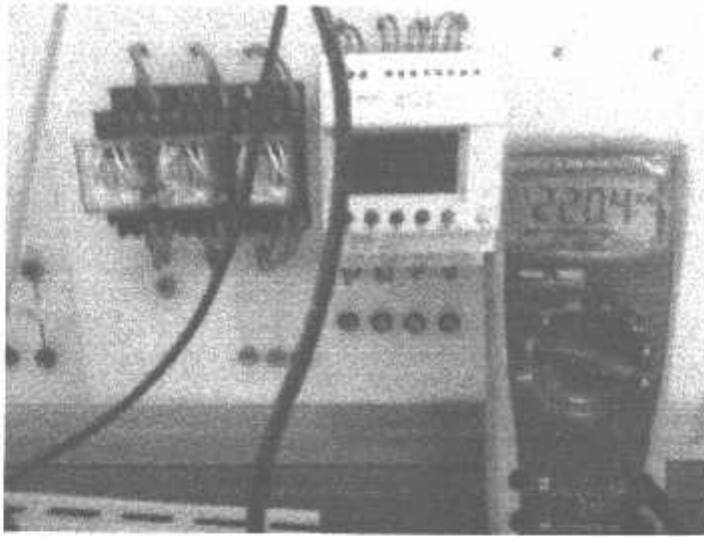
4.4.3 Rangkaian pengujian



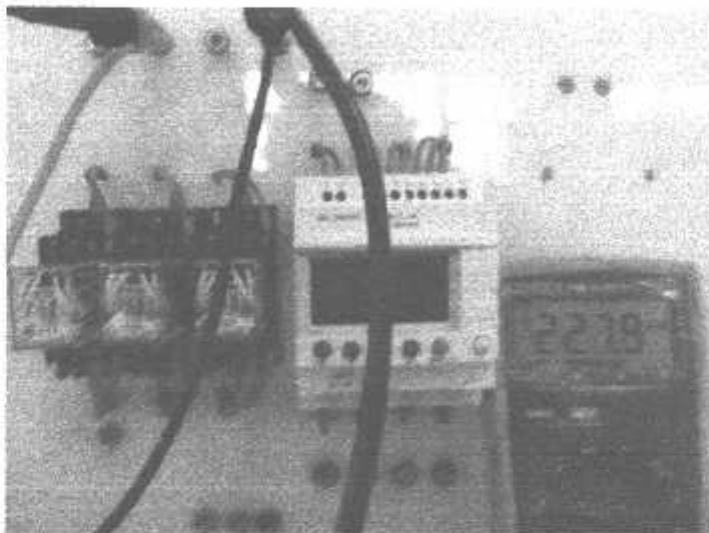
Gambar 4.5 Rangkaian pengujian tegangan input relay pengaman tegangan hilang

4.4.4 Prosedur pengujian

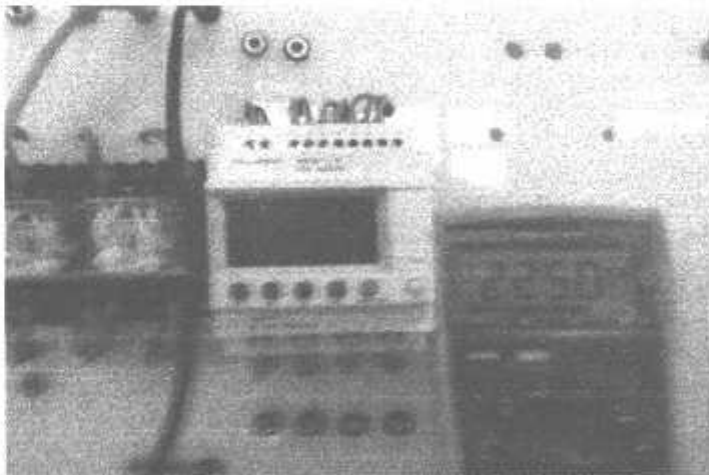
1. Hidupkan power supply 1 phasa
2. Inputkan kaki (+) dan (-) avo meter pada kaki (F) fasa dan (N) netral



Gambar 4.6 input tegangan relay pengaman fasa R sebesar 220,4 VAC



Gambar 4.7 input tegangan relay pengaman fasa S sebesar 227,9 VAC



Gambar 4.8 input tegangan relay pengaman fasa T sebesar 225,0 VAC

4.4.5 Tabel hasil pengujian tegangan input Relay pengaman tegangan R,S,T

Dari hasil pengujian tegangan relay didapatkan data sebagai berikut ;

Tabel 4.3 hasil pengujian tegangan input relay pengaman tegangan fasa R,S,T

| NO | Keterangan | Tegangan kerja | Tegangan Pegujian input relay | Keadaan | Kontak | Kondisi |
|----------|------------|----------------|-------------------------------|---------|-----------|---------|
| 1 | Relay R | 220-240VAC | 220,4 VAC | ON | 9-1(NO) | Baik |
| | | | | | 9-5(NC) | |
| | | | | | 10-2(NO) | |
| | | | | | 10-6 (NC) | |
| | | | | | 11-3 (NO) | |
| | | | | | 11-7 (NC) | |
| | | | | | 12-4 (NO) | |
| 2 | Relay S | 220-240VAC | 227,9 VAC | ON | 9-1(NO) | Baik |
| | | | | | 9-5(NC) | |
| | | | | | 10-2(NO) | |
| | | | | | 10-6 (NC) | |
| | | | | | 11-3 (NO) | |
| | | | | | 11-7 (NC) | |
| | | | | | 12-4 (NO) | |
| 3 | Relay T | 220-240VAC | 225,0 VAC | ON | 9-1(NO) | Baik |
| | | | | | 9-5(NC) | |
| | | | | | 10-2(NO) | |
| | | | | | 10-6 (NC) | |
| | | | | | 11-3 (NO) | |
| | | | | | 11-7 (NC) | |
| | | | | | 12-4 (NO) | |
| 12-8(NC) | | | | | | |

4.5 Pengujian Program *zelio*

Dalam pengujian program *zelio* meliputi Tujuan, Peralatan yang digunakan,,
Prosedur pengujian

