

# **SKRIPSI**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGENDALI  
OVEN CAT UNTUK SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN PLC  
*SMART RELAY ZELIO LOGIC SR2B121BD***



*Disusun Oleh :*

**YUSUF PURDIANSYAH  
05.12.028**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
SEPTEMBER 2010**

卷之三

THESE ARE THE PAGES OF THE BIBLE WHICH I HAVE READ AND WHICH I HAVE MARKED WITH A PEN. THEY ARE THE PAGES WHICH I HAVE READ AND WHICH I HAVE MARKED WITH A PEN.

<sup>1</sup> See also the discussion of the relationship between the two in the section on "Theoretical Implications."

Digitized by srujanika@gmail.com

中華人民共和國農業部  
農業部農業科學研究所  
農業部農業科學研究所  
農業部農業科學研究所

## LEMBAR PERSETUJUAN

# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGENDALI OVEN CAT UNTUK SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN PLC *SMART RELAY ZELIO LOGIC SR2B121BD*

## SKRIPSI

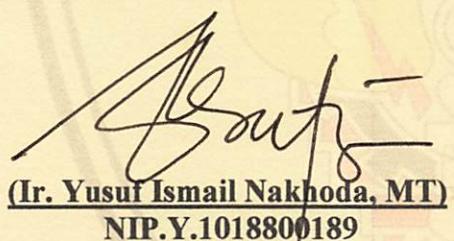
*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Energi Listrik Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

**YUSUF PURDIANSYAH**  
NIM : 05.12.028

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing 1

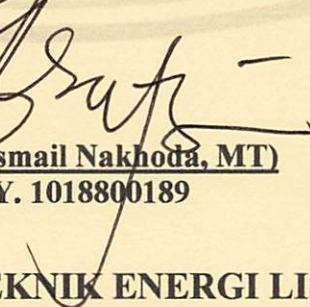
  
(Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT)  
NIP.Y.1018800189

Dosen Pembimbing 2

  
(Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST, MT)  
NIP. Y. 1030800417

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



  
(Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT)  
NIP.Y. 1018800189

KOSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S -1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2010

# **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGENDALI OVEN CAT UNTUK SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN PLC *SMART RELAY ZELIO LOGIC SR2B121BD***

Jurusan Teknik Elektro, Energi Listrik S-1, Yusuf Purdiansyah/05.12.028,

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT, Dr.Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT,

Institut Teknologi Nasional Malang

[ucupz\\_29@yahoo.com](mailto:ucupz_29@yahoo.com)

## ***ABSTRAK***

Pada proses pengecatan sering terjadi hasil pengecatan yang kurang begitu sempurna disebabkan kurang stabilnya cuaca yang terkadang panas dan juga terkadang mendung, maka dengan adanya hal seperti ini perlu adanya alat yang dinamakan dengan istilah oven cat. Kendala pada sistem oven cat yang ada di masyarakat biasanya masih menggunakan oven cat yang dikontrol secara manual. Dengan adanya kendala pada sistem oven cat tersebut, maka pada penelitian ini oven cat digunakan sebagai pengatur suhu ruangan secara otomatis menggunakan PLC *Smart Relay Zelio Logic* dan dalam hal ini sepeda motor sebagai objek penelitian.

PLC *Smart Relay zelio logic* sebagai otomatisasi sistem kontrol mempunyai keunggulan dibandingkan sistem kontrol yang masih manual dimana barang yang dioven bila sudah kering semua sistem akan mati secara otomatis dan sudah dilengkapi dengan indikator lampu *finish* serta *buzzer*, dimana lampu dan *buzzer* akan bekerja secara otomatis jika barang yang di oven telah kering.

Pada hasil pengecatan sepeda motor sebagai objek penelitian dapat diperoleh hasil yang sempurna melalui pengaturan suhu sebesar  $50^{\circ} - 55^{\circ}$  celcius pada PLC sebagai otomatisasi sistem kontrol dimana kondisi bodi atau aksesoris motor menjadi lebih halus dan mengkilap dibandingkan dengan sistem kontrol yang masih manual.

**Kata Kunci : Oven Cat, PLC *Smart Relay Zelio Logic* SR2B121BD**

## **KATA PENGANTAR**

Atas Berkat Rahmat Allah Yang Maha Kuasa, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan judul :

### **“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGENDALI OVEN CAT UNTUK SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN PLC SMART RELAY ZELIO LOGIC SR2B121BD”**

Pembuatan Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata-1 di Institut Teknologi Nasional Malang. Laporan Skripsi ini merupakan tanggung jawab tertulis atas ilmu pengetahuan yang didapat selama penyusun mengikuti kuliah.

Atas terselesaiannya Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Prof. Dr. Eng Ir. Abraham Lomi, MSEE. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- Bapak Ir. Sidik Noetjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
- Bapak Ir. F.Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S1 Konsentrasi Teknik Elektronika.
- Bapak Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta ilmu-ilmu yang sangat berharga sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

- Bapak Dr.Eng.Aryuanto Soetedjo,ST,MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta ilmu-ilmu yang sangat berharga sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
- Bapak Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S1 Konsentrasi Teknik Elektronika.
- Orang tua kami yang telah memberikan dukungan moral maupun spiritual, sehingga penyusun dapat melaksanakan skripsi ini dengan lancar.
- Teman-teman energi listrik angkatan 2005 ITN Malang Putra, Pras, Miki, Makik, Udin, Gd Stif, Juki, Sulek, Rony, Frans, Setly, Singgih dan teman-teman dimanapun kalian berada. Thanks atas dukungannya, bantuan dan doanya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak yang perlu disempurnakan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak bila mana selama penyusunan skripsi ini penyusun membuat kesalahan secara tidak sengaja dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang,19 Agustus 2010

Penulis

# **DAFTAR ISI**

**Halaman**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	ii
<b>ABSTRAK.....</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	iv
<b>DAFTAR ISI.....</b>	vi
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xii

## **BAB I PENDAHULUAN**

<b>1.1. Latar Belakang .....</b>	1
<b>1.2. Rumusan Masalah .....</b>	2
<b>1.3. Tujuan Penulisan.....</b>	3
<b>1.4. Batasan Masalah.....</b>	3
<b>1.5. Metodologi Pemecahan Masalah .....</b>	4
<b>1.6. Sistematika Penulisan.....</b>	4
<b>1.7 Relevansi .....</b>	5

## **BAB II LANDASAN TEORI**

<b>2.1. Pendahuluan .....</b>	6
<b>2.2. PLC (<i>Programmable Logic Control</i>) .....</b>	6
<b>2.2.1. Struktur Dan Peralatan Perlengkapan PLC .....</b>	7

2.2.2. Sistem Penulisan Program PLC .....	8
2.2.3. Konfigurasi Sistem PLC .....	10
2.2.3.1 <i>Central Procesing Unit (CPU)</i> .....	11
2.2.3.2 <i>Power Suplay Unit</i> .....	13
2.2.3.3 <i>Input/Output Unit</i> .....	14
2.2.3.4 Data Dan <i>Memory</i> PLC.....	17
2.2.4 Zelio Logic <i>Smart Relay</i> .....	21
2.2.4.1 Arsitektur Zelio Logic <i>Smart Relay</i> .....	24
2.2.4.2 Zelio Soft Software.....	25
2.3 Sensor Suhu .....	27
2.3.1 Sensor Suhu (IC LM 35).....	27
2.3.2 Relay .....	29
2.3.3 MCB.....	32
2.3.4 Buzzer .....	34

### **BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

3.1. Pendahuluan.....	35
3.2 Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	35
3.2.1 Blok Diagram Sistem.....	35
3.2.2 Perancangan Oven Cat.....	38
3.2.3 Perancangan Pemasangan Sensor Suhu (IC LM 35).....	39
3.2.4 Perancangan Rangkaian <i>Infrared</i> .....	39
3.2.5 Perancangan Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....	41
3.2.6 Power Supply .....	43

<b>3.3. Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....</b>	<b>44</b>
<b>3.3.1. Perancangan <i>Software Zelio Soft 2</i>.....</b>	<b>44</b>
<b>3.3.2 Diagram Alir Perancangan .....</b>	<b>47</b>
<b>3.3.3 Spesifikasi Alat .....</b>	<b>49</b>

