

**PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI  
SATU PHASA  
BERDASARKAN TEMPERATUR  
BERBASIS PLC (ZELIO)**

**Tugas Akhir**

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas  
Dan Syarat-syarat Untuk Mencapai  
Gelar Sarjana Teknik**

**MULIADI**

**07.812.0003**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2014**

Judul Skripsi : Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Satu Phasa Berdasarkan Temperatur Berbasis PLC (Zelio)

Nama : **M u l i a d i**

NPM : **07.812.0003**

Fakultas : Teknik

**Disetujui Oleh**  
**Komisi Pembimbing**

**Ir. H. Hermansyah Alam, MT**

**Pembimbing I**

**Ir. Marlan Swandana, MM**

**Pembimbing II**

**Ir. Hj. Haniza, MT**

**Dekan**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian - bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 5 september 2014

**Muliadi**  
07.812.0003

## ABSTRAK

Telah dibuat rancangan simulasi program beserta alatnya, guna untuk pengaturan kecepatan motor berdasarkan temperatur berbasis *PLC (Zelio)*. Sistem kendali yang digunakan berupa *PLC jenis smart relay* dan *thermostat*. Rancangan simulasi ini dibuat untuk mempermudah proses pengendalian kecepatan motor induksi pada suatu unit mesin pembekuan udang di industri yang bekerja secara otomatis. Manfaat dari simulasi ini adalah sebagai sarana uji coba dalam skala kecil yang mewakili kasus yang akan diselesaikan di industri pembekuan udang. Rancangan simulasi terdiri atas dua buah komponen yaitu hardware dan software yaitu berupa rancangan program *PLC (bahasa ladder)* dan alat uji cobanya yang bersifat pendekatan. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah program simulasi dapat digunakans ebagai program *PLC jenis smart rela* yuntuk pengontrolan kecepatan motor induksi secara otomatis. Kecepatan motor yang dikontrol dapat diatur melalui pensettingan antara software dan hardware. Setelah diadakan pengujian rancangan simulasi yang diimplementasikan dengan menggunakan alat uji coba tersebut, dapat bekerja dengan baik dengan level kecepatan motor yang diinginkan berdasarkan perubahan temperatur ruangan pembekuan.

## ABSTRACT

*Has made the design of the instrument and its simulation program, in order to control the motor speed based on temperature and PLC (Zelio). Control systems used in the form of PLC smart relay and thermostat sensor. The design of the simulation is designed to ease the process of induction motor speed control in a freezing machine unit in the shrimp industry that works automatically. The benefits of this simulation is as a means of testing on a small scale that represents the case will be resolved in the freezing shrimp industry. The design of the simulation consists of two components : hardware and software by design of PLC program (ladder language) and tools that are the trials approach. The results obtained in this study is a simulation program can be used as a type of smart relay PLC program for induction motor speed control automatically. Controlled motor speed can be set through setting between software and hardware. Having held that the test design simulation is implemented using the test tool, can work well with the desired level of motor speed based on temperature changes in the room freezing.*

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Sumber Padi Kec. Lima Puluh Kab.Batu Bara pada tanggal 15 Januari 1982 dari ayah **Jarno** dan ibu **Sawiyah** Penulis merupakan putra ke 2 ( dua ) dari 3 ( tiga ) bersaudara.

Tahun 2001 Penulis lulus dari SMK BUDHI DARMA INDRAPURA dan pada tahun 2007 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunianya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah tentang sistem pengontrolan dengan judul “*Simulasi Pengendalian Kecepatan Motor Induksi Satu Phasa Berdasarkan Temperatur Berbasis PLC (Zelio)*”.

Selama proses pengerjaannya, banyak sekali bantuan, bimbingan, saran yang membangun, dan motivasi yang diterima penulis. Atas semua bantuan tersebut, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas segala tuntunan, kesehatan, kemudahan, dan keselamatan yang diberikan pada penulis selama penelitian dan pengerjaan laporan skripsi, sehingga semua dapat diselesaikan dengan lancar.
2. Kedua orang tuadan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan motivasi yang sangat luar biasa pada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. H. A. Ya'kub Matondang, MA, selaku Rektor UMA.
4. Ibu Ir. Hj. Haniza, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik UMA.
5. Bapak Ir. H. Usman Hrp, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro UMA.
6. Bapak Ir. H. Hermansyah Alam, MT, selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Marlan Swandana, MM, selaku dosen pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya dan memberikan banyak pengetahuan baru selama membimbing penulis sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

7. Seluruh staf Administrasi Fakultas Teknik UMA yang telah membantu penulis dalam melengkapi informasi agar penelitian saya cepat selesai.
8. Rekan-rekan terbaik TE UMA angkatan 2007 atas semangat berjuang yang tak kenal lelah.
9. Terkhusus kepada Istri saya tercinta, yang tak kenal lelah telah berjuang membantu baik secara moril maupun materil demi tercapainya penelitian saya ini.

Laporan skripsi ini juga tidak luput dari kesalahan. Apabila dalam penulisan laporan terdapat kesalahan, penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima setiap masukan dan kritik yang membangun demi terciptanya laporan Skripsi yang lebih baik. Penulis juga berharap semoga laporan Skripsi ini bermanfaat

Medan, 5 September 2014  
Penulis

**M u l i a d i**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 LatarBelakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metoda Penelitian.....	
1.6 Sistematika Skripsi.....	
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan.....	6
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Sejarah PLC.....	7
2.2.1.1 Prinsip Kerja PLC.....	10
2.2.1.2 Komponen PLC.....	13
2.2.1.3 Device Input dan Ouput PLC.....	17
2.2.1.4 Diagram Ladder .....	19
2.2.2 Catu Daya .....	22
2.2.3 Penyaring Kapasitor (Filter Capacitor) .....	23
2.2.4 IC Catu Daya .....	23
2.2.5 Sensor .....	24
2.2.5.1 Sensor LM 35 DZ .....	24

2.2.6	Saklar Rotary Pengubah Supply Tegangan .....	26
2.2.7	Motor Induksi 1 Phasa.....	26
2.2.7.1	Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 1 Phasa .....	27
2.2.7.2	Prinsip Kerja Motor Induksi 1 Phasa.....	28
2.2.7.2.1	Teori Medan Putar Silang.....	28
2.2.7.2.2	Teori Medan Putar Ganda.....	34
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>38</b>
3.1	Tempat Penelitian.....	38
3.2	Alat dan Bahan.....	38
3.3	Konfigurasi Sistem.....	39
3.4	Perencanaan dan Perancangan Perangkat Keras .....	40
3.4.1	Perancangan Sistem Sensor Temperatur .....	40
3.4.2	Perancangan Sistem Pendukung Pengaturan Kecepatan Motor Induksi .....	42
3.4.3	Perancangan Sistem secara Keseluruhan .....	43
3.5	Perencanaan dan Perancangan Perangkat Elektrik .....	44
3.6	Perencanaan dan Perancangan Program pada PLC.....	44
3.7	Flowchart Sistem Kerja Seluruh Sistem .....	46
<b>BAB IV</b>	<b>PENGUJIAN DAN ANALISA .....</b>	<b>47</b>
4.1	Umum.....	47
4.2	Pengujian Sensor.....	47
4.3	Pengujian Rotary Switch.....	48
4.4	Pengujian Motor Induksi 1 Phasa .....	49
4.5	Pengujian PLC .....	50
4.6	Pengujian Sistem secara Keseluruhan.....	51
4.6.1	Hasil Pengujian .....	51
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>53</b>
5.1	Kesimpulan.....	53

5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>



## DAFTAR TABEL

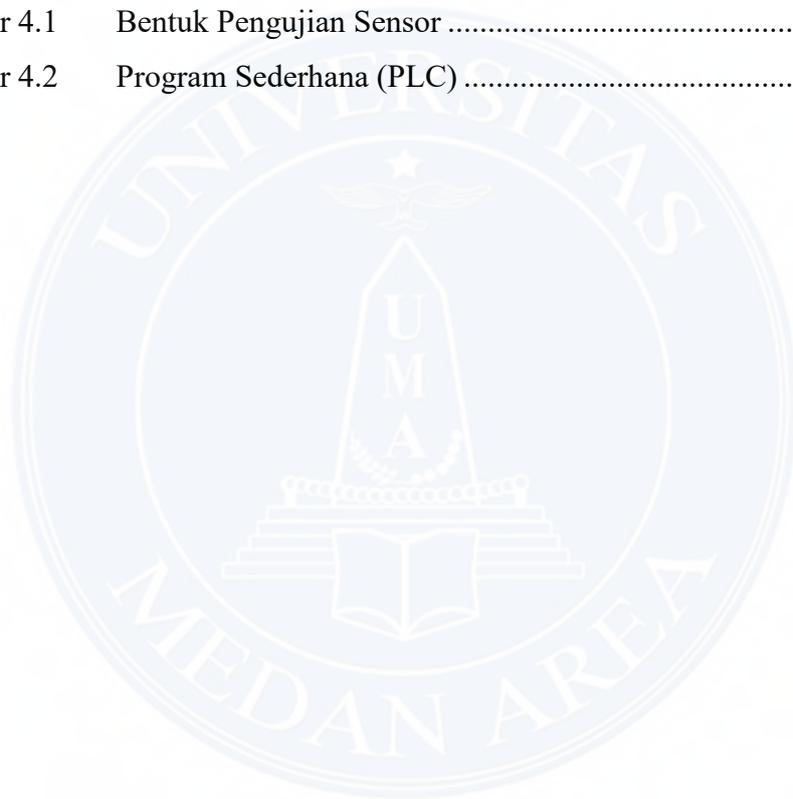
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Sensor .....	48
Tabel 4.2	Pengujian Resistansi Rotary Switch .....	49
Tabel 4.3	Pengujian Motor Induksi 1 Phasa .....	50
Tabel 4.4	Tabel Pengujian Secara Keseluruhan .....	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	PLC Jenis SR (Smart Relay).....	9
Gambar 2.2	Diagram Blok PLC.....	10
Gambar 2.3	Blok Diagram CPU pada PLC .....	11
Gambar 2.4	Koneksi Peralatan Luar dengan Modul Input .....	11
Gambar 2.5	Koneksi Peralatan Luar dengan Modul Output 1 Common...	12
Gambar 2.6	Ilustrasi Scanning .....	12
Gambar 2.7	Komponen PLC.....	13
Gambar 2.8	Antar Muka Input PLC .....	16
Gambar 2.9	Device Input .....	17
Gambar 2.10	Simbol-simbol Logika Input PLC.....	18
Gambar 2.11	Device Output .....	19
Gambar 2.12	Contoh Diagram Ladder Elektromekanis .....	19
Gambar 2.13	Simbol Standart Peralatan Listrik .....	20
Gambar 2.14	Transformasi Diagram Ladder .....	21
Gambar 2.15	Rangkaian Penyearah Sederhana .....	22
Gambar 2.16	Rangkaian Gelombang Penuh.....	23
Gambar 2.17	Rangkaian Filter Dengan Capacitor .....	23
Gambar 2.18	IC LM 7812.....	24
Gambar 2.19	IC LM 35 DZ .....	26
Gambar 2.20	Bentuk Fisik Saklar Rotary dan Rangkaianya .....	26
Gambar 2.21	Konstruksi Motor Induksi 1 Phasa.....	27
Gambar 2.22	Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Sederhana.....	28
Gambar 2.23	Rangkaian Pengganti Motor Induksi 1 Phasa .....	28
Gambar 2.24	Medan Magnet Stator Berpulsa.....	29
Gambar 2.25	Motor dalam Keadaan Berputar .....	31
Gambar 2.26	Fluks Rotor Tertinggal Fluks Stator Sebesar $90^0$ .....	32
Gambar 2.27	Medan Silang yang Dibangkitkan Arus Stator.....	33
Gambar 2.28	Phasor Medan Putar yang Dihasilkan oleh Belitan Stator dan Rotor.....	33
Gambar 2.29	Konsef Medan Putar Ganda .....	34

Gambar 2.30	Kurva Fluks terhadap $\theta$ .....	35
Gambar 2.31	Karakteristik Torsi .....	37
Gambar 2.32	Bentuk Fisik Motor Induksi 1 Phasa.....	37
Gambar 3.1	Konfigurasi Sistem.....	39
Gambar 3.2	Rangkaian Sensor LM 35.....	41
Gambar 3.3	Sistem Modifikasi Rotary Switch .....	42
Gambar 3.4	Gambar Seluruh Sistem.....	43
Gambar 3.5	Program Ladder.....	44
Gambar 3.6	Flowchart .....	46
Gambar 4.1	Bentuk Pengujian Sensor .....	47
Gambar 4.2	Program Sederhana (PLC) .....	50



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunianya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah tentang sistem pengontrolan dengan judul “*Simulasi Pengendalian Kecepatan Motor Induksi Satu Phasa Berdasarkan Temperatur Berbasis PLC (Zelio)*”.