4.5.1 Tujuan

Mengetahui keluaran *zelio* untuk menggerakkan kontaktor

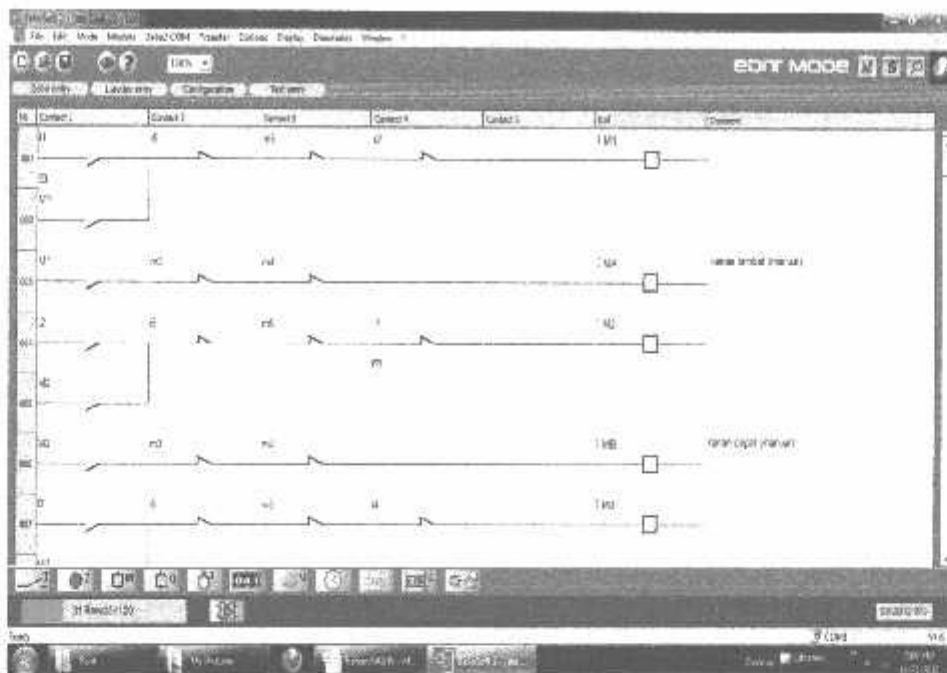
4.5.2 Peralatan yang digunakan

1. Laptop/PC
2. Program *zelio soft*

4.5.3 Prosedur pengujian

1. Buka Program *Zelio Soft*

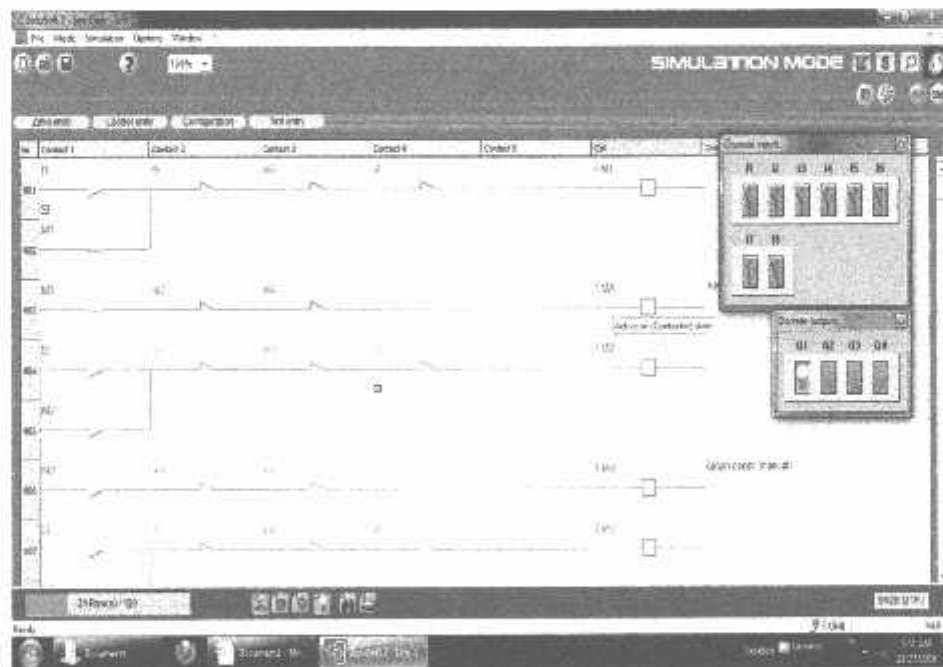
2. Klik icon S untuk menjalankan simulasi



Gambar 4.9 Simulasi pada Zelio Soft

Gambar diatas posisi zelio belum dijalankan untuk menjalankan klik symbol S pada pojok kanan zelio soft

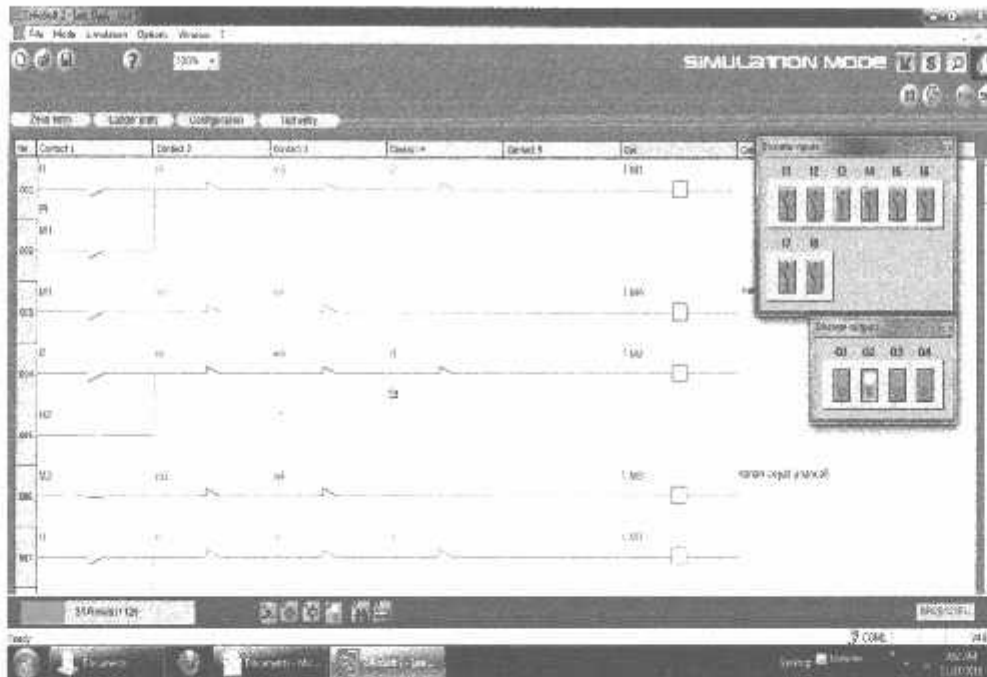
3. Klik II untuk menjalankan simulasi rangkaian lambat arah putaran kanan



Gambar 4.10 Simulasi putaran kanan lambat manual diwakili Q1

Gambar diatas menjelaskan bahwa warna merah menandakan MA aktif sebagai penghubung ke Q1 yang ditampilkan melalui *discrete output*

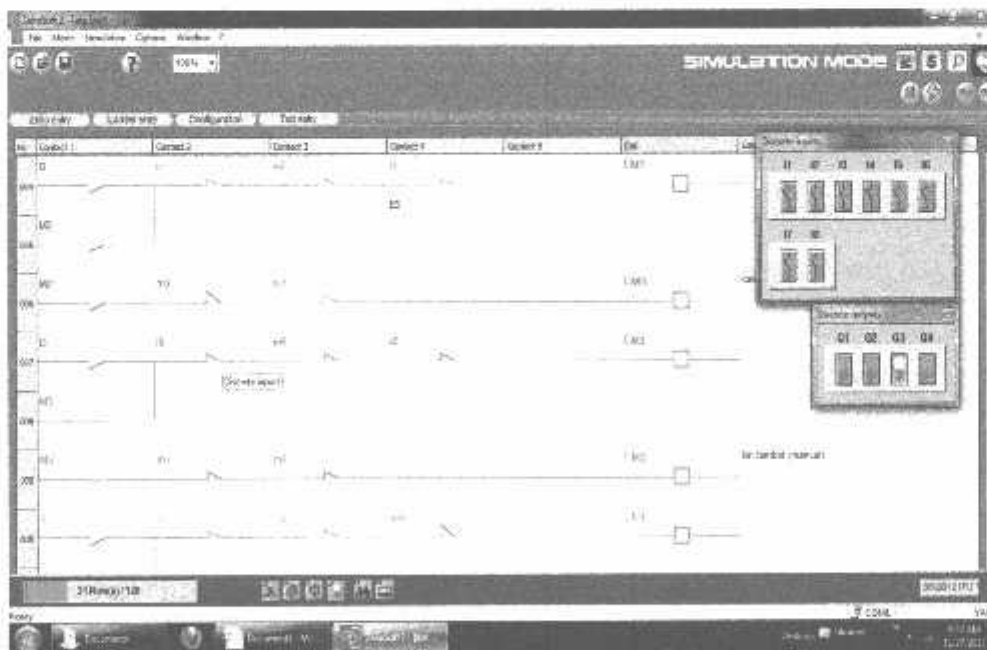
4. Klik I2 untuk menjalankan rangkaian putaran kanan cepat