## **BAB IV PENGUJIAN SISTEM**

<b>4.1. Pendahuluan.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2 Pengujian Sensor Suhu.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.1 Tujuan.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.2 Peralatan Yang Digunakan .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.3 Prosedur Pengujian.....</b>	<b>52</b>
<b>4.2.4 Hasil Pengujian .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3. Pengujian Sensor <i>Infrared</i> .....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.1 Tujuan.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.2 Peralatan yang Digunakan .....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.3 Diagram Blok Pengujian.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.4 Langkah – Langkah Pengujian.....</b>	<b>55</b>
<b>4.3.5 Hasil Pengujian .....</b>	<b>55</b>
<b>4.3.6 Analisa Hasil Pengujian.....</b>	<b>56</b>
<b>4.4. Pengujian <i>Limit Switch</i>.....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.1 Tujuan.....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.2 Peralatan Yang Digunakan .....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.3 Diagram Blok Pengujian.....</b>	<b>58</b>
<b>4.4.4 Langkah – Langkah Pengujian.....</b>	<b>58</b>

<b>4.4.5 Hasil Pengujian .....</b>	<b>59</b>
<b>4.5. Pengujian Tombol <i>Start</i> dan <i>Stop</i>.....</b>	<b>60</b>
<b>    4.5.1 Tujuan.....</b>	<b>60</b>
<b>    4.5.2 Peralatan Yang Digunakan.....</b>	<b>60</b>
<b>    4.5.3 Diagram Blok Pengujian.....</b>	<b>60</b>
<b>    4.5.4 Langkah – Langkah Pengujian.....</b>	<b>61</b>
<b>    4.5.5 Hasil Pengujian .....</b>	<b>61</b>
<b>    4.5.6 Analisa Hasil Pengujian .....</b>	<b>63</b>
<b>4.6. Hasil Pengujian</b>	
<b>    4.6.1 Pengujian Daya pada Sistem Kontrol.....</b>	<b>64</b>
<b>    4.6.2 Tujuan.....</b>	<b>64</b>
<b>    4.6.3 Peralatan yang Digunakan.....</b>	<b>64</b>
<b>    4.6.4 Prosedur Pengujian.....</b>	<b>64</b>
<b>    4.6.5 Hasil Pengujian .....</b>	<b>65</b>
<b>4.7. Pengujian Keseluruhan Sistem</b>	
<b>    4.7.1 Tujuan.....</b>	<b>66</b>
<b>    4.7.2 Peralatan yang Digunakan.....</b>	<b>66</b>
<b>    4.7.3 Prosedur Pengujian.....</b>	<b>67</b>
<b>    4.7.4 Hasil Pengujian .....</b>	<b>67</b>
<b>BAB V PENUTUP</b>	
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>72</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>72</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>74</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Diagram Blok PLC .....	7
Gambar 2.2 Struktur Dasar PLC.....	8
Gambar 2.3 Contoh Program Menggunakan Ladder Diagram .....	9
Gambar 2.4 Contoh Pemrograman Menggunakan FBD.....	10
Gambar 2.5 Sistem Komponen PLC.....	10
Gambar 2.6 Antarmuka Input.....	15
Gambar 2.7 Antarmuka Output .....	16
Gambar 2.8 <i>Type Compact Smart Relays</i> .....	22
Gambar 2.9 <i>Modular Smart Relays</i> .....	23
Gambar 2.10 <i>Discrete I/O Extension Modules</i> .....	24
Gambar 2.11 Kesalahan Pemrograman pada <i>Zelio Soft</i> .....	26
Gambar 2.12 Karakteristik Sensor Suhu.....	28
Gambar 2.13 Sensor Suhu IC LM 35.....	29
Gambar 2.14 Bentuk Fisik Relay.....	30
Gambar 2.15 Konstruksi Relay jenis kontak tukar.....	31
Gambar 2.16 Jenis-jenis Relay .....	32
Gambar 2.17 Bentuk Fisik MCB ( <i>Magnetic Circuit Breaker</i> ).....	32
Gambar 2.18 Bentuk Fisik <i>Buzzer</i> .....	34
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Pengendalian Oven Cat Menggunakan PLC Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD .....	36
Gambar 3.2 Bentuk Fisik Oven Cat.....	38

Gambar 3.3 Perancangan letak pemasangan sensor suhu IC LM 35 pada setiap Oven Cat .....	39
Gambar 3.4 Rangkaian <i>Infrared</i> .....	40
Gambar 3.5 Rangkaian <i>Operational Amplifier</i> .....	43
Gambar 3.6 <i>Power Supply</i> Tegangan untuk Sistem .....	43
Gambar 3.7 Konfigurasi <i>Smart Relay</i> .....	44
Gambar 3.8 Konfigurasi Modul Tambahan .....	45
Gambar 3.9 Konfigurasi <i>Ladder</i> dan <i>Function Block Diagram</i> (FBD) .....	46
Gambar 3.10 Gambar Flowchart Sistem.....	47
Gambar 4.1. Pengujian Rangkaian Sensor Suhu IC LM 35.....	52
Gambar 4.2. Rangkaian Pada IC LM 35 .....	52
Gambar 4.3. Diagram Blok Pengujian Sensor <i>Infrared</i> .....	54
Gambar 4.4. Sensor <i>Infrared</i> Tidak Terhalang.....	55
Gambar 4.5. Sensor <i>Infrared</i> Terhalang .....	56
Gambar 4.6. Blok Diagram Pengujian <i>Limit Switch</i> .....	58
Gambar 4.7. Pengujian <i>Limit Switch</i> kondisi <i>Off</i> .....	59
Gambar 4.8. Pengujian <i>Limit Switch</i> kondisi <i>On</i> .....	59
Gambar 4.9. Diagram Blok Pengujian Tombol <i>Start</i> .....	60
Gambar 4.10. Pengujian Tombol <i>Start</i> Tanpa Ditekan.....	61
Gambar 4.11. Pengujian Tombol <i>Start</i> Saat Ditekan.....	62
Gambar 4.12. Pengujian Tombol <i>Stop</i> Tanpa Ditekan .....	62
Gambar 4.13. Pengujian Tombol <i>Start</i> Saat Ditekan.....	63
Gambar 4.14. Pengukuran Arus Yang Mengalir Pada Sistem .....	65
Gambar 4.15. Pengujian Tegangan Arus PLN .....	65

Gambar 4.16. Proses <i>Smart Relay Zelio Logic SR2 Start</i> .....	67
Gambar 4.17. Proses <i>Smart Relay Zelio Logic SR2 Stop</i> .....	68
Gambar 4.18. Perancangan dan Pembuatan Sistem Pengendali Oven Cat Untuk Sepeda Motor Menggunakan PLC <i>Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD</i> .....	70

## **DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Suhu IC LM 35 .....	53
Tabel 4.2 Hsil Pengujian Keseluruhan Sistem .....	68

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang <sup>[10]</sup>**

Pada suatu proses pengecatan sering terjadi timbul suatu masalah, yang diakibatkan dari temperatur suhu yang tidak konstan atau *fluktuasi*, dimana akibat dari suhu yang tidak menentu berakibat pada kualitas cat yang telah dikerjakan. Pada umumnya untuk pengeringan menggunakan panas yang berasal dari terik matahari, sehingga panas yang dihasilkan tidak menentu, kadang panas dan kadang cuaca mendung, akibatnya cat yang proses pengeringan pada suhu panasnya yang tidak konstan tersebut menjadi permukaan cat seperti kulit jeruk dan kasar, dan apabila suhu pengeringan terlalu panas maka berdampak pula pada cat yang retak atau pecah. Dengan permasalahan yang terjadi diatas maka diperlukan suatu alat kontrol yang menjaga suhu panas pengeringan cat agar tetap stabil. Dimana dengan menggunakan istilah cat oven yang ada di masyarakat masalah kestabilan suhu panas pengeringan cat dapat diperoleh pada range  $50^{\circ}$  celcius sampai dengan  $55^{\circ}$  celcius secara konstan, sehingga hasil pengecatan akan mendapatkan hasil yang sempurna. Maka dengan adanya oven cat tersebut diperlukan suatu alat kontrol yang dapat bekerja secara otomatis dan panas yang dihasilkan secara konstan.