Selama proses pengerjaannya, banyak sekali bantuan, bimbingan, saran yang membangun, dan motivasi yang diterima penulis. Atas semua bantuan tersebut, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas segala tuntunan, kesehatan, kemudahan, dan keselamatan yang diberikan pada penulis selama penelitian dan pengerjaan laporan skripsi, sehingga semua dapat diselesaikan dengan lancar.
2. Kedua orang tuadan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan motivasi yang sangat luar biasa pada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. H. A. Ya’kub Matondang, MA, selaku Rektor UMA.
4. Ibu Ir. Hj. Haniza, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik UMA.
5. Bapak Ir. H. Usman Hrp, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro UMA.
6. Bapak Ir. H. Hermansyah Alam, MT, selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Marlan Swandana, MM, selaku dosen pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya dan memberikan banyak pengetahuan baru selama membimbing penulis sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

7. Seluruh staf Administrasi Fakultas Teknik UMA yang telah membantu penulis dalam melengkapi informasi agar penelitian saya cepat selesai.
8. Rekan-rekan terbaik TE UMA angkatan 2007 atas semangat berjuang yang tak kenal lelah.
9. Terkhusus kepada Istri saya tercinta, yang tak kenal lelah telah berjuang membantu baik secara moril maupun materil demi tercapainya penelitian saya ini.

Laporan skripsi ini juga tidak luput dari kesalahan. Apabila dalam penulisan laporan terdapat kesalahan, penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima setiap masukan dan kritik yang membangun dari semua pihak demi terciptanya laporan skripsi yang lebih baik. Penulis juga berharap semoga laporan skripsi ini bermanfaat

Medan, 5 September 2014  
Penulis

**Muliadi**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>i</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 LatarBelakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metoda Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Skripsi.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan.....	6
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Sejarah PLC.....	7
2.2.1.1 Prinsip Kerja PLC.....	10
2.2.1.2 Komponen PLC.....	13
2.2.1.3 Device Input dan Ouput PLC.....	17
2.2.1.4 Diagram Ladder .....	19
2.2.2 Catu Daya .....	22
2.2.3 Penyaring Kapasitor (Filter Capacitor) .....	23
2.2.4 IC Catu Daya .....	23
2.2.5 Sensor .....	24
2.2.5.1 Sensor LM 35 DZ .....	25

2.2.6	Saklar Rotary Pengubah Supply Tegangan .....	26
2.2.7	Motor Induksi 1 Phasa.....	27
2.2.7.1	Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 1 Phasa .....	28
2.2.7.2	Prinsip Kerja Motor Induksi 1 Phasa.....	29
2.2.7.2.1	Teori Medan Putar Silang.....	29
2.2.7.2.2	Teori Medan Putar Ganda.....	34
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>38</b>
3.1	Tempat Penelitian.....	38
3.2	Alat dan Bahan.....	38
3.3	Konfigurasi Sistem.....	39
3.4	Perencanaan dan Perancangan Perangkat Keras .....	40
3.4.1	Perancangan Sistem Sensor Temperatur .....	40
3.4.2	Perancangan Sistem Pendukung Pengaturan Kecepatan Motor Induksi .....	42
3.4.3	Perancangan Sistem secara Keseluruhan .....	43
3.5	Perencanaan dan Perancangan Perangkat Elektrik .....	43
3.6	Perencanaan dan Perancangan Program pada PLC.....	44
3.7	Flowchart Sistem Kerja Seluruh Sistem .....	46
<b>BAB IV</b>	<b>PENGUJIAN DAN ANALISA .....</b>	<b>47</b>
4.1	Umum.....	47
4.2	Pengujian Sensor.....	47
4.3	Pengujian Rotary Switch.....	48
4.4	Pengujian Motor Induksi 1 Phasa .....	49
4.5	Pengujian PLC .....	50
4.6	Pengujian Sistem secara Keseluruhan.....	51
4.6.1	Hasil Pengujian .....	52

<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1.Latar Belakang

Pada dasarnya sistem instrumentasi berguna mengendalikan proses pengolahan industri yaitu mengendalikan variabel – variabel proses agar selalu berada dalam nilai – nilai yang telah ditetapkan sebelumnya. Pengendalian kecepatan motor induksi berdasarkan *temperature* ruangan pada sistem pembekuan udang dan sistem instrumentasi merupakan suatu bidang yang terintegrasi serta memerlukan pemahaman yang komprehensif mulai dari sensor pengukuran, pengolahan sinyal, metodologi pengontrolan hingga sistem informasi dimana sangat terkait dengan persoalan ekonomi, pengoperasian yang aman. Teknologi tersebut meliputi aspek teknis, sistem serta perangkat yang digunakan untuk mengukur, mengolah dan melakukan analisis pada proses.

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan teknologi semakin pesat, memungkinkan manusia menciptakan sistem otomatis untuk mengerjakan pekerjaan sehari-hari, mulai dari *manufacturing* sampai pada pengendalian lalu lintas dan *smart home*. Untuk menghemat biaya produksi serta mendapatkan hasil yang maksimal dibutuhkan sebuah sistem kendali otomatis yang disebut *programmable logic controller (PLC)* berfungsi melakukan kalkulasi sesuai dengan algoritma yang ditanamkan ataupun diterapkan pada nya .

Pada industri pembekuan udang ada beberapa proses produksi untuk pengawetan makanan diantaranya *sizing, cleaning, and freezing*.

Guna mendukung kinerja proses pembekuan (*freezing*) diatas maka dibutuhkan sebuah sistem pengendalian kecepatan motor induksi berdasarkan temperatur ruangan yang berperan sebagai konveyor udang tersebut di dalam suatu ruangan freezer yang memiliki prinsip kerja apabila ruangan freezer masih dalam keadaan temperatur yang direkomendasikan maka kecepatan putaran motor tetap stabil (dalam hal ini adalah kecepatan lambat) namun apabila temperatur ruangan menurun dingin maka kecepatan putaran motor harus lebih cepat sesuai yang direkomendasikan.

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini akan merancang suatu sistem pengendalian kecepatan motor induksi berdasarkan *temperatur* ruangan berbasis *programmable logic controller (PLC)*. Namun dalam skripsi ini penulis menerapkan parameter tempetur yang berdeda dengan latar belakang industri pembekuan udang, disini parameter temperatur yang digunakan adalah temperatur panas.

## **1.2.Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang dibahas dalam skripsi ini adalah :

1. Bagaimana cara membuat sistem otomatis pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa berdasarkan temperatur ruangan.
2. Bagaimanakah model program bahasa ladder yang dirancang pada *PLC* untuk kasus pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa berdasarkan *temperatur* ruangan.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan skripsi ini adalah :

1. Merancang sistem otomatis pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa berdasarkan temperatur ruangan.
3. Merancang model program bahasa ladder yang dirancang pada *PLC* untuk kasus pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa berdasarkan *temperatur* ruangan.

### **1.4. Batasan Masalah**

Permasalahan pada skripsi ini akan dibatasi pada :

1. Pengontrolan yang dilakukan akan mengacu pada indikator : *temperatur control*, kecepatan motor.
2. Software *programmable logic controller(PLC)* jenis smart relay yang digunakan adalah *Schneider – Zelio Soft*.
3. Alat ataupun sistem yang dirancang bersifat miniatur otomatis

### **1.5. Metodologi Penelitian**

Metodologi penelitian terdiri atas :

1. Studi literature

Dilakukan untuk mengumpulkan dan mempelajari bahan pustaka yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi baik dari buku maupun internet.

## 2. Perancangan Sistem

Dilakukan dengan merancang *simulasi* sistem pengendalian kecepatan motor induksi berdasarkan *temperatur* menggunakan *programmable logic controller (PLC)* jenis *smart relay*.

## 3. Wawancara

Metode ini dilakukan untuk berdiskusi kepada praktisi atau pihak-pihak yang berkompeten untuk mengetahui gambaran dan informasi secara lebih jelas terhadap berbagai masalah dalam perancangan ini.

## 4. Pengujian dan analisis

Pengujian merupakan metode untuk memperoleh data dari beberapa bagian perangkat keras dan perangkat lunak sehingga dapat diketahui apakah sudah dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan, selain itu pengujian juga digunakan untuk mendapatkan hasil dan mengetahui kemampuan kerja dari sistem.

## **1.6. Sistematika Skripsi**

Skripsi ini tersusun atas beberapa bab pembahasan. Sistematika penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan metodologi penelitian.

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

Pada bab ini berisi pembahasan secara garis besar tentang *PLC* (*programmable logic controller*), catu daya, dan sensor.

### **BAB III : METODOLOGI**

Pada bab ini akan menerangkan tentang lokasi penelitian, alat dan bahan penelitian, data penelitian, jalannya penelitian, diagram alir/ flowchart, diagram *ladder* dan hal-hal lain yang berhubungan dengan proses perancangan.

### **BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISIS**

Pada bab ini berisi hasil simulasi dan pengujian perangkat lunak (*software*) dan *hardware*.

### **BAB V : PENUTUP**

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulisan skripsi.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Tinjauan Pustaka Relevan**

Pada dunia industri kebutuhan akan sistem dan kontroler yang baik, efektif dan efisien adalah sebuah keharusan. Sebagai suatu kontroler *PLC (Programmable Logic Controller)* dapat memberikan solusi yang diinginkan. *PLC (Programmable Logic Controller)* memiliki kelebihan diantaranya mudah dalam melakukan pemrograman, lebih kuat terhadap kondisi lingkungan dan mudah dalam melakukan *troubleshooting*.

Pada kasus penelitian tentang rancang bangun sistem *cooling tower* bisa kita lihat bahwa alat dari sebuah pabrik semen yang digunakan untuk mendinginkan material yang melewatinya dengan menyemprotkan air dengan percikan halus, di pabrik semen *cooling tower* sangat berguna sekali untuk mendapatkan temperatur kerja yang dibutuhkan dalam kelancaran proses produksi. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa penggunaan teknologi *PLC* dan *SCADA* memungkinkan temperatur kerja *cooling tower* dapat diatur dan dikontrol sedemikian rupa sehingga memenuhi temperatur kerja yang dibutuhkan (Efendi, 2013).

Lain halnya pada kasus pengeringan blanket (karet) pada perusahaan *crum rubber*, masih banyak yang menggunakan peralatan pengeringan yang konvensional sehingga membuat produktivitas karet yang dihasilkan tidak optimal selain itu juga proses ini kurang efisien dan efektif sehingga dibutuhkan proses pengeringan yang otomatis. Proses monitoring tersebut dapat diawasi dari jarak jauh dimana data suhu dan kelembaban blanket dapat langsung dipantau. Pada

penelitian ini dirancang prototipe sistem SCADA menggunakan perangkat lunak *Proficy HMI/SCADA iFIX 5.0.* dan *PLC WAGO 750-842* sebagai *RTU (Remote Terminal Unit)* yang mengirimkan sinyal kendali dari peralatan di lapangan dan mengirimkan data ke *MTU (Master Terminal Unit)*. Hasil pengujian waktu respon – yaitu waktu yang dibutuhkan oleh *SCADA* untuk menampilkan status terbaru semenjak tombol perintah mencapai 0,498detik. Sehingga data suhu dan kelembaban yang ada di lapangan bisa langsung di monitoring secara real time( Bhakti, 2012).

Berdasarkan penelitian diatas, maka pada penelitian inipun akan dirancang suatu sistem pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa berdasarkan *temperature* ruangan berbasis *programmable logic controller (PLC)* jenis *smart relay* dan sensor *suhu LM 35 DZ* sebagai pengendali.