Gambar 4.11 Simulasi putaran kanan cepat manual diwakili Q2

Gambar diatas menjelaskan bahwa warna merah menandakan MB aktif sebagai penghubung ke Q2 yang ditampilkan melalui *discrete output*

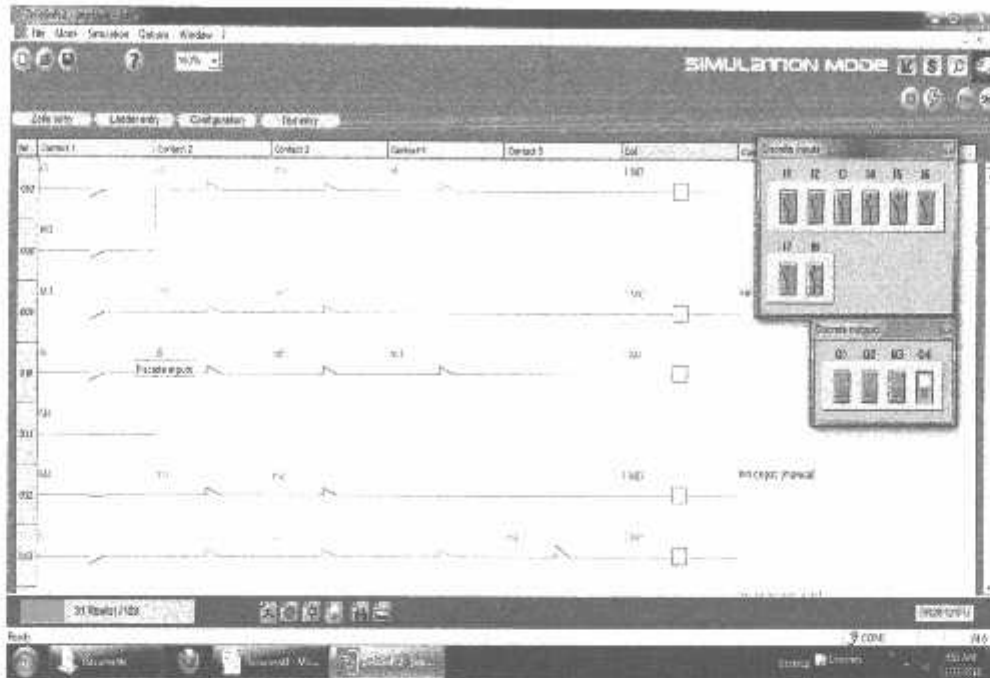
5. Klik I3 untuk menjalankan rangkaian putaran kiri lambat



Gambar 4.12 Simulasi putaran kiri lambat manual diwakili Q3

Gambar diatas menjelaskan bahwa warna merah menandakan MC aktif sebagai penghubung ke Q3 yang ditampilkan melalui *discrete output*

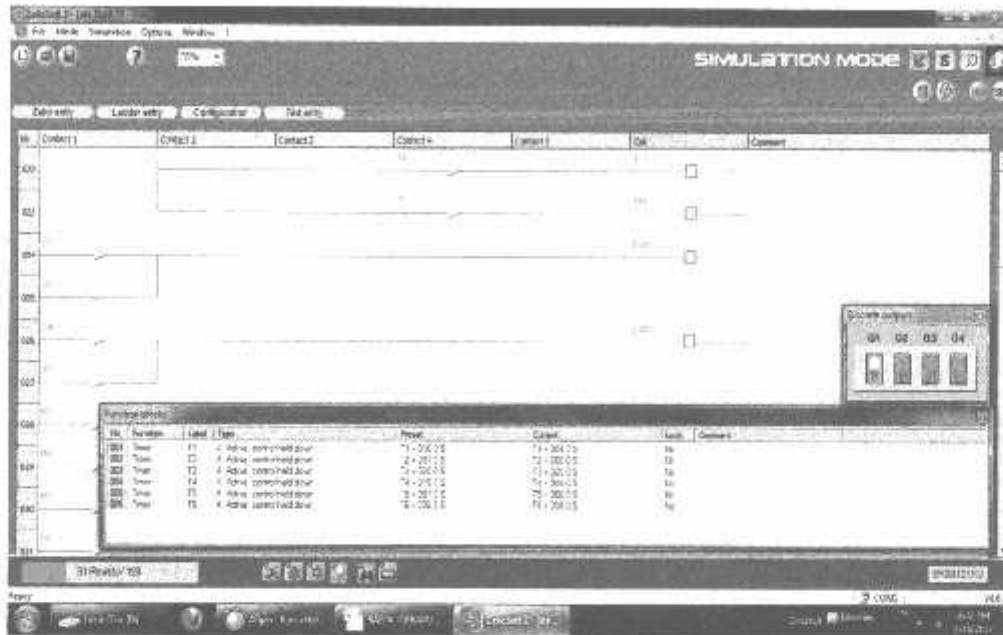
6. Klik I4 untuk menjalankan rangkaian putaran kiri cepat



Gambar 4.13 Simulasi putaran kiri cepat manual diwakili Q4

Gambar diatas menjelaskan bahwa warna merah menandakan MD aktif sebagai penghubung ke Q4 yang ditampilkan melalui *discrete output*

7. Klik I6 untuk menjalankan rangkaian auto



Gambar 4.14 Simulasi untuk rangkaian lambat arah putaran kanan diwakili Q1 selama 10 detik

Gambar diatas menjelaskan bahwa warna merah menandakan M6 aktif sebagai penghubung ke Q1 secara auto yang ditampilkan melalui *discrete output* dan fungsi timer T1 yang ditampilkan melalui *function bloks* menghitung selama 10 detik