Di dalam skripsi ini dicoba dirancang sebuah oven cat yang dapat dikontrol secara otomatisasi. Oven cat akan dibuat dengan cara sederhana, pengaturan suhu dilakukan dengan memasang dua buah *fan* dan *heater* listrik dengan sistem kontrol PLC *Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD* agar dapat

menjaga suhu tetap stabil, dengan cara menentukan *setting point* suhu yang telah ditentukan. Dibandingkan dengan oven cat yang sudah ada dipasaran selain dari sisi biaya pembuatan yang lebih murah serta memiliki keistimewaan yaitu dibuat program secara otomatis, apabila proses pengovenan telah selesai ada pemberitahuan seperti *buzzer* dan lampu indikator aktif, serta adanya sensor *infrared* dan *timer* dapat di-*setting* dalam jangka waktu detik. Bila dibandingkan oven cat yang ada dipasaran masih menggunakan sistem yang manual, hanya memakai *kontaktor*, *relay* serta *timer*, tidak adanya sensor *infrared* dan *timer* tidak dapat di-*setting* dalam jangka waktu detik hanya dapat di-*setting* dalam jangka waktu menit.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan sistem pengendalian suhu oven cat menggunakan PLC *Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD* , dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Bagaimana merancang dan membuat perangkat keras atau *hardware* dari sistem pengendali suhu menggunakan PLC *Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD*.
2. Bagaimana merancang perencanaan letak pemasangan sensor suhu berdasarkan fungsinya pada oven cat.
3. Bagaimana men-*setting* agar deteksi sensor suhu tidak kurang atau melampaui suhu yang diperlukan.
4. Bagaimana merancang perangkat lunak atau *software* dari otomatisasi sensor suhu menggunakan PLC *Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD*.

Dari permasalahan tersebut di atas maka skripsi ini berjudul:

**“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGENDALI OVEN  
CAT UNTUK SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN PLC SMART RELAY  
ZELIO LOGIC SR2B121BD”**

### **1.3 Tujuan Penulisan**

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan di atas maka, tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah untuk mengatur suhu oven cat secara otomatisasi agar mendapatkan hasil yang maksimal dari hasil pengecatan.

### **1.4. Batasan Masalah**

Agar Perancangan dan Pembuatan Sistem Pengendalian Oven Cat Menggunakan *Programmable Logic Controller Smart Relay Zelio SR2B121BD* ini tidak meluas, maka penulis perlu untuk memberikan batasan – batasan terhadap masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Tipe *Smart Relay* yang digunakan adalah *Zelio Logic*.
2. Tipe *software* yang digunakan adalah *Zelio Software*.
3. Tidak membahas sensor suhu, sensor *infra red* secara detail.
4. Hanya membahas mengenai sistem otomatisasi dan pengontrolan oven cat menggunakan *Programmable Logic Controller Smart Relay Zelio SR2B121BD*.
5. Oven cat digunakan khusus untuk mengecat body atau aksesoris motor dengan ukuran maksimal panjang 120 cm dan lebar 50 cm.
6. Tidak membahas bahan cat yang digunakan.

## **1.5. Metodologi Pemecahan Masalah**

Metode yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini adalah:

### **1. Studi literature**

Mencari referensi – referensi yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan alat yang akan dibuat.

### **2. Perancangan Sistem**

Sebelum melaksanakan pembuatan terhadap sistem, dilakukan perancangan terhadap sistem yang meliputi merancang rangkaian untuk tiap – tiap oven cat dan rangkaian keseluruhan sistem, serta perancangan terhadap *software*.

### **3. Pembuatan Sistem.**

Pada tahap ini realisasi alat yang dibuat, dilakukan perakitan sistem terhadap seluruh hasil rancangan yang telah dibuat.

### **4. Pengujian Sistem**

Untuk mengetahui cara kerja alat, maka dilakukan pengujian tiap oven cat dan pengujian secara keseluruhan.

### **5. Pengolahan Data**

Mengolah data dan menganalisa hasil pengujian sistem untuk membuat kesimpulan.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Untuk mendapatkan arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan dibahas maka dalam skripsi ini disusun sebagai berikut :

**BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam Bab ini berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi Penelitian, dan Sistematika Penulisan yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini.

**BAB II : LANDASAN TEORI**

Pada Bab ini dibahas tentang teori – teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat ini.

**BAB III : PERENCANAAN SISTEM**

Dalam Bab ini akan dibahas mengenai perencanaan dan pembuatan skripsi yang meliputi seluruh sistem ini baik perangkat keras maupun perangkat lunak sistem.

**BAB IV : PENGUJIAN SISTEM**

Dalam Bab ini membahas tentang pengujian dan hasil yang diperoleh dari sistem yang telah dibuat.

**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam Bab ini berisi kesimpulan – kesimpulan yang diperoleh dari perencanaan dan pembuatan tugas akhir ini serta saran – saran guna menyempurnakan dan mengembangkan sistem lebih lanjut.

**1.7 Relevansi**

Manfaat oven cat ini untuk masyarakat yaitu untuk mendapatkan hasil pengecatan yang lebih sempurna dan mempercepat hasil pengecatan khususnya pada pengeringan suatu benda yang sudah dicat.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

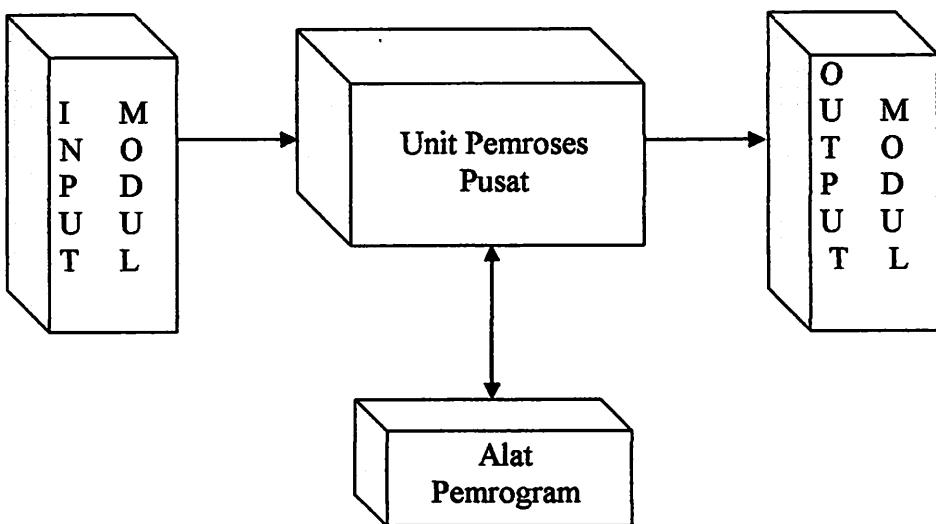
#### **2.1 Pendahuluan**

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori penunjang dari peralatan yang direncanakan. Teori penunjang ini akan membahas tentang komponen dan peralatan pendukung pada alat yang dibuat. Pokok pembahasan pada bab ini adalah :

1. PLC (*Programmable Logic Control*)
2. Sensor Suhu
3. *Relay*
4. MCB
5. *Buzzer*

#### **2.2 PLC (*Programmable Logic Control*) [1]**

PLC pada dasarnya adalah sebuah computer yang khusus darancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol ini dapat berupa regulasi variable secara kontinyu seperti pada sistem – sistem servo, atau hanya melibatkan kontrol 2 keadaan (On/Off) saja, tetapi dilakukan secara berulang – ulang seperti umum dijumpai pada mesin pengeboran, sistem konveyor dan lain sebagainya.