## **2.2.Landasan Teori**

### **2.2.1. Sejarah Programmable Logic Control (PLC)**

*PLC(programmable logic controller)* diperkenalkan pertama kali pada tahun 1969 oleh Modicon (sekarang bagian dari *Gauld Electronics*) *for general motors hydermatic division.* Kemudian beberapa perusahaan seperti *Allan Bready, General Electric, GEC, Siemens* dan *Westinghouse* memproduksi dengan harga standar dan kemampuan kerja tinggi. Pemasaran *PLC (programmable logic controller)* dengan harga rendah didominasi oleh perusahaan Jepang seperti *Mitsubishi, Omron,* dan *Toshiba.* Definisi yang tepat untuk *PLC(programmable logic controller)* adalah suatu peralatan elektronika digital yang dapat dilakukan pemrograman untuk menyimpan instruksi-instruksi dan melaksanakan fungsi

khusus seperti logika, sekuensial, *timer*, *counter* dan aritmatika untuk kontrol mesin dan proses. Sebelum *PLC (programmable logic controller)* telah banyak peralatan kontrol sekuensial, semacam *cam shaft* dan *drum controller*. Ketika *relay* muncul, panel kontrol dengan *relay* menjadi kontrol sekuensial utama. Ketika transistor muncul, *solid state relay* diterapkan pada bidang yang *relays electromagnetic* tidak cocok diterapkan seperti kontrol dengan kecepatan tinggi.

Sekarang sistem kontrol sudah meluas sampai keseluruhan pabrik dan sistem kontrol total dikombinasikan dengan kontrol *feedback*, pemrosesan data dan sistem monitor terpusat. Sistem kontrol logika konvensional tidak dapat melakukan beberapa kasus digital, dan *PLC (programmable logic controller)* diperlukan untuk itu. Sedangkan kini persaingan industri makin meningkat, efisiensi produksi secara umum dianggap sebagai kunci sukses. Efisiensi produksi meliputi area yang luas seperti :

1. Kecepatan peralatan produksi dan *line* produksi dapat diset untuk membuat suatu produk.
2. Menurunkan biaya material dan upah kerja dari suatu produk.
3. Meminimalkan *downtime* serta biaya peralatan lebih murah.

*PLC (programmable logic controller)* merupakan sistem yang dapat memanipulasi, mengeksekusi, atau memonitor keadaan proses pada laju yang amat cepat dengan dasar data yang bisa diprogram dalam sistem berbasis mikroprosesor integral. *PLC (programmable logic controller)* menerima masukan dan menghasilkan keluaran sinyal-sinyal listrik untuk mengendalikan suatu sistem. Dengan demikian besaran-besaran fisika dan kimia yang dikendalikan

sebelum diolah oleh *PLC (programmable logic controller)* akan diubah menjadi sinyal listrik baik analog maupun digital yang merupakan data dasarnya. Karakter proses yang dikendalikan oleh *PLC (programmable logic controller)* sendiri merupakan proses yang sifatnya bertahap, yakni proses itu berjalan urut untuk mencapai kondisi akhir yang diharapkan. Dengan kata lain proses itu terdiri beberapa subproses, dimana subproses tertentu akan berjalan sesudah subproses sebelumnya terjadi. Istilah umum yang digunakan untuk proses yang berwatak demikian ialah proses sekuensial (*sequential process*).

Sistem kontrol yang populer selain *PLC (programmable logic controller)* misalnya *DCS (Distributed Control System)* mampu menangani proses-proses yang bersifat sekuensial dan juga kontinu (*continuous process*) serta mencakup *loop* kendali yang relatif banyak. Berikut Gambar 2.1, yang menampilkan bentuk fisik *PLC* jenis *smart relay* :

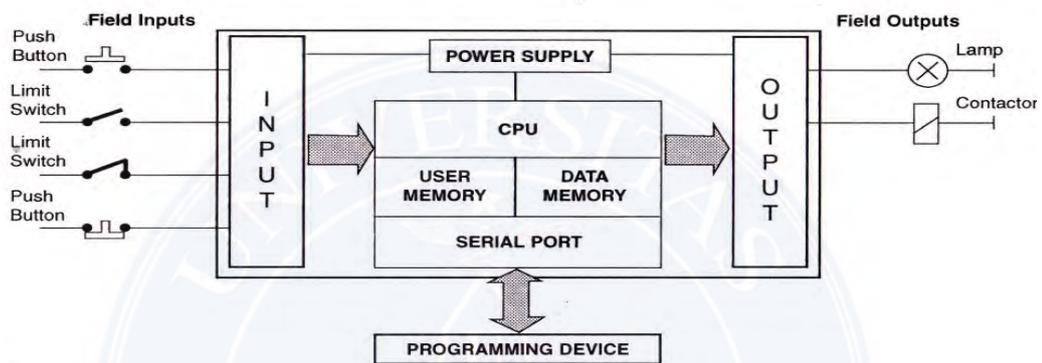


**Gambar 2.1 : PLC jenis SR (Smart Relay)**

### 2.2.1.1. Prinsip Kerja PLC

Secara umum, PLC (*programmable logic controller*) terdiri dari dua komponen penyusun utama (Gambar 2.2)

1. *Central Processing Unit ( CPU )*
2. Sistem antarmuka *input/ output*

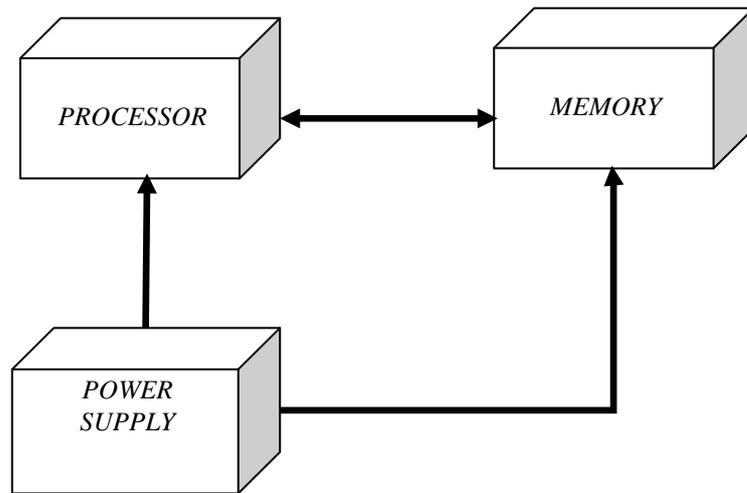


Gambar 2.2: Diagram blok PLC (*programmable logic control*)

Fungsi dari CPU adalah mengatur semua proses yang terjadi di PLC (*Programmable Logic Control*). Ada tiga komponen utama penyusun CPU ini, yaitu:

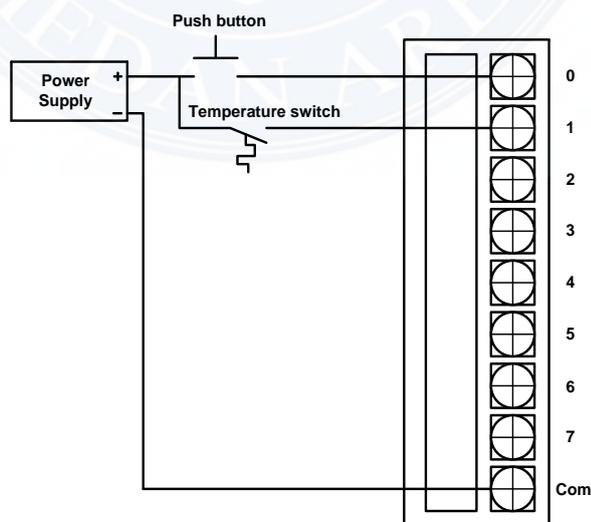
1. *Processor*
2. *Memory*
3. *Power supply*

Interaksi antara ketiga komponen ini dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini :

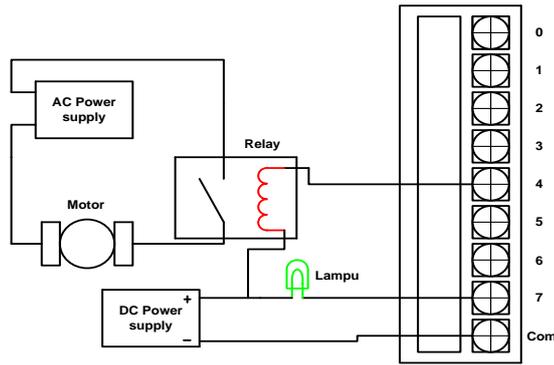


**Gambar 2.3: Blok diagram CPU pada PLC**

Pada dasarnya, operasi *PLC* (*programmable logic controller*) relatif sederhana, peralatan luar dikoneksikan dengan modul *input/output* pada *PLC* (*programmable logic controller*) yang tersedia. Peralatan ini dapat berupa sensor analog, *push button*, *limit switch*, *motor starter*, solenoid, lampu dan sebagainya. Berikut Gambar 2.4 dan Gambar 2.5, yang akan menampilkan diagram rangkaian peralatan luar dengan modul input dan output :



**Gambar 2.4: Koneksi peralatan luar dengan modul input**

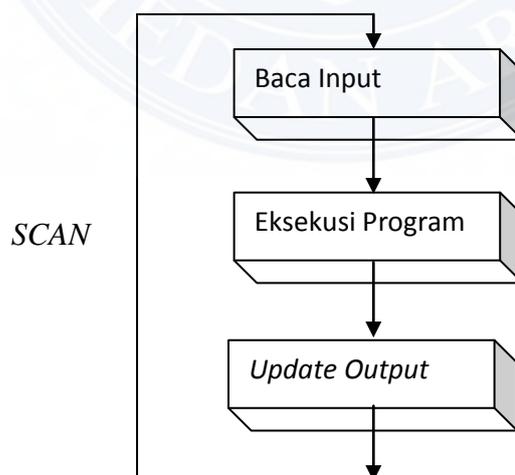


**Gambar 2.5 : Koneksi peralatan luar dengan modul *output* PLC satu *common***

Selama prosesnya, *CPU* melakukan tiga operasi utama, yaitu:

1. membaca data masukan dari perangkat luar via modul *input*
2. mengeksekusi program kontrol yang tersimpan di memori *PLC* (*programmable logic control*)
3. meng-*update* atau memperbaharui data pada modul *output*.

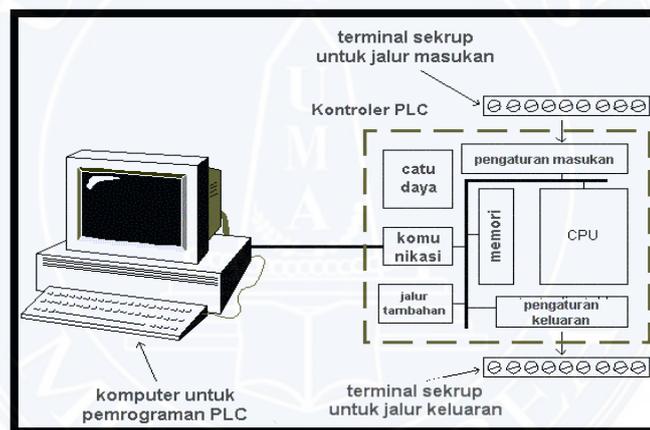
Ketiga proses tersebut dinamakan *scanning*, seperti terlihat pada Gambar 2.6 berikut:



**Gambar 2.6: Ilustrasi *Scanning***

### 2.2.1.2. Komponen PLC (Programmable Logic Controller)

Pada kebanyakan PLC (*programmable logic controller*) merupakan suatu mikrokontroler yang digunakan untuk keperluan industri. PLC (*Programmable Logic Controller*) dapat dikatakan sebagai suatu perangkat keras dan lunak yang dibuat untuk diaplikasikan dalam dunia industri. Secara umum PLC (*Programmable Logic Control*) memiliki bagian-bagian yang sama dengan komputer maupun mikrokontroler, yaitu CPU, memori dan I/O. Susunan komponen PLC (*Programmable Logic Controller*) dapat dilihat Gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.7: Komponen PLC (Programmable Logic Control)

#### 1. CPU (Central processing unit)

CPU merupakan pengatur utama merupakan otak PLC (*programmable logic controller*), CPU berfungsi untuk melakukan komunikasi dengan PC, Interkoneksi pada setiap bagian PLC (*programmable logic controller*), mengeksekusi program, serta mengatur *input/ output* sistem.

2. Memori

Memori merupakan tempat penyimpanan data sementara dan menyimpan program yang harus dijalankan, dimana program tersebut merupakan hasil terjemahan dari *ladder diagram* yang dibuat oleh pengguna, sistem memori pada *PLC (programmable logic controller)* juga mengarah pada teknologi *flash* memori, dengan menggunakan *flash* memori maka sangat mudah bagi pengguna untuk melakukan *programming* maupun *reprogramming* secara berulang-ulang, selain itu pada *flash* memori juga terdapat *EPROM* yang dapat dihapus berulang-ulang. Sistem memori dibagi blok-blok di mana masing-masing blok memiliki fungsi sendiri. Beberapa bagian dari memori digunakan untuk menyimpan status dari *input* dan *output*, sementara bagian memori yang lain di gunakan untuk menyimpan variabel yang digunakan pada program seperti nilai *timer* dan *counter*.