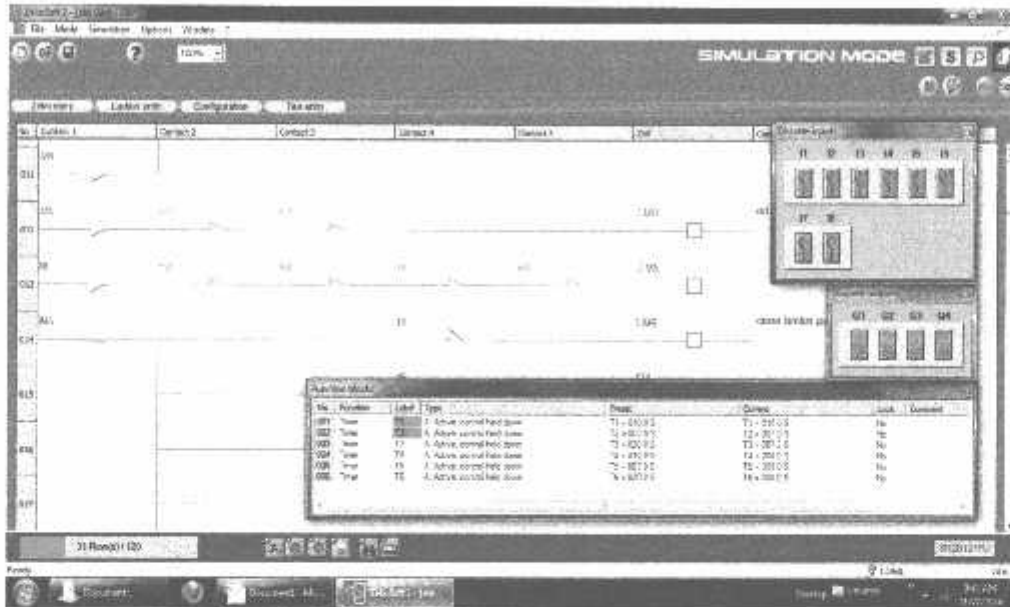
8. Setelah 10 detik Q1 berpindah ke Q2



Gambar 4.15 Simulasi rangkaian cepat arah putaran ke kanan diwakili Q2 selama 7 detik

Gambar diatas menjelaskan bahwa warna merah menandakan M7 aktif sebagai penghubung ke Q2 secara auto yang ditampilkan melalui *discrete output* dan fungsi timer T2 yang ditampilkan melalui *function bloks* menghitung selama 7 detik

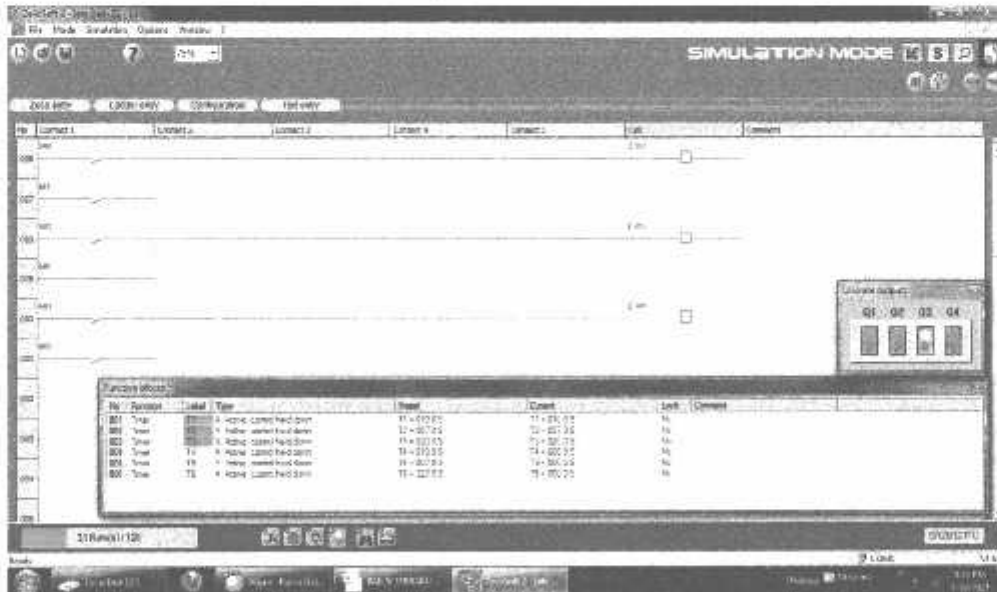
9. Setelah 7 detik Q2 mati T3 bekerja menunda waktu selama 20 detik



Gambar 4.16 Simulasi T3 bekerja menunda waktu

Gambar diatas menjelaskan bahwa tidak ada output yang aktif dikarenakan timer T3 menunda waktu selama 20 detik yang ditampilkan lewat *function bloks*

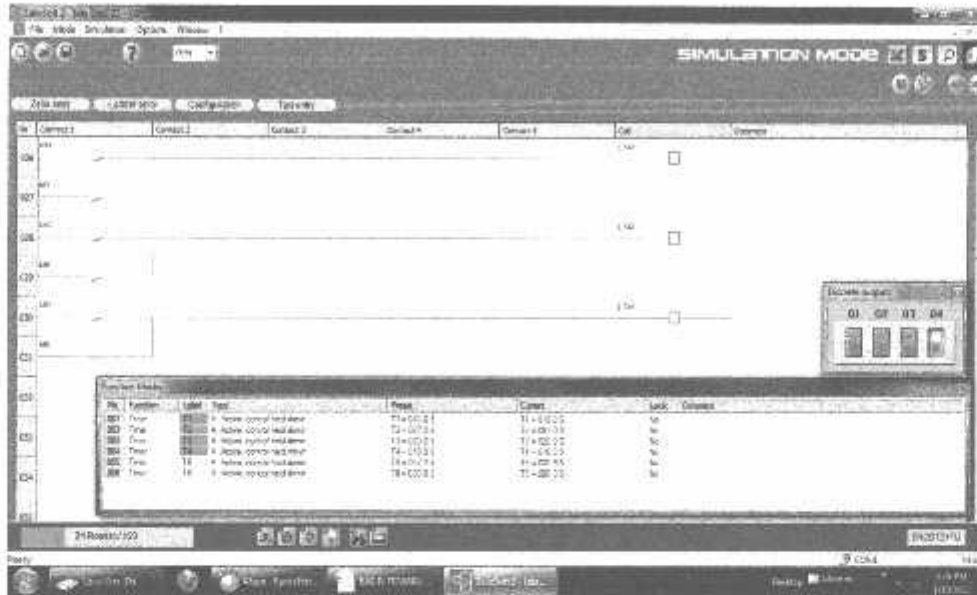
10. Setelah 20 detik Q3 bekerja



Gambar 4.17 Simulasi rangkaian lambat arah putaran ke kiri diwakili Q3 selama 10 detik

Gambar diatas menjelaskan bahwa warna merah menandakan M8 aktif sebagai penghubung ke Q3 secara auto yang ditampilkan melalui *discrete output* dan fungsi timer T4 yang ditampilkan melalui *function bloks* menghitung selama 10 detik

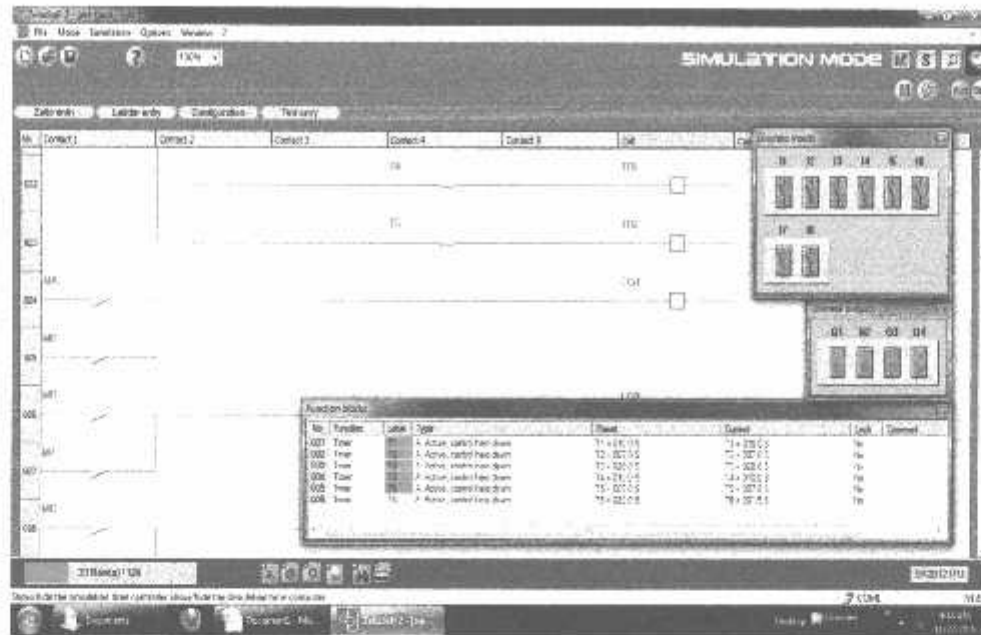
11. Setelah 10 detik Q4 bekerja



Gambar 4.18 Simulasi rangkaian cepat arah putaran ke kiri diwakili Q4 selama 7 detik