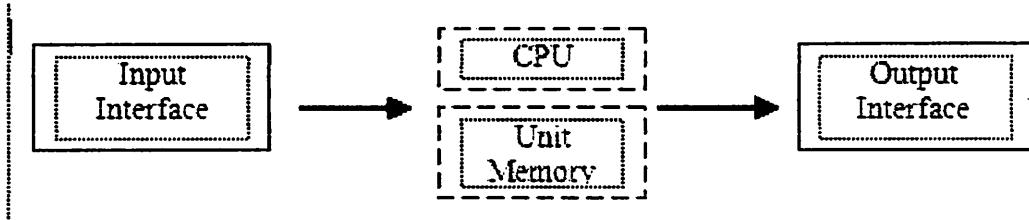
Gambar 2.1  
Diagram Blok PLC <sup>[1]</sup>

### 2.2.1 Struktur Dan Peralatan Perlengkapan PLC <sup>[1]</sup>

Pada umumnya PLC dapat dibayangkan sebagai sebuah personal computer konvesional karena konfigurasi internal yang ada pada PLC mirip dengan konfigurasi yang dimiliki oleh sebuah personal komputer. Secara khusus, PLC dirancang untuk menangani suatu sistem kontrol otomatis pada mesin – mesin industri atau aplikasi – aplikasi lain diindustri seperti kontrol lampu lalu lintas, air mancur, sistem bagasi lapangan terbang, *Water Level Controlling* (WLC) dan lain – lain.

Secara garis besar struktur dasar PLC dapat dibagi menjadi empat kelompok komponen utama yang terdiri dari antar muka (*interface*) *input*, antar muka (*interface*) *output*, Unit Pemroses (*Central Processing Unit/CPU*) dan *Unit Memory*. Dalam CPU sebuah PLC dapat diibaratkan sebuah kumpulan ribuan *relay* walaupun kenyataannya bukan berarti terdapat ribuan *relay* berskala kecil. Tetapi dalam PLC berisi rangkaian elektronika digital yang berfungsi sebagai *Contact Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC) *relay*. Satu kontak NO

dan NC pada PLC dapat digunakan berkali – kali untuk semua jenis instruksi dasar PLC kecuali *output*. Instruksi *output* PLC tidak dapat dilakukan untuk nomor kontak yang sama.



Gambar 2.2  
Struktur Dasar PLC<sup>[1]</sup>

Peralatan *input* (*Input Devics*) yang banyak digunakan sebagai sinyal *interface* sebuah PLC dapat berupa saklar – saklar atau sensor – sensor. Diantara sekian banyak peralatan *input* yang dipakai diantaranya *Pust Button*, *Limit Switch*, *Tumb Wheel Switch*, *Level Switch*, *Flow Switch* dan saklar tekan lainnya.

Yang termasuk peralatan kontrol (*Control Devices*) terdapat didalam PLC itu sendiri dan dapat diprogram ulang sesuai dengan sistem kontrol yang kita inginkan, peralatan *Controller* yang dimiliki oleh sebuah PLC dapat berupa *Internal Relay (Relay Coil)*, *Latching*, *Timer Coil*, *Counter*, *Electronic Card* dan lain – lain.

### 2.2.2 Sistem Penulisan Program PLC<sup>[1]</sup>

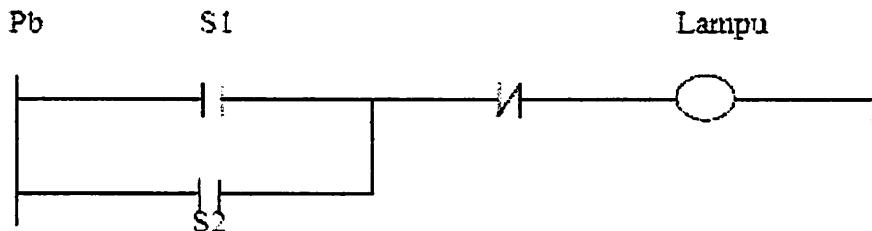
Pemrograman adalah penulisan serangkaian perintah yang memberikan instruksi pada PLC untuk melaksanakan tugas yang telah ditentukan. Sistem pemrograman sebuah PLC terdiri dari beberapa format yaitu :

## 1. *Ladder Diagram*

Penulisan dengan cara *Ladder Diagram* ini paling banyak digunakan pada sistem kontrol yang menggunakan *relay – relay* atau pada sistem yang menggunakan PLC, sehingga PLC penulisan *Ladder Diagram* ini merupakan pengembangan dari penulisan dan penggambaran rangkaian dalam sistem kontrol *relay* elektronik.

Penulisan dengan *Ladder Diagram* bertujuan untuk menampilkan urutan – urutan kerja sinyal listrik. Melalui diagram dapat diperlihatkan hubungan antara peralatan aktif atau tidak aktif (hidup atau mati) sesuai dengan urutan yang ditentukan.

Contoh penulisan program menggunakan *ladder diagram* seperti gambar :

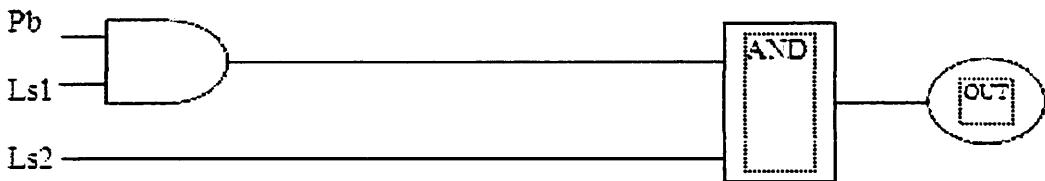


Gambar 2.3  
Contoh Program Menggunakan *Ladder Diagram* [1]

## 2. *Function Block Diagram (FBD)*

Penulisan program menggunakan FBD memiliki persamaan dengan *Ladder Diagram*, yaitu kedua cara ini sama – sama digambarkan dalam bentuk grafik. Penggambaran atau penulisan program dengan cara ini biasanya dilakukan untuk sistem program scanning dan untuk menggambarkan sistem program sekuensial. Cara ini juga dapat

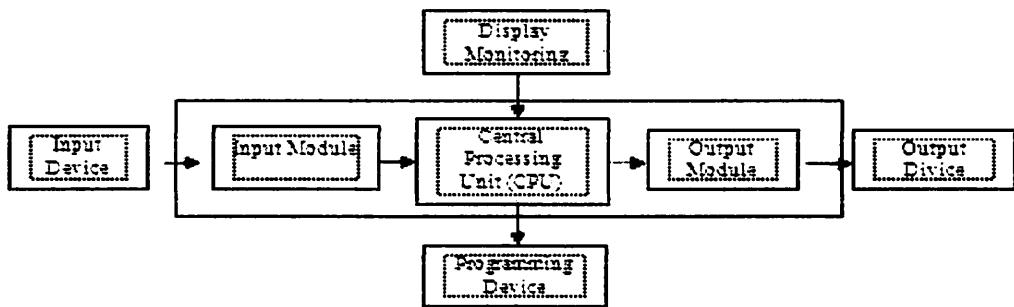
digunakan sebagai *Flow Chart*. Simbol yang dapat digunakan dalam sistem FBD berupa symbol – symbol gerbang logika seperti gambar :



Gambar 2.4  
Contoh Pemrograman Menggunakan FBD <sup>[1]</sup>

### 2.2.3 Konfigurasi Sistem PLC<sup>[1]</sup>

Komponen – komponen PLC yang diperlukan untuk sistem kendali diantaranya berupa *Central Controller Unit (CCU)* yang disebut dengan istilah *Central Processing Unit (CPU)* yang terdiri dari *Prosesor*, *Memori*, dan *Power Supply* serta bagian *Input/Output (I/O) Structure* dan *Program Device*.



Gambar 2.5  
Sistem Komponen PLC <sup>[1]</sup>

### **2.2.3.1 Central Procesing Unit (CPU) [1]**

Unit pemroses utama atau lebih dikenal dengan *Central Procesing Unit* berfungsi untuk mengambil instruksi dari memori, pengkodean kemudian mengeksekusi instruksi tersebut. Selama proses tersebut CPU akan menentukan putusan untuk pengkontrolan atau menghasilkan fungsi aritmatika dan logika serta mendekripsi sinyal dari luar CPU.