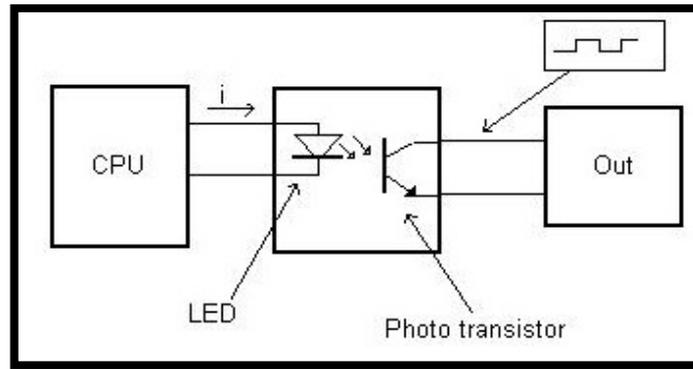
3. Catu daya pada *PLC (Programmable Logic Controller)*

Catu daya (*Power supply*) digunakan untuk memberikan tegangan pada *PLC*. Tegangan masukan pada *PLC* biasanya sekitar *24VDC* atau *110 - 220 VAC* pada *PLC* yang besar, catu daya biasanya diletakan terpisah. Catu daya tidak digunakan untuk memberikan daya secara langsung ke *input* maupun *output*, yang berarti *input* dan *output* murni merupakan saklar. Jadi pengguna harus menyediakan sendiri catu daya untuk *input* dan *output PLC (programmable logic controller)* itu agar tidak rusak.

4. Rangkaian tipikal *input* pada *PLC (Programmable Logic Controller)*

Kemampuan suatu sistem otomatis bergantung pada kemampuan *PLC (programmable logic controller)* dalam membaca sinyal dari berbagai

piranti input misalnya sensor, untuk mendeteksi suatu proses atau kejadian tertentu yang tepat untuk masing-masing kondisi. Dengan kata lain sinyal input dapat berlogika 0 atau 1 (on/off) maupun analog. *PLC (programmable logic controller)* yang berukuran kecil biasanya hanya mempunyai jalur *input* digital sedangkan yang berukuran besar mampu menerima *input* analog. Sinyal analog yang sering dijumpai adalah sinyal arus 4-20 MA. Selain itu peralatan lain juga dapat digunakan sebagai *input*, seperti video maupun robot sebagai contoh robot dapat memberikan sinyal *PLC (programmable logic controller)* jika robot telah selesai melaksanakan tugasnya. Pada jalur *input PLC (programmable logic controller)* sebenarnya memiliki antarmuka yang terhubung pada *CPU*. Antarmuka ini digunakan untuk menjaga agar sinyal-sinyal yang tidak diinginkan tidak masuk ke dalam *CPU* agar menjadi sama dengan *CPU*. Sebagai contoh jika menerima *input* dari sensor yang memiliki tegangan kerja sebesar 24 VDC maka harus dikonversi dulu menjadi 5 VDC agar sesuai dengan tegangan kerja pada *CPU*. Rancangan antarmuka *PLC (programmable logic controller)* ini dapat di lihat pada Gambar 2.8 antarmuka *input PLC (programmable logic controller)*. Rangkaian antarmuka *input* pada Gambar 2.8 dinamakan rangkaian opto-isolator yang artinya tidak ada hubungan kabel dengan dunia luar.



**Gambar 2.8:** Antarmuka *input* PLC (*Programmable Logic Controller*)

Cara kerja opto-isolator ini dapat dijelaskan sebagai berikut, ketika bagian *input* menerima sinyal maka akan mengakibatkan LED mengalami *ON* sehingga photo-transistor menerima cahaya dan akan menghantarkan arus *ON* sehingga tegangannya drop di bawah 1 volt. Hal ini akan menyebabkan CPU membaca logika “0” begitu juga sebaliknya.

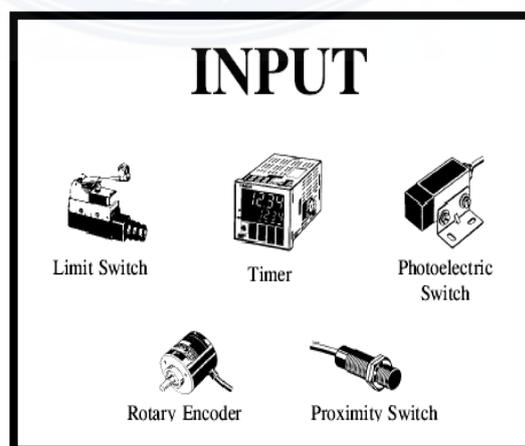
5. Rangkaian tipikal *output* pada PLC (*Programmable Logic Controller*)

Suatu sistem otomatis tidak akan lengkap jika suatu sistem tersebut tidak memiliki jalur *output*. *Output* sistem ini dapat berupa analog maupun digital. *Output* analog digunakan untuk menghasilkan sinyal analog sedangkan *output* digital digunakan untuk menghubungkan dan memutus jalur. Contoh piranti *output* yang sering dipakai dalam PLC (*programmable logic controller*) adalah motor, *relay*, solenoid, lampu, sensor, speaker. Seperti pada rangkaian *input* PLC (*programmable logic control*), pada *output* PLC (*programmable logic controller*) juga dihubungkan suatu antarmuka yang digunakan untuk melindungi CPU dari peralatan *eksternal*. Antarmuka *output* PLC sama dengan antarmuka yang digunakan pada *input* PLC (*programmable logic controller*).

Antarmuka *output PLC* (*programmable logic controller*) dapat dilihat pada Gambar 2.8 (*input* diganti *output*) cara kerja dari antarmuka *output* sama dengan antarmuka *input*.

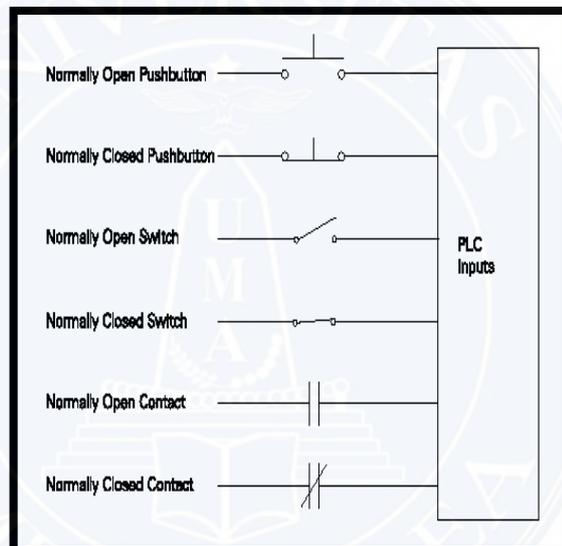
### 2.2.1.3. Device Input dan Device Output pada PLC

*Device input* merupakan perangkat keras yang digunakan untuk memberikan sinyal kepada modul masukan. Sistem *PLC* memiliki jumlah *device input* sesuai dengan sistem yang diinginkan. Fungsi dari *device input* untuk memberikan perintah khusus sesuai dengan kinerja *device input* yang digunakan misalnya untuk menjalankan atau menghentikan motor. Dalam hal tersebut seperti misalnya *device input* yang digunakan adalah *push button* yang bekerja secara *normally open (NO)* ataupun *normally close (NC)*. Ada bermacam-macam *device input* yang dapat digunakan dalam pembentukan suatu sistem kendali seperti misalnya *selector switch*, *foot switch*, *flow switch*, *level switch*, *proximity sensors*, *timer* dan lain-lain. Berikut Gambar 2.9, yang menampilkan bentuk fisik *device input*:



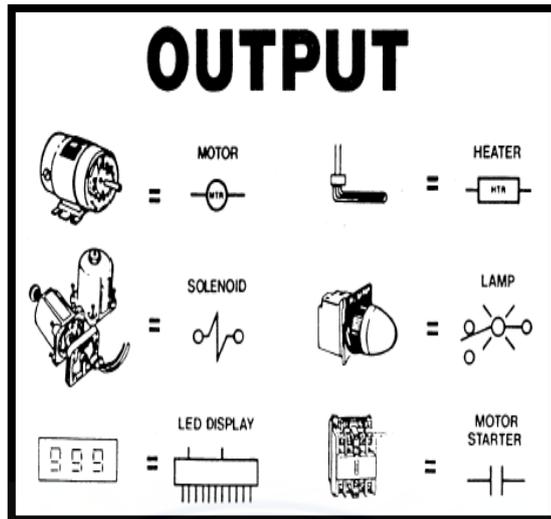
Gambar 2.9:Memperlihatkan beberapa *device input*

*Device input* disebut juga sebagai masukan digital merupakan masukan yang baik dalam kondisi *ON* atau *OFF*. *Push button*, *toggle switch*, *limit switch* adalah contoh sensor diskrit yang dihubungkan ke *PLC* (*programmable logic control*) atau digital *input diskrit*. Dalam kondisi *ON input diskrit* dapat disebut sebagai logika “1” atau logika tinggi. Dalam kondisi *OFF input diskrit* dapat disebut sebagai logika “0” atau logika rendah. Berikut Gambar 2.10, yang menampilkan Simbol-Symbol logika *input* pada *PLC*:



**Gambar 2.10: Simbol-simbol logika *input* pada *PLC***

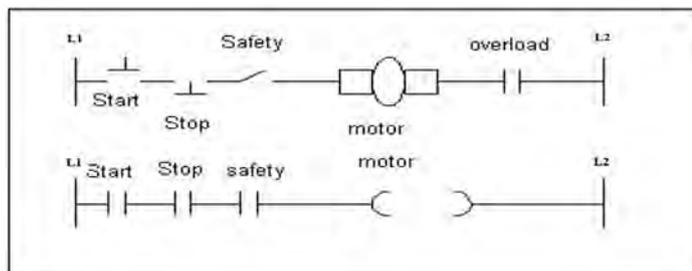
*Device output* adalah komponen-komponen yang memerlukan sinyal untuk mengaktifkan komponen tersebut. Sistem *PLC* (*programmable logic controller*) mempunyai beberapa *device output* seperti motor listrik, lampu indikator, sirine. Gambar 2.11 memperlihatkan contoh simbol dari *Device output* yang sering digunakan.



Gambar 2.11: Device Output

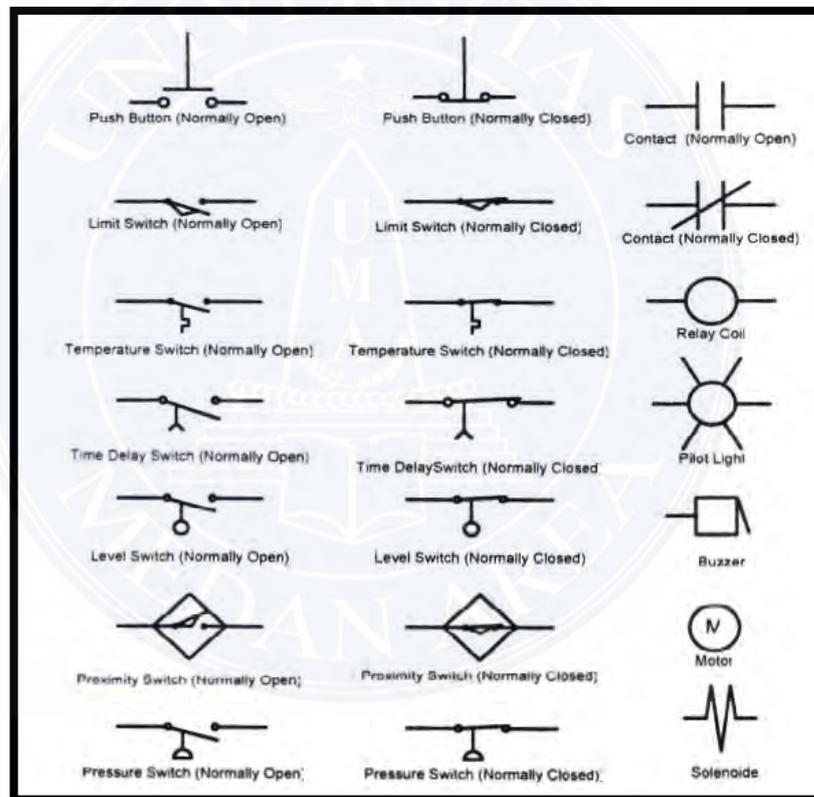
#### 2.2.1.4. Diagram Ladder

Diagram *ladder* atau diagram satu garis adalah satu cara untuk menggambarkan proses kontrol sekuensial yang umum dijumpai di industri. Diagram ini mempresentasikan interkoneksi antara perangkat *input* dengan perangkat *output* sistem kontrol. Dinamakan diagram *ladder* (tangga) karena diagram ini mirip dengan tangga. Seperti halnya sebuah tangga yang memiliki sejumlah anak tangga, diagram ini juga memiliki anak-anak tangga tempat setiap peralatan dikoneksikan, Gambar 2.12 berikut memperlihatkan salah satu contoh diagram *ladder* elektromekanis sederhana dengan sebuah anak tangga.