Gambar diatas menjelaskan bahwa warna merah menandakan M9 aktif sebagai penghubung ke Q4 secara auto yang ditampilkan melalui *discrete output* dan fungsi timer T5 yang ditampilkan melalui *function bloks* menghitung selama 7 detik

12. Setelah 7 detik Q4 mati



Gambar 4.19 Simulasi T6 (seperti T3) bekerja menunda waktu untuk mengembalikan ke posisi awal auto

Gambar diatas menjelaskan bahwa tidak ada output yang aktif dikarenakan timer T6 menunda waktu selama 20 detik yang ditampilkan lewat *function blocks*

4.6 Pengujian Pengendalian Motor *Dahlander*

Dalam pengujian pengendalian motor *dahlander* oleh meliputi tujuan peralatan yang digunakan, Prosedur pengujian

4.6.1 Tujuan

Mengetahui kinerja peralatan pengendali motor *dahlander* dengan *smart relay*

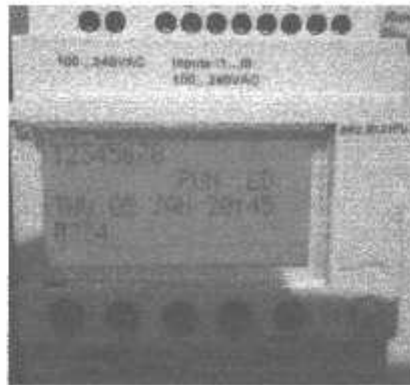
4.6.2 Peralatan yang digunakan

1. *zelio smart relay* yang sudah diprogram
2. tombol tekan
3. kontaktor magnet

4.6.3 Prosedur pengujian

1. tekan tombol I1 sesaat apa yang terjadi pada motor ?
2. tekan tombol I2 sesaat apa yang terjadi pada motor ?
3. tekan tombol I5 sesaat apa yang terjadi pada motor ?
4. tekan tombol I3 sesaat apa yang terjadi pada motor ?

5. tekan tombol I4 sesaat apa yang terjadi pada motor ?
6. tekan tombol I5 sesaat apa yang terjadi pada motor ?
7. masukan hasil pengujian kedalam tabel



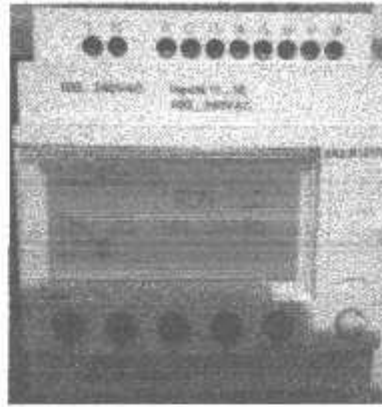
Gambar 4.20 output Q1 *smart relay* pengendali kontaktor putaran kanan
Lambat Setelah tombol I1 ditekan



Gambar 4.21 output Q2 *smart relay* pengendali kontaktor putaran kanan cepat
Setelah tombol I2 ditekan



Gambar 4.22 output Q3 *smart relay* pengendali kontaktor putaran kiri lambat
setelah I3 ditekan



Gambar 4.23 output Q4 *smart relay* pengendali kontaktor putaran kiri cepat setelah tombol I4 ditekan

4.6.4 Tabel hasil pengujian pengendalian motor *dahlander*

Dari hasil pengamatan dan pengujian kecepatan dan arah putaran pada motor *dahlander* diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil pengujian pengendalian motor *dahlander*

| No | Tombol | Output zelio | Kontaktor bekerja | Keadaan Motor | |
|----|--------|--------------|-------------------|---------------|-----------|
| | | | | Arah putar | kecepatan |
| 1 | I1 | Q1 | Kontaktor 1 | Kanan | Lambat |
| 2 | I2 | Q2 | Kontaktor 3&5 | Kanan | Cepat |
| 3 | I3 | Q3 | Kontaktor 2 | Kiri | Lambat |
| 4 | I4 | Q4 | Kontaktor 4&5 | Kiri | Cepat |

4.7 Pengukuran Kecepatan Motor *Dahlander*

Dalam pengukuran kecepatan motor yang dikendalikan oleh kontaktor meliputi tujuan peralatan yang digunakan, Prosedur pengujian

4.7.1 Tujuan

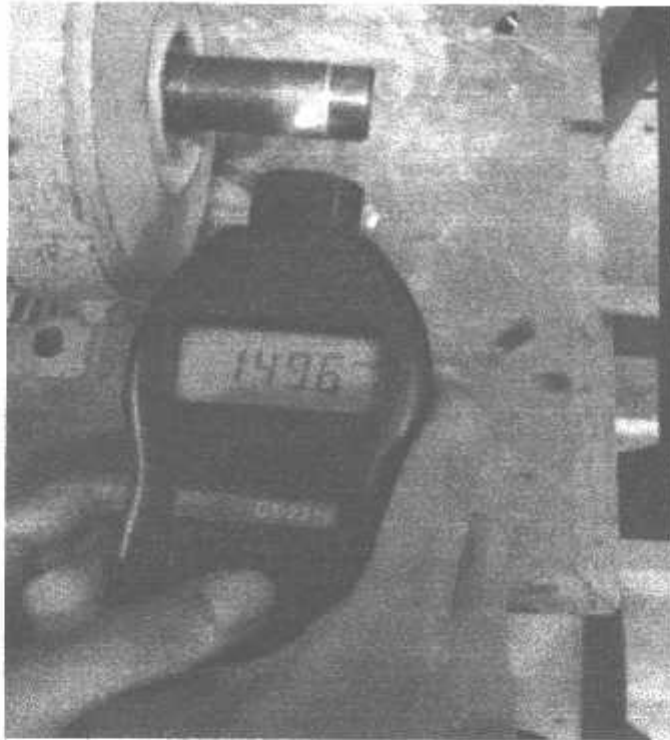
Mengetahui kecepatan motor yang dikendalikan *Smart relay* dan Kontaktor

4.7.2 Peralatan yang digunakan

1. Digital Tachometer
2. Tanda yang mengkilap untuk dibaca sinar laser Tachometer

4.7.3 Prosedur pengujian

1. Operasikan motor *dahlander* dengan menekan salah satu tombol start (I1/I2/I3/I4/I6)
2. Posisikan Tachometer pada kedudukan digital laser
3. Sorotkan sinar laser Tachometer pada benda yang mengkilap pada poros/as motor