Pada dasarnya unit pemroses utama (CPU) terdiri dari :

- 1. Register**

Register merupakan penyimpan data sementara yang dapat digunakan selama pengeksekusian program. Register ini akan mempercepat suatu proses, karena data yang sering dipakai diterletakkan pada register sehingga bila CPU memerlukannya tidak perlu membaca dari memori.

- 2. Control Unit (CU)**

Unit pengendali atau *Control Unit (CU)* mengendalikan atau mengarahkan urutan operasi pada prosesor dan mengirim sinyal pengendali untuk mengkoordinasikan aliran informasi dan data antara bagian pada prosesor seperti mentransfer atau sebaliknya, mengambil data dari input image table, mengirim data ke output image table dan operasi – operasi lain dalam prosesor. Disamping itu unit kendali juga member respon terhadap sinyal dari luar.

### 3. Aritmatic Logical Unit (ALU)

Unit logika dan aritmatika atau Aritmatika Logical Unit (ALU) berfungsi untuk melakukan operasi – operasi logika dan aritmatika seperti penjumlahan, perkalian, pembagian dan logika dalam satu program.

Biasanya PLC mengguanakan *Chip Microprosesor* sebagai intinya dan sekaligus merupakan otak dari PC. Gerakan *Actuator* yang diperintahkan oleh inti ini dalam bentuk program yang diolah oleh *Microprocessor*. Jenis *Microprocessor* umum digunakan adalah : Z80, 6800, 8086, 6502, 68000, 80286, 80386, atau pun 80486 serta yang lainnya sampai generasi sekarang *Intel Pentium*.

Karakteristik terpenting dari PLC adalah kemudahan pemakaian dalam menggantikan program dengan mudah dan cepat. Tujuan ini dapat dicapai dengan membuat karakteristik PLC dilengkapi dengan sistem memori. Sistem memori ini dimaksudkan untuk menyimpan data – data urutan instruksi ataupun program yang dapat dieksekusi oleh prosesor sesuai drngan perintah yang telah diberikan dalam program.

Sistem memori PLC terdiri dari dua virtual memori, meliputi :

#### 1. *Executive Memory*

*Memory* ini tersusun dari sekumpulan program – program permanen yang dianggap sebaai bagian dari PLC. Program permanen ini mengarahkan atau menjalankan aktifitas seluruh sistem seperti eksekusi program, komunikasi peralatan dan lain – lain. Dengan kata lain *executive memory* adalah *memory* yang dapat menyimpan instruksi – instruksi *software*, seperti instruksi *relay*, *block transfer* instruksi matematik dan lain – lain. Daerah *memory* ini tidak dapat diakses oleh *user* atau pemakai.

## *2. Application Memory*

Sistem ini berguna untuk menyimpan dan tempat menampung instruksi – instruksi program yang diinput oleh pemakai. *Memory* ini terdiri dari beberapa bagian yang memiliki fungsi dan penggunaan yang khusus.

### **2.2.3.2 Power Supply Unit<sup>[1]</sup>**

Unit PLC tidak akan bekerja jika tidak diberi energi. Energi yang digunakan untuk menghidupkan PLC dapat berupa sumber AC 120 Volt atau 240 Volt dan dapat juga ditentukan sumber arus DC 5 Volt sampai dengan 10 Volt. Untuk menghidupkan PLC, pemakai tinggal menyambungkan bagian input energi dengan tegangan dan arus listrik yang sesuai.

Selain menyediakan tegangan listrik, *Power Supply* juga dapat memonitor dan memberikan sinyal kepada CCU apabila terjadi suatu kesalahan. Dengan kata lain, *Power Supply* selain sebagai pemberi daya, berfungsi juga sebagai proteksi komponen sistem. Perlu diperhatikan bahwa komponen *Power Supply* jangan dihubungkan dengan sumber yang tidak stabil.

*Power Supply* yang baik dan idealnya dirancang untuk mengamankan terjadinya fluktuasi ondasi daya. Tetapi sebuah *Power Supply* belum tentu dapat mengkompensasi kondisi ketidak stabilan tegangan yang terjadi.

Ketidak stabilan tegangan ini, biasanya disebabkan oleh :

- Jauhnya lokasi sumber energi
- Sistem sambungan yang tidak baik
- Dekat dengan peralatan berat

Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan adanya suatu alat yang dapat menstabilkan tegangan sebelum digunakan. Alat yang biasa dipakai adalah *Constant Voltage Transformer* atau lebih dikenal dengan nama *Stabilizer*.

Untuk mengatasi masalah lain yang akan mempengaruhi jalannya program PLC, maka sebaiknya PLC dilengkapi atau dijauhkan dengan peralatan lain yang dapat menimbulkan efek elektromagnetik.

### **2.2.3.3 *Input/Output Unit*<sup>[1]</sup>**

*Input/Output Unit* adalah struktur masukan keluaran yang terdapat dalam PLC dan menyebabkan PLC tersebut dapat bekerja atau menjalankan instruksi programnya. Sebagaimana fungsinya PLC sebagai pengontrol suatu proses operasi mesin, maka struktur *Input/Output* merupakan perantara atau bagian yang menghubungkan antara bagian kontrol seperti saklar motor *starte*, katup – katup dan sebagainya dengan CCU-nya.

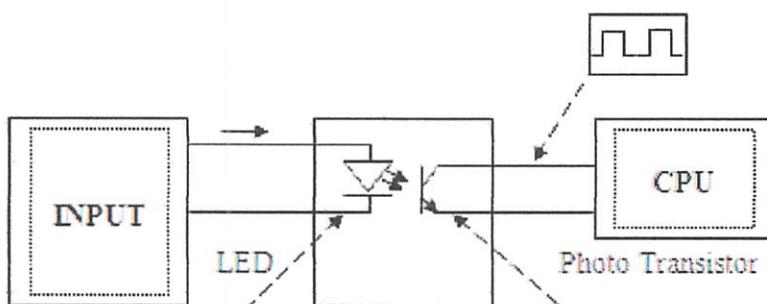
Sinyal yang diolah oleh CCU merupakan sinyal elektrik bertegangan rendah berkisaran 5 Volt DC. Sedangkan sinyal dari elemen kontrol dapat berupa arus DC atau arus AC yang bertegangan sapai dengan 240 Volt.

Sinyal *Input/Output* yang bias diterima oleh PLC terdiri dari dua macam sinyal, yaitu sinyal analog dan sinyal digital (*binary*). Sinyal *binary* adalah sinyal yang mempunyai kondisi hidup “1” dan mati “0”. Sinyal ini merupakan sinyal ang paling umum digunakan dalam sistem PLC. Sedangkan sinyal analog adalah sinyal yang dapat berubah – ubah setiap saat, misalnya berupa arus atau keadaan tegangan listrik pada saat – saat tertentu. Untuk kebanyakan PLC saat ini,

penggunaan sinyal analog harus diterjemahkan terlebih dahulu menjadi sinyal binary menggunakan suatu modul *input* analog.

### 1. *Input Analog*

Sebelum peralatan modul input dihubungkan dengan modul *input* analog, terlebih dahulu peralatan ini harus dihubungkan dengan sebuah tranduser, atau transmitter yang berfungsi sebagai pengubah sinyal analog yang berasal dari peralatan input kedalam bentuk sinyal analog arus DC. Terjadinya perubahan sinyal ini kan membandingkan antara variable yang diukur dengan tegangan yang diterima oleh modul akan diubah ke dalam bentuk sinyal *binary*. Perubahan bentuk sinyal ini dilakukan oleh suatu alat yang dinamakan *Analog to Digital Converter* (A/D atau ADC).