Gambar 2.12: Contoh diagram *ladder* elektromekanis sederhana

Garis vertikal pada diagram *ladder* yang ditandai dengan L1 dan L2, pada dasarnya adalah sumber atau *line* tegangan yang dapat berupa sumber AC atau sumber tegangan DC. Jika *line* tersebut mempersentasikan sebuah sumber AC maka L1 sering diartikan sebagai *line fase* dan L2 sebagai netral. Sedangkan jika L1 mempersentasikan sumber DC maka L1 merupakan terminal positif dan L2 adalah terminal negatif atau *ground*. Berikut Gambar 2.13, yang menampilkan beberapa sismbol standar peralatan listrik :

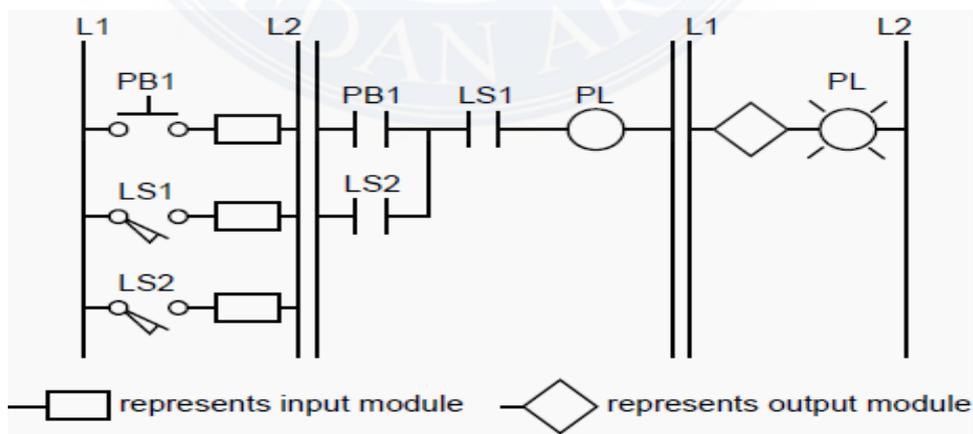


**Gambar 2.13: Beberapa simbol standar peralatan listrik**

Untuk kasus pada Gambar 2.14 lampu PL akan menyala jika dua kondisi ini terpenuhi, *push button*1 (*PB1*) ditekan dan *limit swith* (*LS1*) tertutup, atau kedua *limit switch* *LS1* dan *LS2* tertutup (dalam dua kondisi tersebut akan ada

aliran daya dari L1 ke L2 lewat lampu PL). Perlu diperhatikan bahwa dalam diagram *ladder* elektromekanis ini, perangkat *input/output* sistem kontrol digambarkan dengan simbol-simbol perangkat standar secara langsung, atau lihat kembali Gambar 2.13 yang memperlihatkan beberapa simbol peralatan listrik yang umum dijumpai dalam diagram *ladder* elektromekanis.

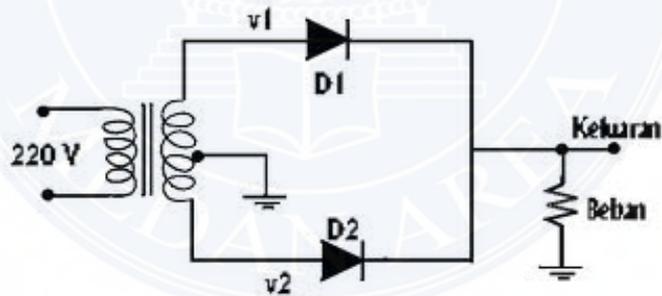
Pada awalnya diagram *ladder* ini digunakan untuk mempersentasikan rangkaian logika kontrol secara *hardwired* untuk mesin-mesin atau peralatan. Karena luasnya pemakaian maka diagram tersebut menjadi standar pemrograman kontrol sekuensial yang banyak ditemui di industri. Rangkaian diagram *ladder* elektromekanis yang bersifat *hardwired* ini pada dasarnya secara langsung dapat diimplementasikan dengan menggunakan *PLC* (*programmable logic controller*). Rangkaian logika kontrol pada program diimplementasikan secara *softwired* dengan menggunakan *software*. Gambar 2.14 di bawah ini memperlihatkan transformasi diagram *ladder* untuk Gambar 2.12 ke dalam format diagram *ladder PLC* (*programmable logic controller*).



Gambar 2.14: Transformasi diagram *ladder* dari Gambar 2.12

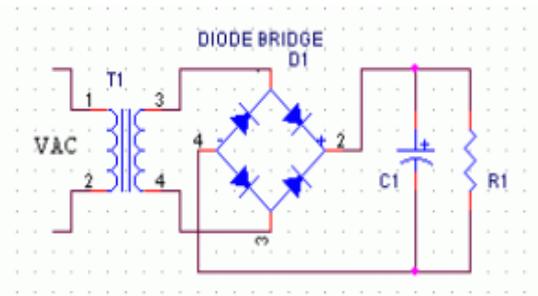
### 2.2.2. Catu Daya

Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh *supply* arus searah *DC* (*direct current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai atau *accu* adalah sumber catu daya *DC* (*direct current*) yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik *AC* (*alternating current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus *AC* (*alternating current*) menjadi *DC* (*direct current*). Prinsip penyearah (*rectifier*) yang paling sederhana ditunjukkan pada Gambar 2.15 berikut ini. Transformator (T1) diperlukan untuk menurunkan tegangan *AC* (*alternating current*) dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan *AC* (*alternating current*) yang lebih kecil pada kumparan sekundernya.



Gambar 2.15: Rangkaian penyearah sederhana

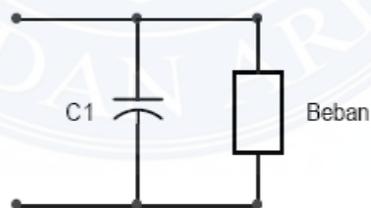
Pada rangkaian ini, dioda (D1) berperan hanya untuk merubah dari arus *AC* (*alternating current*) menjadi *DC* (*direct current*) dan meneruskan tegangan positif ke beban R1. Ini yang disebut dengan penyearah setengah gelombang (*half wave*). Untuk mendapatkan penyearah gelombang penuh seperti pada Gambar 2.16 berikut ini :



**Gambar 2.16:Rangkaian gelombang penuh**

### 2.2.3. Penyaring Kapasitor (*Filter Capacitor*)

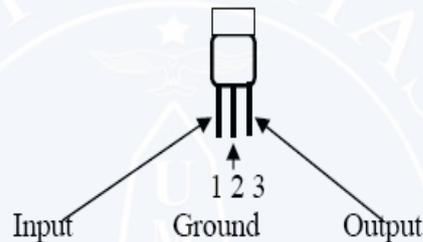
Tegangan *DC* yang berdenyut yang dihasilkan oleh rangkaian penyearah bukanlah *DC* murni, sehingga dibutuhkan sebuah penyaring. Rangkaian filter ini menggunakan kapasitor yang diletakkan melintasi terminal keluaran. Kapasitor ini meratakan denyutan-denyutan tersebut dan memberikan suatu tegangan yang hampir *DC* murni, biasanya kapasitor *filter* itu adalah sebuah kapasitor elektrolit dengan harga yang besar. Berikut adalah Gambar 2.17, yaitu diagram rangkaian filter.



**Gambar 2.17 : Rangkaian filter dengan menggunakan kapasitor**

#### 2.2.4. IC Catu Daya

Di dalam rangkaian catu daya biasanya tegangan keluaran dari rangkaian itu tidak sesuai atau mendekati tegangan nominal yang diperlukan. Untuk mengatasi masalah tersebut biasanya dipasang IC catu daya. IC ini digunakan untuk lebih mengakuratkan nilai tegangan keluaran. Dalam rangkaian ini menggunakan ICLM 7812 (positif regulator), dan tegangan keluaran + 12 V. Berikut adalah Gambar 2.18, yang menunjukkan bentuk fisik IC tersebut.



Gambar 2.18 :IC LM 7812

#### 2.2.5. Sensor

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur magnitudo sesuatu. Dengan menggunakan sensor kita dapat mengubah mekanis, magnetis, panas, cahaya dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor yang digunakan pada simulasi pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa ini adalah sensor LM35DZ sebagai sensor pendeteksi temperatur.

### 2.2.5.1. Sensor LM35DZ

**LM35DZ** adalah komponen sensor suhu berukuran kecil seperti transistor (TO-92). Komponen yang sangat mudah digunakan ini mampu mengukur suhu hingga 100 derajat Celcius. Dengan tegangan keluaran yang terskala linear dengan suhu terukur, yakni 10 milivolt per 1 derajat Celcius, maka komponen ini sangat cocok untuk digunakan sebagai bahan eksperimen, atau bahkan untuk aplikasi-aplikasi seperti termometer ruang digital, mesin pasteurisasi, atau termometer badan digital.

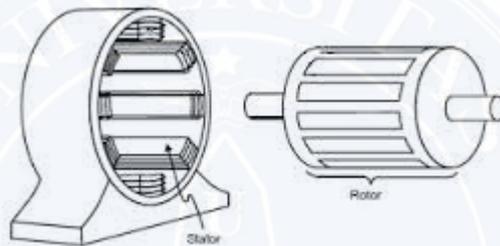
LM35 dapat disuplai dengan tegangan mulai 4V-30V DC dengan arus pengurasan 60 mikroampere, memiliki tingkat efek *self-heating* yang rendah (0,08 derajat Celcius).

*Selfheating* adalah efek pemanasan oleh komponen itu sendiri akibat adanya arus yang bekerja melewatinya. Untuk komponen sensor suhu, parameter ini harus dipertimbangkan dengan baik karena hal ini dapat menyebabkan kesalahan pengukuran. Seperti sensor suhu jenis RTD PT100 atau PT1000 misalnya, komponen ini tidak boleh dieksitasi oleh arus melebihi 1 miliampere, jika melebihi, maka sensor akan mengalami *self-heating* yang menyebabkan hasil pengukuran senantiasa lebih tinggi dibandingkan suhu yang sebenarnya. Bentuk fisik dari sensor LM35DZ dapat dilihat pada gambar 2.19 dibawah ini :



### 2.2.7. Motor Induksi 1 Phasa

Motor induksi 1 phasa merupakan motor listrik arus bolak balik (AC) yang bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke rotornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator. Berikut Gambar 2.21, yang menampilkan konstruksi motor induksi 1 phasa:



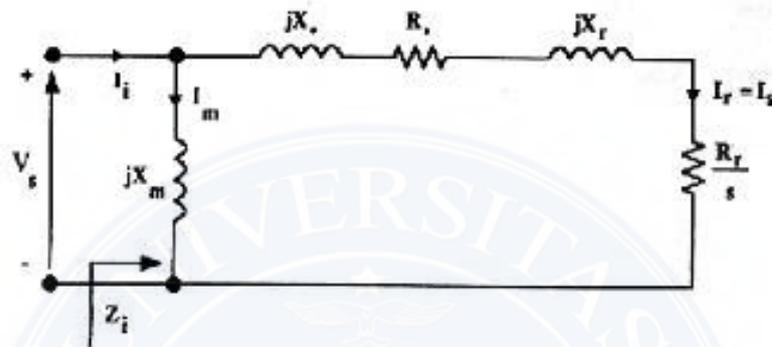
**Gambar 2.21: Konstruksi motor induksi 1 phasa**

Konstruksi motor induksi satu fasa terdiri atas dua komponen yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian dari motor yang tidak bergerak dan rotor adalah bagian yang bergerak yang bertumpu pada bantalan poros terhadap stator.