Gambar 4.24 Pengukuran Putaran lambat Motor *Dahlander* arah putaran kanan



Gambar 4.25 Pengukuran Putaran Cepat Motor *Dahlander* arah putaran kanan



Gambar 4.26 Pengukuran putaran lambat Motor *Dahlander* arah putaran kiri



Gambar 4.27 Pengukuran putaran cepat Motor *Dahlander* arah putaran kiri

4.7.4 Tabel hasil pengukuran kecepatan motor *dahlander*

Dari hasil pengukuran dan pengamatan kecepatan dan arah putaran pada motor *dahlander* diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.5 Hasil pengukuran kecepatan motor *dahlander*

| NO | Tombol | Output <i>zelio</i> | Arah putaran | Kecepatan (Rpm) |
|----|--------|---------------------|--------------|-----------------|
| 1 | I1 | Q1 | Kanan | 1496 |
| 2 | I2 | Q2 | Kiri | 1497 |
| 3 | I3 | Q3 | Kanan | 2997 |
| 4 | I4 | Q4 | Kiri | 2995 |

4.8 Pengujian proteksi tegangan salah satu fasa hilang pada inputan *zello*

Dalam pengujian Pengujian proteksi tegangan salah satu fasa hilang pada inputan *zello* Tujuan, Peralatan yang digunakan, Prosedur pengujian Rangkaian pengujian dan tabel hasil pengujian

4.8.1 Tujuan

Mengetahui kinerja rangkaian proteksi salah satu fasa hilang pada rangkaian kontrol *zello*

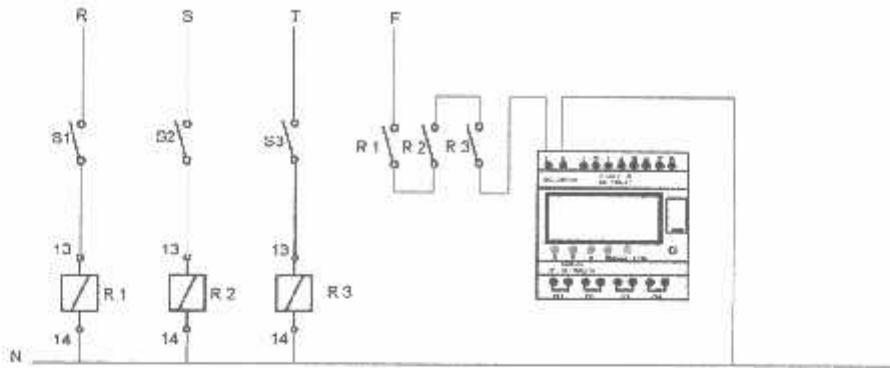
4.8.2 Peralatan yang digunakan

1. AVO meter
2. Saklar On/Off untuk simulasi tegangan fasa hilang(S1,S2,S3)

4.8.3 Prosedur pengujian

1. Nyalakan supply 1 phasa dan 3 phasa
2. ON kan (S1,S2,S3) sampai semua relay ON
3. Putuskan relay pada fasa R dengan menggunakan saklar S1

4.8.4 Rangkaian pengujian



Gambar 4.28 Rangkaian pengujian proteksi tegangan fasa hilang pada inputan *zelio*

4.8.5 Tabel hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang pada fasa R

Dari hasil pengujian Proteksi tegangan fasa R pada inputan *zelio* diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.6 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang pada fasa R

| No | Posisi Saklar | Posisi Relay (V) | Tegangan Relay(V) | <i>Zelio</i> |
|----|---------------|------------------|-------------------|--------------|
| 1 | S1 OFF | Relay 1 OFF | 0,21 V | OFF |
| 2 | S2 ON | Relay 2 ON | 226,2 V | |
| 3 | S3 ON | Relay 3 ON | 223,2 V | |

4. ON kan kembali S1
5. Putuskan relay pada fasa S dengan menggunakan saklar S2
6. Ukur tegangan pada setiap relay

4.8.6 Tabel hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang pada fasa S

Dari hasil pengujian Proteksi tegangan fasa S pada inputan *zelio* diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.7 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang pada fasa S

| No | Posisi Saklar | Posisi Relay (V) | Tegangan Relay(V) | <i>Zelio</i> |
|----|---------------|------------------|-------------------|--------------|
| 1 | S1 ON | Relay 1 ON | 217,4 V | OFF |
| 2 | S2 OFF | Relay 2 OFF | 0,22 V | |
| 3 | S3 ON | Relay 3 ON | 224,1 V | |

7. ON kan kembali S2
8. Putuskan relay pada fasa T dengan menggunakan saklar S3
9. Ukur tegangan pada setiap relay

4.8.7 Tabel hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang pada fasa T

Dari hasil pengujian Proteksi tegangan fasa T pada inputan *zelio* diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.8 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang pada fasa T

| No | Posisi Saklar | Posisi Relay (V) | Tegangan Relay(V) | <i>Zelio</i> |
|----|---------------|------------------|-------------------|--------------|
| 1 | S1 ON | Relay 1 ON | 217,4 V | OFF |
| 2 | S2 ON | Relay 2 ON | 226,8 V | |
| 3 | S3 OFF | Relay 3 OFF | 0,15 V | |

4.9 Pengujian proteksi tegangan salah satu fasa hilang pada saat motor *dahlander* bekerja

Dalam pengujian Pengujian proteksi tegangan salah satu fasa hilang pada saat motor *dahlander* bekerja, Peralatan yang digunakan, rangkaian pengujian, Prosedur pengujian dan tabel hasil pengujian

4.9.1 Tujuan

Mengetahui kinerja rangkaian proteksi salah satu fasa hilang pada saat motor *dahlander* bekerja

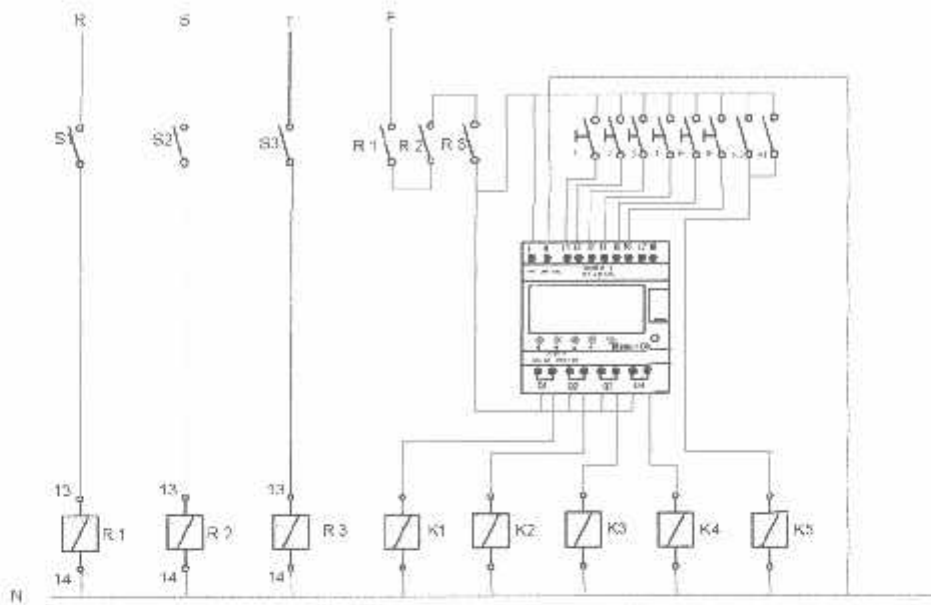
4.9.2 Peralatan yang digunakan

1. AVO meter
2. Saklar On/Off untuk simulasi tegangan fasa hilang (S1,S2,S3)

4.9.3 Prosedur pengujian

1. Nyalakan supply 1 phasa dan 3 phasa
2. ON kan (S1,S2,S3) sampai semua relay ON
3. ON kan motor *dahlander* dengan menggunakan tombol (I1/I2/I3/I4/I6)
4. Putuskan relay pada fasa R dengan menggunakan saklar S1