Gambar 2.6  
Antarmuka *Input* <sup>[1]</sup>

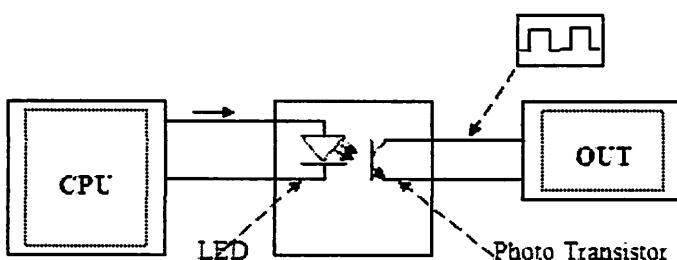
Besarnya sinyal tegangan yang masuk dibagi ke dalam beberapa bagian yang dinamakan *Count* atau hitungan system digital. Perubahan hitungan digital terkecil yang mampu dibentuk dengan istilah resolusi. Contoh resolusi ADC 12 bit, ini berarti sinyal inputannya dapat dibagi

kedalam 12 bit. Nilai didapatkan berdasarkan perhitungan  $2^{12}$  atau dengan 16 umeri bilangan decimal yang berkisaran 0 sampai dengan angka 4095.

## 2. Output Analog

Modul ini digunakan untuk mengontrol peralatan yang menerima sinyal tegangan / arus kontinu (*analog*). Sebagaimana input analog, modul output analog dihubungkan dengan alat pengontrol melalui transduser atau *transmitter*. *Transmitter* ini berfungsi untuk memperbesar atau memperkecil serta mengubah sinyal *output* yang berupa *binary* ke dalam bentuk sinyal yang dapat diterima oleh peralatan *output*.

Perbedaan antara *modul input* dan modul output terletak pada jenis konverter yang digunakan. Kalau *modul input* menggunakan A/D converter, sedangkan *modul output* menggunakan D/A konverter atau DAC (*Digital to Analog Converter*). Besaran analog *output* yang dihasilkan akan sebanding dengan besaran 16 umeric yang diterimanya. Jadi selain menghitung atau menangkap sinyal, DAC akan menghasilkan sinyal analog yang besarnya sebanding dengan arus / tegangan minimum dan maksimum.



Gambar 2.7  
Antarmuka *Output* [1]

#### **2.2.3.4 Data dan Memory PLC<sup>[1]</sup>**

Memori PLC terdiri dari :

- 1. IR (*Internal Relay*)**

*Internal Relay* mempunyai pembagian fungsi seperti IR *input*, IR *output* dan IR work area untuk pengelolah data pada program IR *input* dan *output* adalah IR yang berhubungan dengan terminal *input* dan *output* pada PLC. Sedangkan IR work area tidak dihubungkan ke terminal PLC, tetapi terletak pada *internal memory* PLC dan berfungsi untuk pengelolah logika program (manipulasi program).

Selain itu terdapat juga IR yang difungsikan untuk SYSMAC BUS Area, Spesial I/O unit area, Optical I/O unit area dan *Group 2 high density* I/O unit area, dengan fungsi masing – masing sebagai berikut :

- SYSMAC BUS Area berfungsi untuk komunikasi data PLC antara CPU PLC dan I/O unit PLC dengan hanya menggunakan dua kabel saja yaitu RS 485 dengan jarak maksimum 200 meter.
- Special I/O area berupa IR yang digunakan oleh spesial I/O unit PLC, contoh : *analog input*, *analog output*, dan lain – lain yang berfungsi untuk menyimpan dan mengolah datanya.
- Optical I/O area berupa IR yang digunakan untuk mengolah data dan menyimpan data dari optical I/O unit PLC.
- *Group 2 high density* I/O unit area berupa IR yang berfungsi untuk menyimpan dan mengolah data dari *high density* I/O unit group 2.

## 2. SR (*Special Relay*)

Relay yang mempunyai fungsi khusus seperti *flags*, misalnya pada instruksi penjumlahan, terdapat kelebihan digit pada hasilnya (*Carry Flags*), kontrol bit PLC, informasi kondisi PLC dan sistem *clock* (pulsa 1 detik, 0,2 detik dan lain – lain).

## 3. AR (*Auxiliary Relay*)

Terdiri atas *flags* dan bit dengan tujuan – tujuan khusus dan dapat menunjukkan PLC yang disebabkan oleh kegagalan sumber tegangan, kondisi spesial I/O, kondisi I/O unit, kondisi CPU PLC, kondisi memori PLC dan lain – lain.

## 4. HR (*Holding Relay*)

Berfungsi untuk menyimpan data (bit – bit penting) karena tidak akan hilang walaupun sumbertegangan PLC telah terputus (*off*).

## 5. LR (*Link Relay*)

Digunakan untuk data link pada PLC link sistem. Artinya berfungsi untuk tukar menukar informasi antara dua PLC atau lebih dalam suatu sistem kontrol yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya dan menggunakan banyak PLC (minimum 2 PLC)

## 6. TR (*Temporary Relay*)

Berfungsi untuk menyimpan sementara kondisi logika program yang terdapat pada ladder diagram yang mempunyai titik percabangan khusus.

## 7. TC (*Timer / Counter*)

Timer digunakan untuk mendefinisikan sistem waktu tunda (*time delay*), sedangkan Counter digunakan sebagai penghitung. Timer dalam suatu PLC mempunyai orde 100 ms dan ada juga yang mempunyai orde 10 ms seperti TIMH (15). Untuk TIM 000 sampai dengan 015 dapat dioperasikan secara *interrupt* untuk mendapatkan waktu yang lebih presisi.

## 8. DM (*Data Memory*)

Data memory berfungsi untuk menyimpan data – data program, karena isi DM tidak akan hilang (*reset*) walaupun sumber tegangan PLC off.

Ada beberapa macam DM, diantaranya :

- DM *Read / Write* : DM ini dapat dihapus dan ditulis oleh program yang kita buat, jadi sangat berguna untuk memanipulasi data program.
- DM Spesial I/O Unit : DM ini berfungsi untuk menyimpan dan mengelolah hasil spesial I/O unit, mengatur dan mendefinisikn sistem kerja spesial I/O unit.

- DM *History Log* : DM ini dapat menyimpan informasi – informasi penting pada saat PLC terjadi kegagalan sistem operasinya. Pesan – pesan kesalahan yang terjadi dalam sistem PLC dapat disimpan berupa kode – kode angka tertentu.
- DM *Link Test Area* : DM ini berfungsi untuk menyimpan informasi – informasi yang menunjukkan status dari sistem link PLC.
- DM *setup* : Berfungsi untuk setup kondisi default (kondisi kerja saat PLC aktif). Pada DM inilah kemampuan kerja dari suatu PLC didefinisikan terlebih dahulu sebelum PLC tersebut deprogram dan dioperasikan pada suatu sistem kontrol dan setupnya disesuaikan dengan sistem kontrol yang diinginkan.

## 9. UM (*Upper Memory*)

Memori ini berfungsi untuk menyimpan dan menjalankan program kita (*user program*) yang mempunyai kapasitas tergantung pada masing – masing tipe PLC yang dipakai.

Semua *memory* (selain DM dan UM) dapat berfungsi sebagai sebuah relay yang mempunyai coil, kontak NO dan kontak NC. Begitu juga timer dan counter yang dapat berfungsi sama seperti *timer* dan counter pada umumnya yang mempunyai kontak NO dan kontak NC. Sedangkan DM tidak mempunyai bentuk, tetapi hanya berupa *channel / word* saja. DM dapat difungsikan untuk menyimpan data – data penting yang tidak boleh hilang, pada saat power telah off atau berfungsi untuk memanipulasi program yang kita buat. Selain itu memori yang

mempunyai sifat dapat menyimpan data program jika listrik mati adalah DM dan HR sedangkan yang lain kembali *reset* (hilang / terhapus).