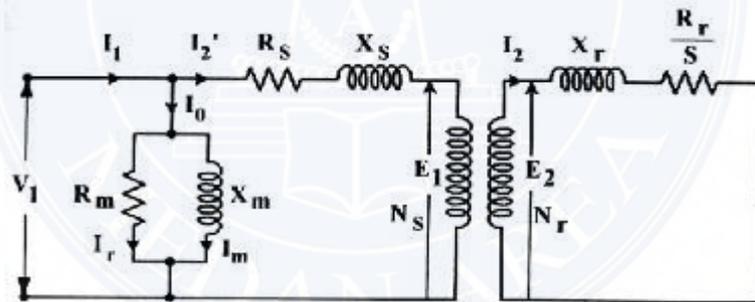
Motor induksi terdiri dari atas kumparan – kumparan stator dan rotor yang berfungsi membangkitkan gaya gerak listrik akibat dari adanya arus listrik bolak – balik satu phasa yang melewati kumparan – kumparan tersebut sehingga terjadi suatu interaksi induksi medan magnet antara stator dan rotor. Bentuk dan konstruksi motor tersebut digambarkan pada Gambar 2.21 di atas.

### 2.2.7.1. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 1 Fasa

Motor induksi satu fasa terdiri kumparan stator dan kumparan rotor. Kumparan stator dan rotor masing – masing terdiri dari parameter resistansi “R”, reaktansi – reaktansi “jX” dan lilitan penguat “N”. Rangkaian ekuivalen dari motor induksi satu fasa dapat dilihat pada Gambar 2.22 dan Gambar 2.23 berikut ini:



Gambar 2.22: Rangkaian ekuivalen motor induksi sederhana



Gambar 2.23: Rangkaian pengganti motor induksi satu phase

Nilai arus suber bolak-balik satu fasa dapat dirumuskan sebagai berikut :

$I_1 = I_0 + I_2'$ . Besarnya arus pemaknitan  $I_0$  yang timbul akibat adanya induksi yang terjadi antara medan stator dan rotor adalah :

$$I_0 = I_r + I_m \dots \dots \dots (1)$$

GGL yang dihasilkan akibat interaksi induksi medan magnet antara stator dan rotor yang masing-masing sebesar  $E_1$  dan  $E_2$  adalah :

$$E_1 = I_2 (R_s + jX_s)$$

$$E_1 = I_2 \left( \frac{R_r}{S} + jX_r \right)$$

Impedansi pada kumparan motor stator dan rotor masing-masing adalah :

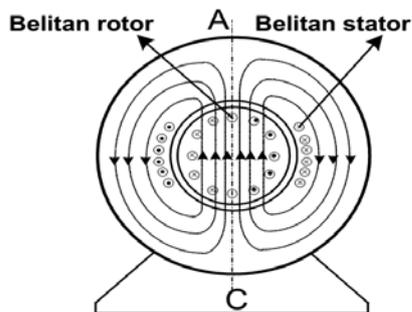
$$jX_s = j\omega L_s \dots \dots \dots (2)$$

$$jX_r = j\omega L_r \dots \dots \dots (3)$$

### 2.2.7.2. Prinsip Kerja Motor Induksi 1 Fasa

#### 2.2.7.2.1. Teori Medan Putar Silang

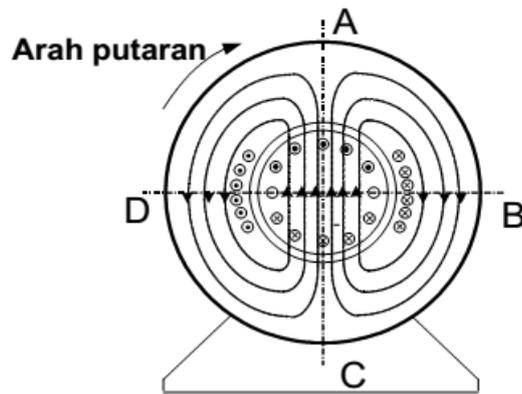
Prinsip kerja motor induksi satu fasa dapat dijelaskan dengan menggunakan teori medan putar silang (*cross-field theory*). Jika motor induksi satu fasa diberikan tegangan bolak-balik satu fasa maka arus bolak-balik akan mengalir pada kumparan stator. Arus pada kumparan stator ini menghasilkan medan magnet seperti yang di tunjukkan oleh garis putus-putus pada Gambar 2.24.



Gambar 2.24: Medan magnet stator berpulsa sepanjang garis ac

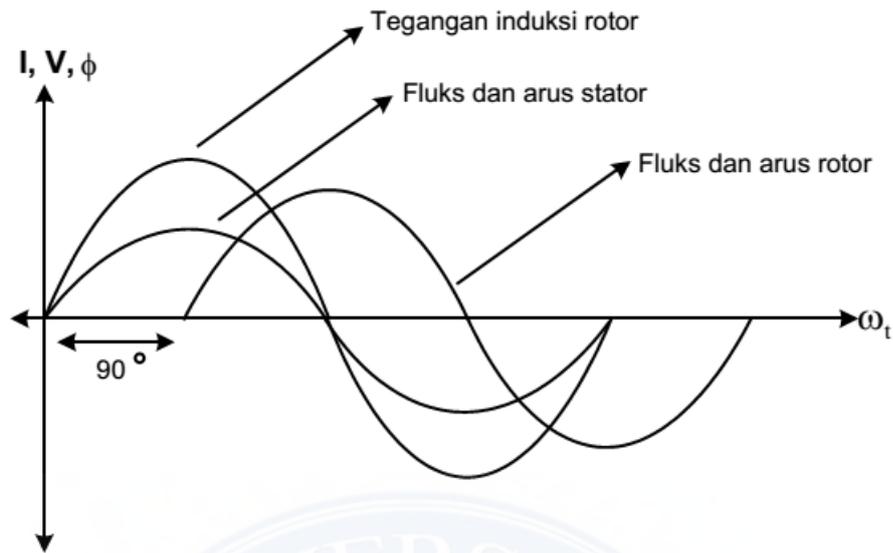
Arus stator yang mengalir setengah periode pertama akan membentuk kutub utara di A dan kutub selatan di C pada permukaan stator. Pada setengah periode berikutnya, arah kutub-kutub stator menjadi terbalik. Meskipun kuat medan magnet stator berubah-ubah yaitu maksimum pada saat arus maksimum dan nol pada saat arus nol serta polaritasnya terbalik secara periodik, aksi ini akan terjadi hanya sepanjang sumbu AC. Dengan demikian, medan magnet ini tidak berputar tetapi hanya merupakan sebuah medan magnet yang berpulsa pada posisi yang tetap (stationary).

Seperti halnya pada transformator, tegangan terinduksi pada belitan sekunder, dalam hal ini adalah kumparan rotor. Karena rotor dari motor induksi satu fasa pada umumnya adalah rotor sangkar dimana belitannya terhubung singkat, maka arus akan mengalir pada kumparan rotor tersebut. Sesuai dengan hukum Lenz, arah dari arus ini (seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.24) adalah sedemikian rupa sehingga medan magnet yang dihasilkan melawan medan magnet yang menghasilkannya. Arus rotor ini akan menghasilkan medan magnet rotor dan membentuk kutub-kutub pada permukaan rotor. Karena kutub-kutub ini juga berada pada sumbu AC dengan arah yang berlawanan terhadap kutub-kutub stator, maka tidak ada momen putar yang dihasilkan pada kedua arah sehingga rotor tetap diam. Dengan demikian, motor induksi satu fasa tidak dapat diasut sendiri dan membutuhkan rangkaian bantu untuk menjalankannya.



**Gambar 2.25: Motor dalam keadaan berputar**

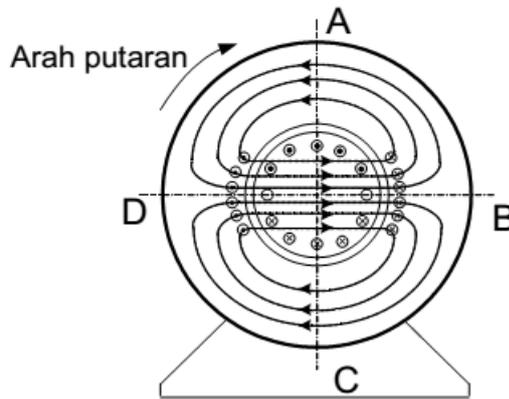
Misalkan sekarang motor sedang berputar. Hal ini dapat dilakukan dengan memutar secara manual (dengan tangan) atau dengan rangkaian bantu. Konduktor-konduktor rotor akan memotong medan magnet stator sehingga timbul gaya gerak listrik pada konduktor-konduktor tersebut. Hal ini diperlihatkan pada Gambar 2.25 yang menunjukkan rotor sedang berputar searah jarum jam. Jika fluks rotor seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.25 mengarah ke atas sesuai dengan kaidah tangan kanan Fleming, arah gaya gerak listrik (ggl) rotor akan mengarah keluar kertas pada setengah bagian atas rotor dan mengarah ke dalam kertas pada setengah bagian bawah rotor. Pada setengah periode berikutnya arah dari gaya gerak listrik yang dibangkitkan akan terbalik. Gaya gerak listrik yang diinduksikan ke rotor adalah berbeda dengan arus dan fluks stator. Karena konduktor-konduktor rotor terbuat dari bahan dengan tahanan rendah dan induktansi tinggi, maka arus rotor yang dihasilkan akan tertinggal terhadap gaya gerak listrik rotor mendekati  $90^{\circ}$ . Gambar 2.26 menunjukkan hubungan fasa dari arus dan fluks stator, gaya gerak listrik, arus dan fluks rotor.



**Gambar 2.26 :Fluks rotor tertinggal terhadap fluks stator sebesar  $90^\circ$**

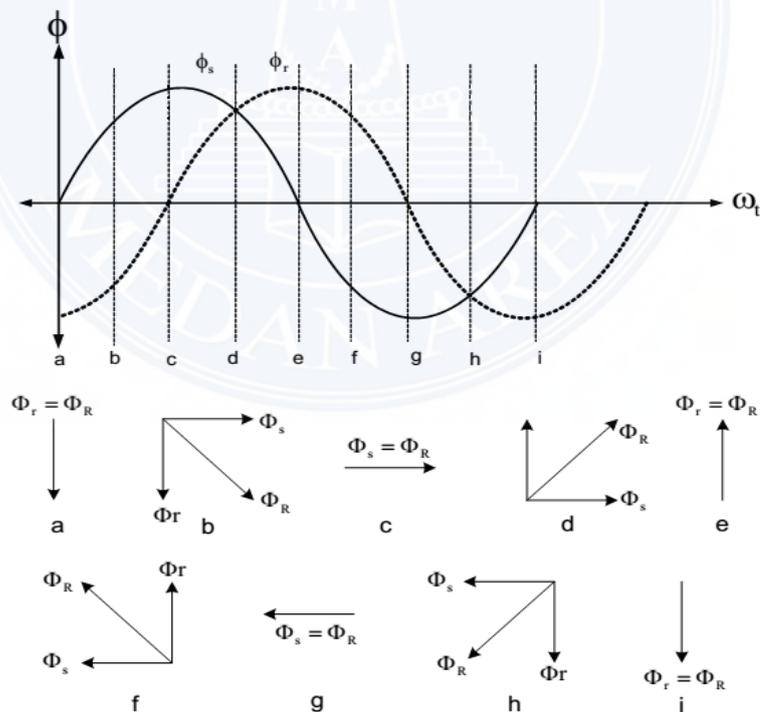
Sesuai dengan kaidah tangan kanan Fleming, arus rotor ini akan menghasilkan medan magnet, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.26 karena medan rotor ini terpisah sebesar  $90^\circ$  dari medan stator, maka disebut sebagai medan silang (cross-field). Nilai maksimum dari medan ini seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.26, terjadi pada saat seperempat periode setelah gaya gerak listrik rotor yang dibangkitkan adalah telah mencapai nilai maksimumnya.

Karena arus rotor yang mengalir disebabkan oleh suatu gaya gerak listrik bolak-balik maka medan magnet yang dihasilkan oleh arus ini adalah juga bolak-balik dan aksi ini terjadi sepanjang sumbu DB (lihat Gambar 2.26).