4.9.4 Rangkaian pengujian



Gambar 4.29 Rangkaian pengujian pengaman tegangan pada saat motor bekerja

4.9.5 Tabel hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang pada fasa R pada saat motor bekerja

Dari hasil pengujian Proteksi tegangan fasa R pada saat motor bekerja diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.9 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang pada fasa R saat motor bekerja

| No | Posisi Saklar | Posisi Relay (V) | Tegangan Relay(V) | Motor <i>dahlander</i> |
|----|---------------|------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | S1 OFF | Relay 1 OFF | 0,20 V | Berhenti |
| 2 | S2 ON | Relay 2 ON | 227,2 V | |
| 3 | S3 ON | Relay 3 ON | 224,2 V | |

5. ON kan kembali S1
6. ON kan motor dahlander dengan menggunakan tombol (11/12/13/14/16)
7. Putuskan relay pada fasa S dengan menggunakan saklar S2
8. Ukur tegangan pada setiap relay

4.9.6 Tabel hasil pengujian poteksi tegangan fasa hilang pada fasa S pada saat motor bekerja

Dari hasil pengujian Proteksi tegangan fasa S pada saat motor bekerja

Diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.10 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang pada fasa S saat motor bekerja

| No | Posisi Saklar | Posisi Relay (V) | Tegangan Relay(V) | Motor <i>dahlander</i> |
|----|---------------|------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | S1 ON | Relay 1 ON | 217,4 V | Berhenti |
| 2 | S2 OFF | Relay 2 OFF | 0,228 V | |
| 3 | S3 ON | Relay 3 ON | 224,6 V | |

9. ON kan kembali S2

10. ON kan motor *dahlander* dengan menggunakan tombol (I1/I2/I3/I4/I6)

11. Putuskan relay pada fasa T dengan menggunakan saklar S3

12. Ukur tegangan pada setiap relay

4.9.7 Tabel hasil pengujian poteksi tegangan fasa hilang pada fasa T pada saat motor bekerja

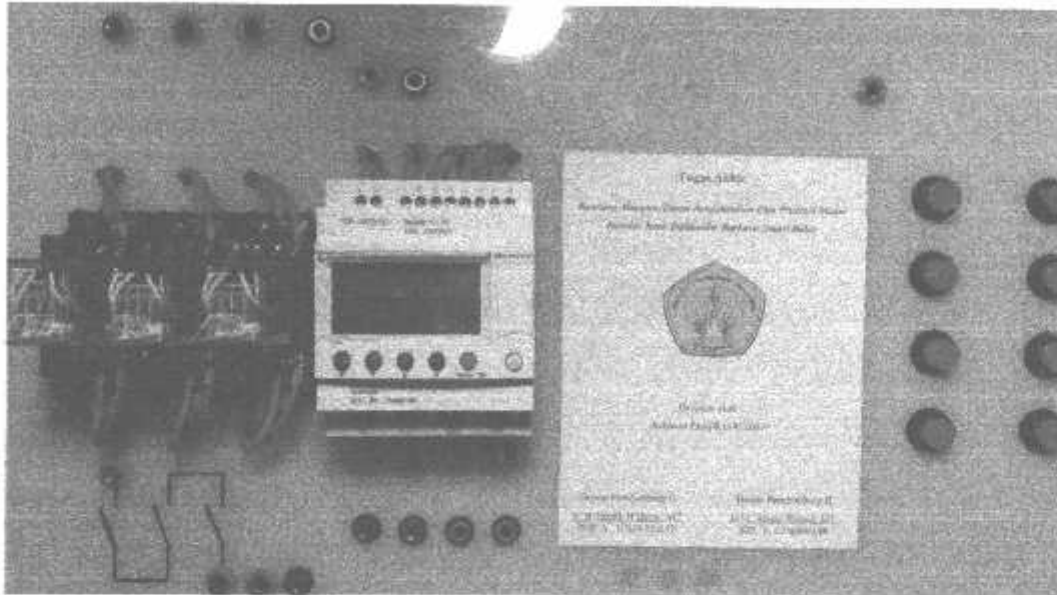
Dari hasil pengujian Proteksi tegangan fasa T pada saat motor bekerja diperoleh data sebagai berikut

Tabel 4.11 hasil pengujian proteksi tegangan fasa hilang pada fasa T saat motor bekerja

| No | Posisi Saklar | Posisi Relay (V) | Tegangan Relay(V) | Motor <i>dahlander</i> |
|----|---------------|------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | S1 ON | Relay 1 ON | 219,5 V | Berhenti |
| 2 | S2 ON | Relay 2 ON | 226,3 V | |
| 3 | S3 OFF | Relay 3 OFF | 0,16 V | |

4.10 Spesifikasi Alat

Dari hasil perancangan alat pengendali pergantian kecepatan dan arah putaran motor *dahlander* dilengkapi proteksi berbasis *smart relay*, maka spesifikasinya sebagai berikut :



Gambar 4.30 Hasil perancangan alat sistem pengendalian dan proteksi motor *dahlander*

| | |
|----------------|-------------------|
| Panjang | : 46 cm |
| Lebar | : 30 cm |
| Tebal | : 4 mm |
| Tegangan kerja | : 220 VAC/380 VAC |
| Arus | : 25 A |
| Daya | : 4,5 KW |
| Frekuensi | : 50 HZ |



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari perencanaan, pembuatan dan pengujian sistem pengendali pergantian kecepatan dan arah putaran pada motor *dahlander* dilengkapi proteksi salah satu tegangan 3 fasa hilang berbasis *smart relay* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada sistem pengendalian pergantian kecepatan dan arah putaran motor *dahlander* semua peralatan berfungsi dengan baik dengan waktu putaran ke kanan selama 10 detik dengan putaran 1496 Rpm, Berubah putaran menjadi 2997 Rpm selama 7 detik lalu melakukan tunda selama 20 detik, Berputar ke kiri selama 10 detik dengan putaran 1497 Rpm, Berubah putaran menjadi 2995 Rpm selama 7 detik lalu kembali melakukan tunda selama 20 detik untuk kembali berputar ke arah kanan
2. apabila salah satu fasa R,S,T hilang maka akan diamankan oleh relay yang terpasang seri dengan inputan *zello*

5.2 Saran

1. pada pembuatan tugas akhir ini proteksi beban lebih terpasang namun karena keterbatasan belum dilakukan pengujian untuk kedepannya bisa ditambahkan pembahasan tentang proteksi beban lebih
 2. tambahkan sistem pengereman pada pengendalian motor *dahlander* untuk mempercepat proses balik putaran
-