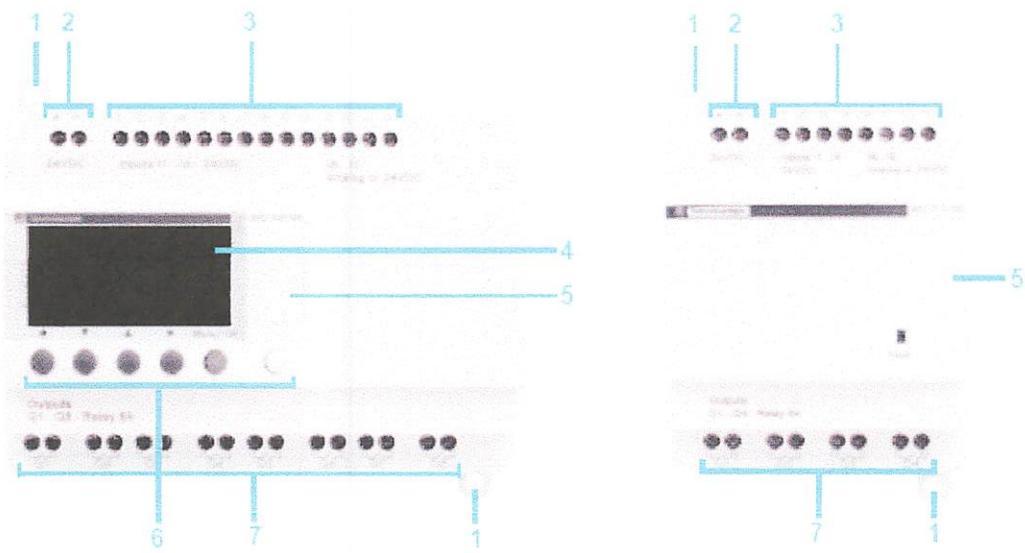
#### 2.2.4 Zelio Logic *Smart Relay* [2]

Zelio Logic *Smart Relay* didesain untuk automasi terhadap sistem yang tidak terlalu kompleks. Zelio Logic *Smart Relay* biasa digunakan untuk aplikasi dibidang industri dan komersial.

Dalam sektor industri, Zelio Logic *Smart Relay* biasanya digunakan untuk automasi dibidang *Finishing Production*, automasi mesin pengepakan dan perakitan, pelastik dan material *Processing sector* dan automasi sistem untuk mesin – mesin yang bersifat pekebunan atau *Agricultural* (seperti irigasi pengairan, mesin pompa dan *Green House*).

Dalam sektor komersial atau bangunan, Zelio Logic *Smart Relay* biasanya digunakan otomasi terhadap sistem parker gedung, pengontrolan lift maupun escalator, otomasi sistem keamanan serta otomasi terhadap sistem *compressor* dan *air conditioning*.

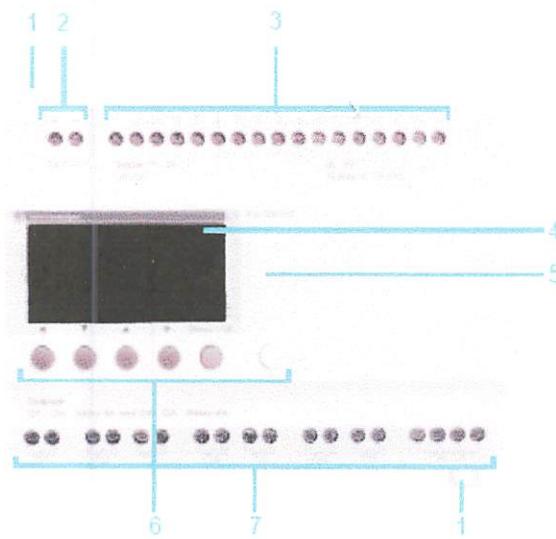
Zelio Logic *Smart Relay* memiliki 2 tipe yaitu tipe *Compact Smart Relay* dan tipe *Modular Smart Relay*. Untuk tipe *Compact Smart Relay* biasa digunakan untuk sistem automasi yang tidak terlalu kompleks dimana *input/output* yang dimiliki tipe *Compact Smart Relay* berjumlah hingga 20 I/O. apabila dibutuhkan sistem yang lebih kompleks maka bias menggunakan tipe *Modular Smart Relay* yang dapat dipasangkan dengan *I/O Modul Extension* yang mencapai 6, 10 sampai 40 I/O dan sebuah modul komunikasi sesuai dengan fleksibilitas terhadap sistem yang dicapai.



Gambar 2.8  
Type Compact Smart Relays<sup>[3]</sup>

Zelio Logic compact smart relays have the following on their front panel :

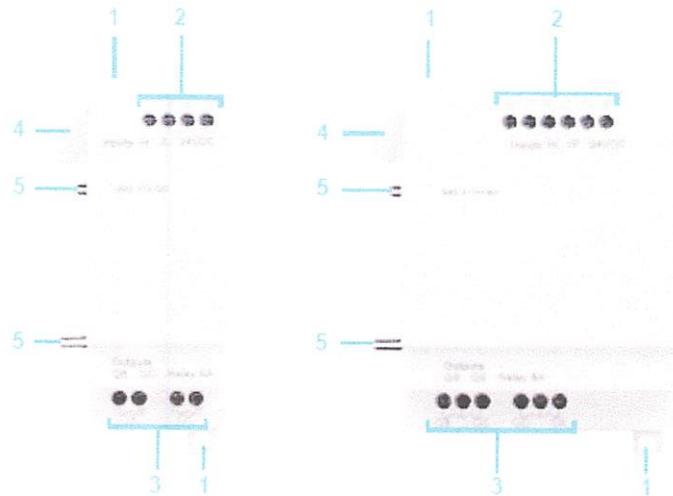
1. Two retractable fixing lugs.
2. Two power supply terminals.
3. Terminals for connection of the inputs.
4. Backlit LCD display with 4 lines of 18 characters.
5. Slot for memory cartridge or connection to a PC or Modem communication interface.
6. 6 buttons for programming and parameter entry.
7. Terminals for connection of the outputs.



Gambar 2.9  
*Modular Smart Relay* [3]

*Zelio Logic compact smart relays have the following on their front panel :*

1. *Two retractable fixing lugs.*
2. *Two power supply terminals.*
3. *Terminals for connection of the inputs.*
4. *Backlit LCD display with 4 lines of 18 characters.*
5. *Slot for memory cartridge or connection to a PC or Modem communication interface.*
6. *6 buttons for programming and parameter entry.*
7. *Terminals for connection of the outputs.*



Gambar 2.10  
Discrete I/O Extension Modules <sup>[1]</sup>

*Discrete I/O extension modules have the following on their front panel :*

1. Two retractable fixing lugs.
2. Terminals for connection of the inputs.
3. Terminals for connection of the outputs.
4. A connector for connection to the Zelio Logic smart relay (powered via the Zelio Logic smart relay).

#### 2.2.4.1 Arsitektur Zelio Logic Smart Relay <sup>[2]</sup>

Arsitektur dari Zelio Logic Smart Relay antara lain :

1. Untuk *Power Supply*, Zelio Logic Smart Relay membutuhkan *Supply* tegangan sebesar 12 VDC, 24 VDC, 24 VAC dan 100 – 240 VAC.
2. Pemrograman dapat langsung menggunakan tombol pada *Smart Relay* dengan menggunakan bahasa *ladder* dan juga dapat melalui PC (*Personal Computer*). Apabila pemrograman dilakukan melalui PC, maka program dapat menggunakan bahasa *ladder* ataupun *Function Block Diagram*.

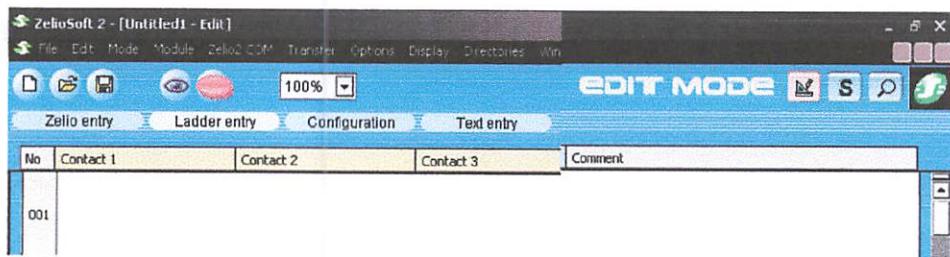
3. Untuk Zelio Logic *Smart Relay* SR3 memiliki terminal *input / output* sebanyak 10 I/O dan 26 I/O, sedangkan untuk Zelio Logic *Smart Relay* SR2 memiliki terminal *input / output* sebanyak 10 I/O, 12 I/O, dan 20 I/O.
4. Memiliki slot yang dapat digunakan untuk slot memory, koneksi ke PC (*Personal Computer*) serta koneksi untuk *Interface* komunikasi.
5. Display LCD 4 baris dengan 18 karakter.
6. Baterai yang digunakan untuk mengoprasikan waktu pada Zelio Logic *Smart Relay* terbuat dari bahan *lithium battery* yang dapat bertahan hingga 10 tahun. Data *Backup* menggunakan sebuah EEPROM *Flash Memory* yang dapat bertahan hingga 10 tahun.
7. Apabila dibutuhkan, Zelio Logic *Smart Relay* dapat menggunakan I/O *Extension* :
  - 6, 10 or 14 I/O, *supplied with a 24 VDC via smart relay,*
  - 6, 10 or 14 I/O, *supplied with a 24 VAC via smart relay*
  - 6, 10 or 14 I/O, *supplied with a 100 - 240 VAC via smart relay.*