Gambar 2.27: Medan silang yang dibangkitkan arus stator

Karena medan silang beraksi pada sudut  $90^0$  terhadap medan magnet stator dengan sudut fasa yang juga tertinggal  $90^0$  terhadap medan stator, kedua medan bersatu untuk membentuk sebuah medan putar resultan yang berputar dengan kecepatan sinkron yang ditunjukkan pada Gambar 2.28.



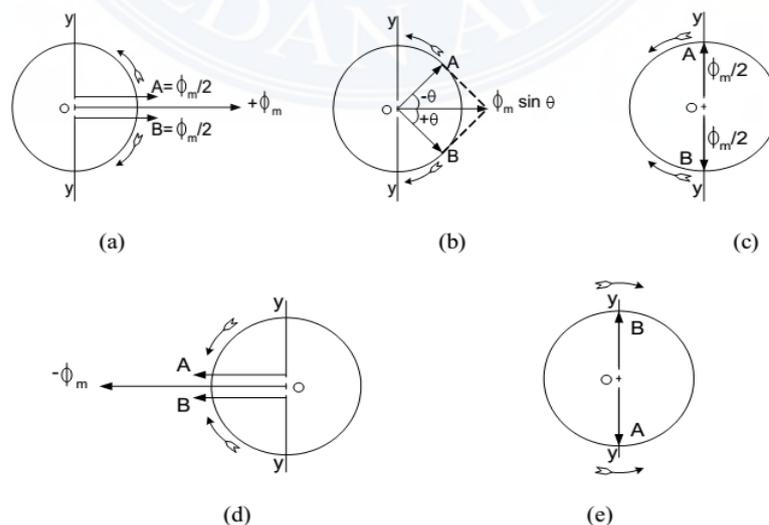
Gambar 2.28: Phasor medan putar yang dihasilkan oleh belitan stator dan rotor

### 2.2.7.2.2. Teori Medan Putar Ganda

Teori medan putar ganda (double revolving-field theory) adalah suatu metode lain untuk menganalisis prinsip perputaran motor induksi satu fasa disamping teori medan putar silang. Menurut teori ini, medan magnet yang berpulsa dalam waktu tetapi diam dalam ruangan dapat dibagi menjadi dua medan magnet, dimana besar kedua medan magnet ini sama dan berputar dalam arah yang berlawanan.

Dengan kata lain, suatu fluks sinusoidal bolak-balik dapat diwakili oleh dua fluks yang berputar, yang masing-masing nilainya sama dengan setengah dari nilai fluks bolak-balik tersebut dan masing-masing berputar secara sinkron dengan arah yang berlawanan.

Pada Gambar 2.29.a menunjukkan suatu fluks bolak-balik yang mempunyai nilai maksimum  $m \phi$ . Komponen fluksnya A dan B mempunyai nilai yang sama yaitu  $m \phi / 2$ , berputar dengan arah yang berlawanan dan searah jarum jam, seperti ditunjukkan anak panah.



Gambar 2.29 : Konsep medan putar ganda

Pada beberapa saat ketika A dan B telah berputar dengan sudut  $+\theta$  dan  $-\theta$  seperti pada Gambar 2.29.b, maka besar fluks resultan adalah :

$$\phi_r^2 = \frac{\phi_m^2 + \phi_m^2}{4} - \frac{2 \phi_m \phi_m}{2 \cdot 2} \cos 2\theta$$

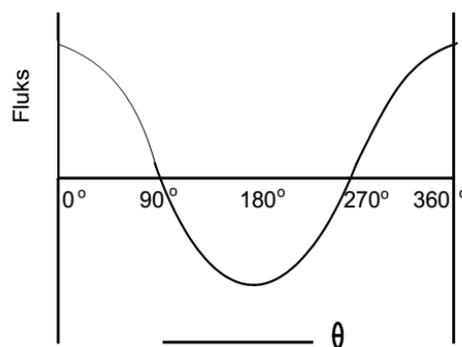
$$\phi_r = \phi_m \sin \theta \text{ ( weber )}$$

dimana :  $\phi_r$  = fluks resultan ( weber )

$\phi_m$  = fluks maksimum ( weber )

$\theta$  = sudut ruang

Setelah seperempat periode putaran, fluks A dan B akan berlawanan arah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.29.c, sehingga resultan fluksnya sama dengan nol. Setelah setengah putaran, fluks A dan B akan mempunyai resultan sebesar  $-2 \times m \phi / 2 = -m \phi$ , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.29.d. Setelah tiga perempat putaran, resultan akan kembali nol seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.29.e dan demikianlah seterusnya. Jika nilai-nilai dari fluks resultan digambarkan terhadap  $\theta$  diantara  $\theta = 0^\circ$  sampai  $\theta = 360^\circ$ , maka akan didapat suatu kurva seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.30.



Gambar 2.30 : Kurva fluks resultan terhadap  $\theta$

Pada saat rotor berputar sesuai dengan arah momen putar medan maju dengan kecepatan tertentu, maka besar slip terhadap momen putar medan maju ( $s_f$ ) yang terjadi adalah :

$$s_f = \frac{n_s - n_r}{n_s} = s$$

dimana :

$n_s$  = kecepatan sinkron ( rpm )

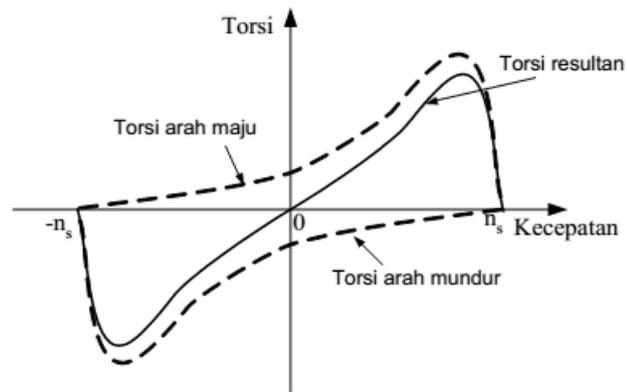
$n_r$  = kecepatan putaran rotor (rpm)

Sedangkan slip terhadap momen mundur ( $s_b$ ) dengan rotor menentang arah momen putar mundur adalah :

$$s_b = \frac{n_s - (-n_r)}{n_s} = \frac{2n_s - (n_s - n_r)}{n_s}$$

$$s_b = 2 - s$$

Masing-masing dari komponen fluks tersebut memotong konduktor rotor sehingga menginduksikan ggl dan pada akhirnya menghasilkan torsi sendiri. Kedua torsi mempunyai arah saling berlawanan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.31 pada keadaan diam kedua komponen torsi tersebut adalah sama besar, sehingga torsi asut adalah nol. Pada saat motor berputar, besar kedua komponen torsi tersebut tidaklah sama sehingga torsi resultan membuat motor tetap berputar pada putarannya.



**Gambar 2.31: Karakteristik torsi - kecepatan motor induksi satu fasa**

Namun motor induksi yang digunakan pada kasus penelitian simulasi pengendalian kecepatan motor induksi 1 fasa berdasarkan temperatur ini adalah motor induksi jenis rotor belitan. Berikut Gambar 2.32, yang menampilkan bentuk fisik dari motor induksi 1 fasa yang digunakan :



**Bentuk fisik motor induksi 1 fasa yang digunakan pada penelitian**

<b>Spesifikasi motor</b>	
Merk	SUNON
Model	P/N 2123 XSL
Tegangan	220 – 240 VAC
Frekuensi	50 – 60 Hz
Arus	0,14 A

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1. Tempat Penelitian**

Adapun tempat penelitian yang saya lakukan adalah di Laboratorium Digital Universitas Medan Area.

### **3.2. Alat dan Bahan**

Dalam perancangan simulasi pengendalian kecepatan motor induksi 1 phasa berdasarkan temperatur ruangan *freezer*, diperlukan beberapa peralatan dan bahan yang digunakan, antara lain :

#### **A. Alat:**

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. Mechanic Tools  | 6. Bor PCB         |
| 2. Pisau Acrelic   | 7. Spidol Permanen |
| 3. Kikir           | 8. Solder Listrik  |
| 4. Gergaji Acrelic | 9. Multimeter      |
| 5. Bor Listrik     | 10. Tespen         |

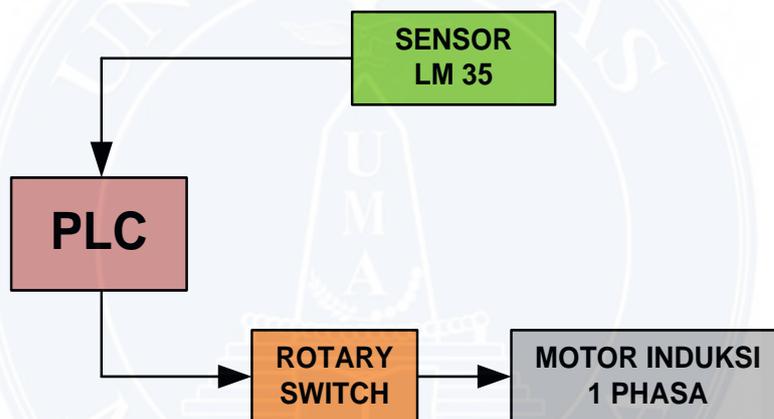
#### **B. Bahan:**

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| 1. Papan Objek           | 6. Timah Solder    |
| 2. Motor Induksi 1 Phasa | 7. Resistor        |
| 3. Kabel Listrik         | 8. Kapasitor       |
| 4. Sensor Termostat      | 9. LED             |
| 5. PCB Bolong            | 10. Trafo          |
| 11. Papan Triplek Putih  | 16. Kaki Penyangga |

- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| 12. Sekrup dan Baut | 17. Saklar                |
| 13. Acrelic         | 18. Steker                |
| 14. Dioda H-bridge  | 19. PLC Jenis Smart Relay |
| 15. IC N7812        | 20. Saklar Rotari         |

### 3.3. Konfigurasi Sistem

Secara umum konfigurasi pengendali kecepatan motor induksi 1 phasa adalah seperti Gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 : Konfigurasi sistem

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa dari sisi masukan (*input*) terdiri dari sensor termostat, pengendali yang digunakan adalah *PLC*, dan pada sisi keluaran (*output*) adalah beban yang dikendalikan yaitu motor induksi 1 phasa melalui *rotary switch* terlebih dahulu.

### 3.4. Perencanaan dan Perancangan Perangkat Keras

Dalam penyelesaian rancangan simulasi pengendalian kecepatan motor induksi berdasarkan temperatur ini, sebelum peneliti melakukan sebuah proses pengerjaan alat maka, peneliti terlebih dahulu membuat suatu perencanaan yang optimal tentang sistem apa saja yang akan dilibatkan dalam penyelesaian alat untuk tujuan mencapai hasil yang maksimal nantinya. Adapun perencanaan tersebut adalah berupa gambaran yang pasti, tentang komponen-komponen apa saja yang akan digunakan baik secara mekanik maupun elektrikal.

Sistem perangkat keras di sini terdiri dari sensor termostat (detektor), *PLC* sebagai pengendali, *power supply* sebagai sumber tegangan, *rotary switch* sebagai saklar pengatur tegangan input motor induksi untuk level kecepatannya dan *motor induksi 1 phasa* sebagai objek yang dikendalikan putarannya. Seluruh perangkat ini dipilih karena memenuhi fungsi dan tujuan tugas akhir ini.

#### 3.4.1. Perancangan Sistem Sensor Temperatur

Adapun jenis sensor pendeteksi temperatur yang peneliti gunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan jenis sensor *LM35DZ* seperti Gambar 2.22 pada **Bab II** di atas.

Rangkaian dasar sensor suhu LM35-DZ ini sangat sederhana dan praktis.  $V_{out}$  adalah tegangan keluaran sensor yang terskala linear terhadap suhu terukur, yakni 10 milivolt per 1 derajat celcius. Jadi jika  $V_{out} = -530mV$ , maka suhu terukur adalah 53 derajat Celcius. Dan jika  $V_{out} = 320mV$ , maka suhu terukur adalah -32 derajat Celcius. Output LM35 pada pin 2 akan berubah-ubah sesuai dengan suhu sekitarnya dari -55 derajat C ( 550mV ) sampai 150 derajat C (1,5V).