DAFTAR PUSTAKA

1. Kismet Fadillah Drs, *Instalasi Motor listrik* , PT. Angkasa, Bandung, 1999
 2. Setiawan , Ir, , *Instalasi Arus Kuat 1 6*, Proyek Pembinaan dan Pengembangan Dikmenjur, PT. Binacipta, Jakarta , 1986
 3. Setiawan , Ir, , *Instalasi Arus Kuat 2*, Proyek Pembinaan dan Pengembangan Dikmenjur, PT. Binacipta, Jakarta , 1986
 4. Setiawan , Ir, , *Instalasi Arus Kuat 3*, Proyek Pembinaan dan Pengembangan Dikmenjur, PT. Binacipta, Jakarta, 1986
 5. [http : // electro-creations. Blogspot.co.id](http://electro-creations.blogspot.co.id)
 6. [http : // belajarelekttronika.net](http://belajarelekttronika.net)
-



LAMPIRAN



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

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

PERSEROJ MALANG
: 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) 417836 Fax. (0341) 417834 Malang

Nomor : ITN-04.014/IV.FTI-T.E.DIII/16
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Tugas Akhir**

Malang, 17 Nopember 2016

Kepada : Yth. Bpk/Ibu **Ir. Taufik Hidayat, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
di - Tempat

Dengan Hormat,

Sesuai dengan permohonan persetujuan dalam Tugas Akhir untuk mahasiswa :

N a m a : Achmad Faris R.
No. Mahasiswa : 1452007
Program Studi : Teknik Listrik D-III
Judul Tugas Akhir : **"Rancang Bangun Pengendalian dan Proteksi Motor
Induksi Jenis Dahlander Berbasis Smart Relay"**

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

" Semester Ganjil Tahun Akademik 2016-2017 "

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



Mengetahui
Ketua Prodi Teknik Listrik D-III,

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



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

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

ERSEROJ MALANG
NAGA MALANG

Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 561431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : J. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417836 Fax. (0341) 417834 Malang

Nomor : ITN-04.015/IV.FTI-T.E.DIII/16
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Tugas Akhir**

Malang, 17 Nopember 2016

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 : Achmad Faris R.

No. Mahasiswa : 1452007

Program Studi : Teknik Listrik D-III

Judul Tugas Akhir: **"Rancang Bangun Pengendalian dan Proteksi Motor
Induksi Jenis Dahlander Berbasis Smart Relay"**

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

" Semester Ganjil Tahun Akademik 2016-2017 "

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



Mengetahui
Kepala Prodi Teknik Listrik D-III,

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



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

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

(PERSERO) Malang
 (NAGA MALANG)

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

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA : Achmad Faris R
 NIM : 1452007
 BIMBINGAN : Semester Ganjil 2016/2017
 TEMA : Rancang Bangun Sistem Pengendalian Dan Proteksi Motor Induksi Jenis Dahlander Berbasis Smart Relay

| Tanggal | Uraian | Paraf Pembimbing |
|-------------|---|------------------|
| | | |
| 2 Des 2016 | Lanjutkan ke bab IV, | |
| 24 Des 2016 | Tambahkan proteksi beban lebih untuk motor putaran rendah & cepat | |
| 28 Des 2016 | - Bab II Tuliskan tentang motor induksi serta perancangannya. Untuk proses pengaduan bahan cat untuk mesin di catok miring. | |
| 8-1-2017 | - Bab II - Landas teori hanya mengacu pada perancangan saja. Proteksi hanya kembalinya suhu saat motor pada suhu normal. | |
| 10-1-2017 | Revisi kesimpulan dan gambar | |
| 11-1-2017 | Bee menyusul upani TA | |
| | | |
| | | |
| | | |

Malang,
 Dosen Pembimbing I,

Ir. Taufik Hidayat, MT
 NIP.Y : 10118700151



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 NAGA MALANG

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

FORMULIR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA : Achmad Faris R
N.I.M : 1452007
WAKTU BIMBINGAN : Semester Ganjil 2016/2017
UDUL : Rancang Bangun Sistem Pengendalian Dan Proteksi Motor Induksi Jenis
Dahlander Berbasis Smart Relay

| NO | Tanggal | Uraian | Paraf Pembimbing |
|-----|-----------|--|------------------|
| 1. | 29/11 '16 | Revisi penambahan Timer, FUSE, Penulisan sub bab, Revisi motor balik motor | |
| 2. | 4/12 '16 | ACC pengaturan Kecepatan | |
| 3. | | Penambahan Tabel. Pengujian alat satu persatu | |
| 4. | | | |
| 5. | | Revisi Pengujian. Tabel alat, kondisi normal. Tabel pengendalian motor | |
| 6. | 17/1 '17 | ACC ujian T.A. | |
| 7. | | | |
| 8. | | | |
| 9. | | | |
| 10. | | | |

Malang,
Dosen Pembimbing II,

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



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 (P/PSERC) MALANG
BANK NAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Segura-jura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax (0341) 417654 Malang

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

Nama : Achmad Faris R
N.I.M : 1452007
Jurusan/Prodi : Teknik Listrik D III
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2016/2017
Judul : Rancang Bangn Sistem Pengendalian Dan Proteksi Motor
Induksi Jenis *Dahlander* Berbasis *Smart Relay*

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Program Diploma III, pada :
Hari : Sabtu
Tanggal : 21 Januari 2017
Dengan Nilai : 86,75 (A₂)

Panitia Ujian Tugas Akhir :



Sekretaris Majelis Penguji

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP.Y. 1028700172

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP.Y. 1018800190

Dosen Penguji II

Lauhil Mahfudz Hayusman ST, MT
NIP. P. 1031400472



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 PERBAIKAN TUGAS AKHIR

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

Nama : Achmad Faris R
 N.I.M : 1452007
 Jurusan/Prodi : Teknik Listrik D-III
 Masa Bimbingan : 2016-2017
 JUDUL : Rancang Bangun Sistem Pengendalian Dan Proteksi Motor Induksi Jenis *Dahlander* Berbasis *Smart Relay*

| NO | Penguji | Tanggal | Uraian | Paraf |
|----|------------|-----------|---|-------|
| 1. | Penguji I | 21/1/2017 | 1. Perbaiki Diagram Airr | |
| 2. | Penguji II | 21/1/2017 | 1. Kata Pengantar, Pendahuluan 2. Tabel diperbaiki (Tabel 3.2) 3. Persamaan Rumus diberi nomor... (2.1) | |

Disetujui :

Dosen Penguji I

Ir. Choirul Saleh MT
 NIP. Y. 1018800190

Dosen Penguji II

Laubil Mahfudz Hayusman ST, MT
 NIP. P. 1031400472

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
 NIP. Y. 10118700151

Dosen Pembimbing II

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





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA

NIM

Perbaikan melalui

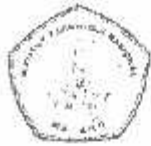
L. PARIS
452007

perbaikan dengan Alis

Matang,

29/7
11
2023

(_____)



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, Prodi Teknik

Listrik D-III, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :

Nama : Achmad Faris R

NIM : 1452007


Jurusan : Teknik Listrik D-III

Adapun perbaikan-perbaikan tersebut meliputi antara lain :

1. Kata Pengantar, Pendahuluan.
2. tabel diperbaiki (tabel 2.2).
3. persamaan/purus diberi nomor ... (2.1) dst.

Malang, 21 Januari 2017

Dosen Penguj,


(Lantut Mahfud H.)