### 3.4.2. Perancangan Sistem Pendukung Pengaturan Kecepatan Motor Induksi

Dalam tahapan ini peneliti tinggal cukup menggunakannya saja pada sistem yang akan dihubungkan yaitu pada *PLC* dan motor induksi karena sistem inipun sudah ada di pasaran yaitu *rotary switch*, jadi kita bisa langsung memakainya tanpa harus merancang baru lagi. Namun perlu diketahui saklar *rotary* ini pada aplikasi yang akan kita gunakan sebagai sistem pendukung pengatur kecepatan motor perlu sedikit modifikasi agar bisa berinteraksi secara otomatis dengan pengendalian yang dilakukan oleh *PLC*. Artinya cara penggunaan fungsi *rotary switch* diambil peran oleh sebuah *PLC* untuk menentukan titik-titik level kecepatan yang digunakan pada motor induksi 1 phasa.

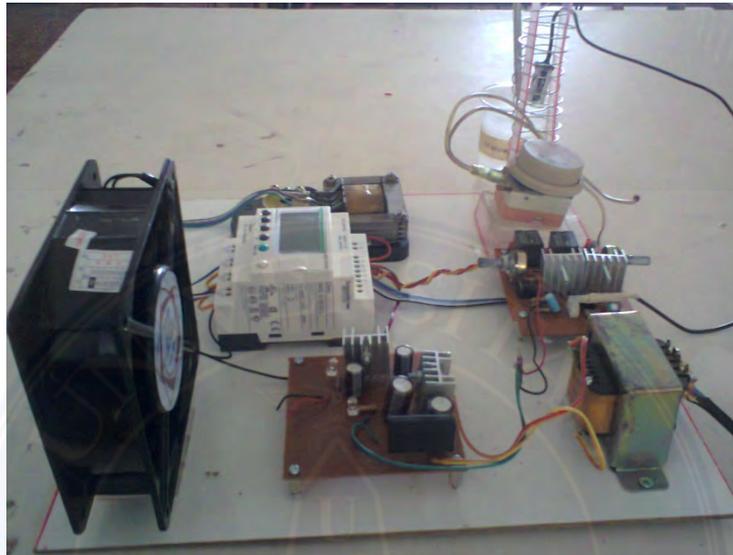
Sistem ini secara keseluruhan dirancang dengan sedikit modifikasi sehingga tampak seperti Gambar 3.4 di bawah ini :



**Gambar 3.3: Sistem modifikasi *rotary switch***

### 3.4.3. Perancangan Sistem Secara Keseluruhan

Dalam perancangan rangkaian ini peneliti melakukan kombinasi seluruh rangkaian, dan untuk lebih jelasnya lihat Gambar 3.5 berikut ini :



Gambar 3.4 : Gambar seluruh sistem

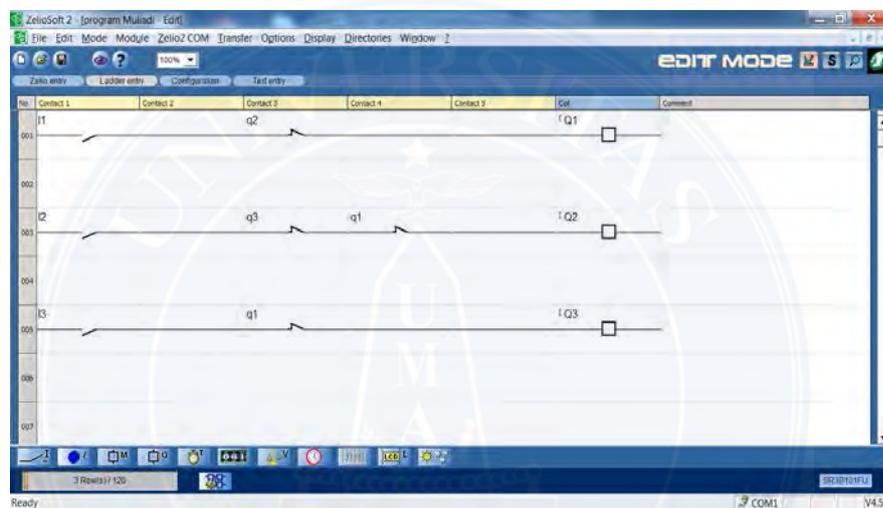
### 3.5. Perencanaan dan Perancangan Perangkat Elektrik

Dalam tahapan ini peneliti membuat suatu perencanaan untuk proses perancangan perangkat elektriknya. Tahapan ini harus diperhatikan seoptimal mungkin karena apabila sedikit ada kesalahan sambungan bisa fatal urusannya yaitu korsleting sehingga merusak seluruh komponen elektriknya. Untuk memudahkan dalam proses perencanaan ini peneliti melakukan sebuah tahapan sambungan komponen elektrik dengan menggunakan alat bantu yaitu *board simulation*. Board simulation dapat digunakan untuk tahap percobaan sebelum rangkaian disusun pada *PCB*. Penggunaannya sangat efektif karena kesalahan lebih mudah dideteksi dan dapat dibongkar pasang seluruh letak-letak komponen.

Namun kekurangan alat ini adalah kurang indah tampak mata karena selain ukurannya yang besar juga tidak dapat ditempatkan dalam tempat yang menetap.

### 3.6. Perencanaan dan Perancangan Program pada PLC

Berikut ini adalah rencana program yang akan dimasukkan pada PLC, guna untuk menjalankan seluruh sistem kerja alat yang dirancang, yaitu :



**Gambar 3.5: Program tangga (ladder)**

Keterangan :

Line Contact 1 – Line Contact 5 : Line untuk penempatan komponen program (selain komponen coil )

I1 : Input internal normaly open sensor suhu LM 35 untuk mendeteksitemperatur rendah

I2 : Input internal normaly open sensor suhu LM 35 untuk mendeteksitemperatur medium

I3 : Input internal normaly open sensor suhu LM 35 untuk mendeteksi temperatur tinggi

[Q<sub>1</sub>] : Coil output internal dari output(Q<sub>1</sub>) eksternal

[Q<sub>2</sub>] : Coil output internal dari output (Q<sub>2</sub>) eksternal

[Q<sub>3</sub>] : Coil output internaldari output(Q<sub>3</sub>) eksternal

q1 : Kontak normaly closed dari coil ouput internal Q1

q2 : Kontak normaly closed dari coil ouput internal Q2

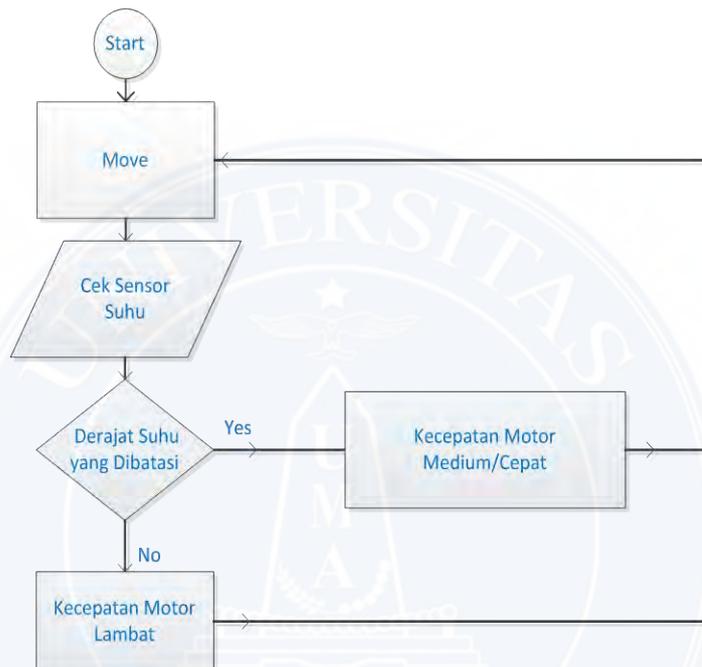
q3 : Kontak normaly closed dari coil ouput internal Q3

### **Proses Kerja Program *Ladder*:**

1. Ketika I1 kondisi "On" maka coil "Q1" (kecepatan lambat) akan aktif sehingga setiap kontak (q1) pada line 2 dan line3 akan aktif normaly open.
2. Ketika "q1" tadi aktif menjadi normaly open pada line 2 dan line 3, maka sinyal yang melalui line 2 dan line 3 akan terputus, karena "q1" telah memutuskan sambungan.
3. Selanjutnya ketika I2 aktif "On" maka secara bersamaan I1 akan kondisi "Off" sehingga coil "Q1" akan "Off" juga. Selanjutnya setiap kontak "q1" pada line 2 dan line 3 akan kembali normaly closed sehingga coil "Q2" (kecepatan medium) akan aktif.
4. Pada saat coil "Q2" tadi aktif maka kontak "q2" pada line 1 akan aktif menjadi normaly open sehingga sambungan terputus.
5. Selanjutnya ketika I3 aktif "On" maka coil "Q3" (kecepatan tinggi) akan aktif sehingga kontak "q3" akan normaly open pada line 2 sehingga sambungan pada line 2 akan terputus.

### 3.7. Flowchart Sistem Kerja Seluruh Sistem

Berikut ini adalah flowchart sistem kerja seluruh sistem, dimana menerangkan kronologis proses kerja seluruh sistem otomatis yang telah dirancang :



**Gambar 3.6: Flowchart sistem kerja seluruh sistem**

## DAFTAR PUSTAKA

Bolton, W. 2004. *Programmable Logic Controller (PLC)*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Budiharto, Widodo. Firmansyah, Sigit. 2004.

*Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.

Setiawan, Iwan. 2006. *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.

Wasito, S, *Vedemekum Elektronika*, Edisi Kedua : Penerbit Gramedia Jakarta

[http://alumni.unair.ac.id/kumpulanfile/1995836135\\_abs.pdf](http://alumni.unair.ac.id/kumpulanfile/1995836135_abs.pdf)

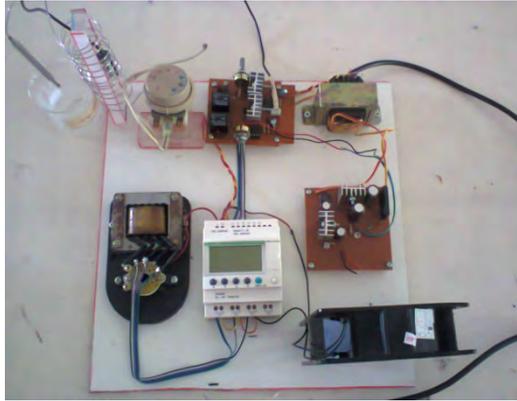
<http://alumnipolmedpranciskoginting.blogspot.com/2012/09/rancang-bangun-mesin-pengisi-minuman-ke.html>

<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-26752-6907040028-Chapter1.pdf>

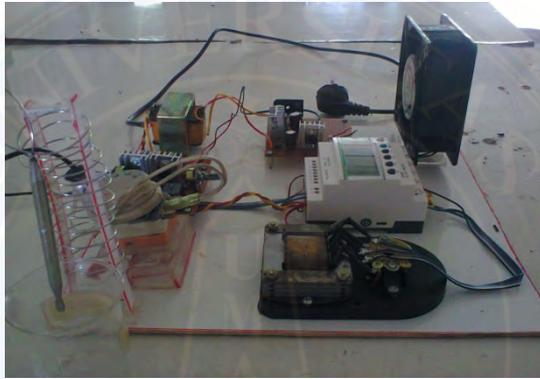
<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-8316-2103100041-PERANCANGAN%20SISTEM%20PENGISIAN,%20PENYUSUNAN.pdf>

<http://telinks.wordpress.com/2010/04/09/rangkaian-sensor-suhu-lm35/>

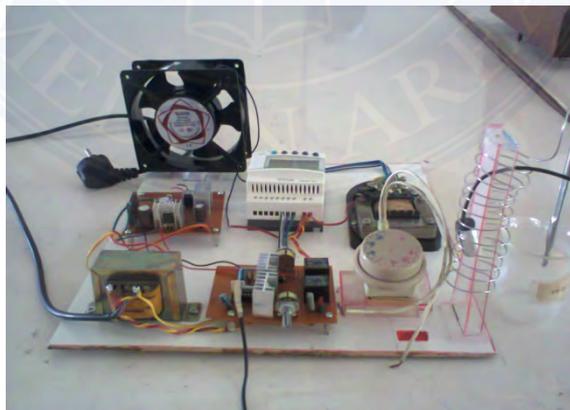
## LAMPIRAN



**Lampiran 1 : Gambar rancangan alat tampak atas**



**Lampiran 2 : Gambar rancangan alat tampak samping**



**Lampiran 3 : Gambar rancangan alat tampak depan**