#### **2.2.4.2 Zelio Soft Software <sup>[2]</sup>**

Zelio Soft Software memungkinkan untuk :

1. *Programming* menggunakan *Ladder* dan *Function Block Diagram (FBD)*.
2. *Simulasi, Monitoring, Supervision* dan *Programming*.
3. *Uploading* dan *Downloading Program*.
4. Meng-*compile program* secara otomatis.
5. *On-line Help*.

*Software Soft* dapat memonitor program itu sendiri dalam arti apabila terjadi kesalahan dalam pemrograman, maka akan muncul indikator berwarna merah yang menandakan bahwa sistem *error*. Problem dapat diketahui dengan meng-*click* mouse pada indicator yang berwarna merah.



Gambar 2..11  
Kesalahan Pemrograman pada Zelio Soft <sup>[3]</sup>

Pada Zelio Soft terdapat dua tipe mode pengetesan, yaitu :

1. Zelio Soft *Simulation mode* yang memungkinkan program dapat diuji tanpa menggunakan Zelio Logic *Smart Relay*. Antara lain dapat menampilkan :
  - Menampilkan status dari *output*.
  - Dapat menvariasikan tegangan dari *analog input*.
  - Memungkinkan untuk pemrograman tombol atau *buttons*.
  - Simulasikan sistem dengan menggunakan fasilitas *Real Time Clock* (RTC).
  - Tampilan sangat dinamik (berwarna merah) pada variable elemen yang aktif dari pemrograman.

2. Zelio Soft *Monitoring mode* yang memungkinkan program dapat di-test bersama – sama dengan Zelio Logic *Smart Relay* yang dapat :

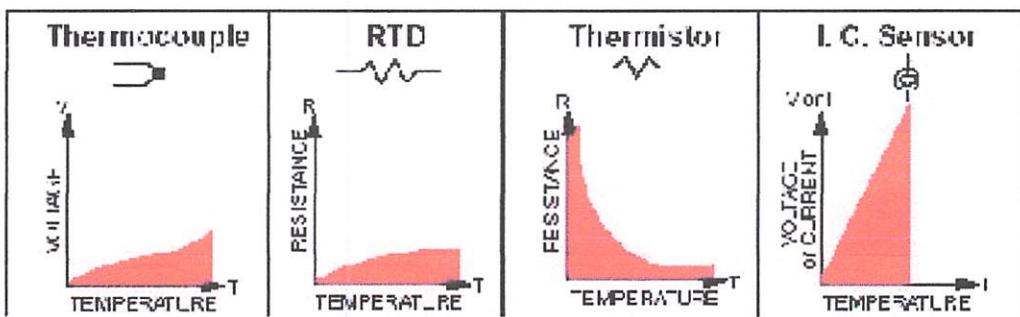
- Menampilkan program secara *on-line*.
- Mengatur waktu.
- Memonitoring sistem melalui *hardware* dan *software* secara bersamaan.
- Mengoptimalkan *input*, *output*, *control relay* dan *current values* dari *function block*.
- Dapat mengganti dari *stop* dan *run mode*.

## 2.3 Sensor Suhu

Prinsip kerja sensor suhu ini adalah dengan mengatur serta menstabilkan suhu dalam ruangan oven cat agar sesuai dengan suhu yang dibutuhkan. Alat ini menggunakan pemanasan elemen (*heater*) yang dikontrol oleh suatu rangkaian kontrol suhu agar suhu tetap stabil. *Heater* akan bekerja pada saat sensor suhu kurang dari setting suhu yang telah ditentukan, dan sebaliknya apabila sensor suhu lebih besar dari setting suhu, secara otomatis *heater* akan mati dan kipas (*fan*) akan bekerja.

### 2.3.1 Sensor Suhu ( IC LM 35) [9]

Berdasarkan karakteristik tiap sensor yang berada dipasaran dan keunggulan masing – masing sensor yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini, maka penggunaan IC Sensor adalah menjadi pilihan utama.

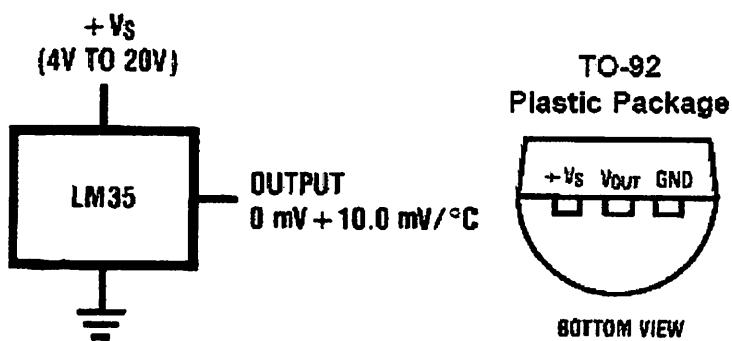


Gambar 2.12  
Karakteristik Sensor Suhu [8]

Ada beberapa IC Sensor yang dapat digunakan untuk mengukur suhu. Setelah membandingkan aplikasi dan spesifikasi masing – masing IC Sensor maka IC Sensor LM 35 adalah yang paling tepat.

IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC) 3 pin yang berbentuk seperti transistor FCS9013, dimana *output* tegangan keluaran sangat linear terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pegubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar  $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  yang berarti bahwa kenaikan suhu  $1^\circ\text{ C}$  maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV.

IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celcius pada temperatur ruang. Jangka sensor mulai dari  $-55^\circ\text{C}$  sampai dengan  $150^\circ\text{C}$ , IC LM35 penggunaannya sangat mudah, difungsikan sebagai kontrol dari indikator tampilan catu daya terbelah. IC LM 35 dapat dialiri arus 60 mA dari suplai sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari  $0^\circ\text{ C}$  di dalam suhu ruangan ( $27^\circ\text{C}$ ). Berikut adalah bentuk simbol IC LM 35.



Gambar 2.13  
Sensor Suhu IC LM 35 [8]

Adapun keistimewaan dari IC LM 35 adalah kalibrasi dalam satuan derajat celcius.

- Lineritas  $+10 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$ .
- Akurasi  $0,5^{\circ}\text{C}$  pada suhu ruang.
- Range  $-55^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$ .
- Dioperasikan pada catu daya  $4 \text{ V} - 30 \text{ V}$ .
- Arus yang mengalir kurang dari  $60 \mu\text{A}$ .

### 2.3.2 Relay

*Relay* merupakan salah satu jenis saklar *magnetic* yang dapat memutuskan atau menghubungkan kontak – kontak dengan arus yang dialirkan kekumparan (inti). Sebuah *relay* terdiri dari kumparan dan inti, yang mana bila dialiri arus kumparan tersebut akan menjadi magnet dan menutup atau membuka kontak. Keuntungan *relay* adalah dapat menghubungkan daya yang besar dengan member daya yang kecil pada kumparannya.



Gambar 2.14  
Bentuk Fisik *Relay* [2]

Pada dasarnya prinsip kerja *relay* sama dengan kontaktor, yang mana berfungsi untuk membuka dan menutup kontak listrik yang dikontrol dengan prinsip kerja elektromagneik. Kerja dari *relay* tersebut apabila arus mengalir didalam kumparan yang memiliki inti besi lunak akan tertarik dan bergerak menggelinding pada engsel (*pivot*).

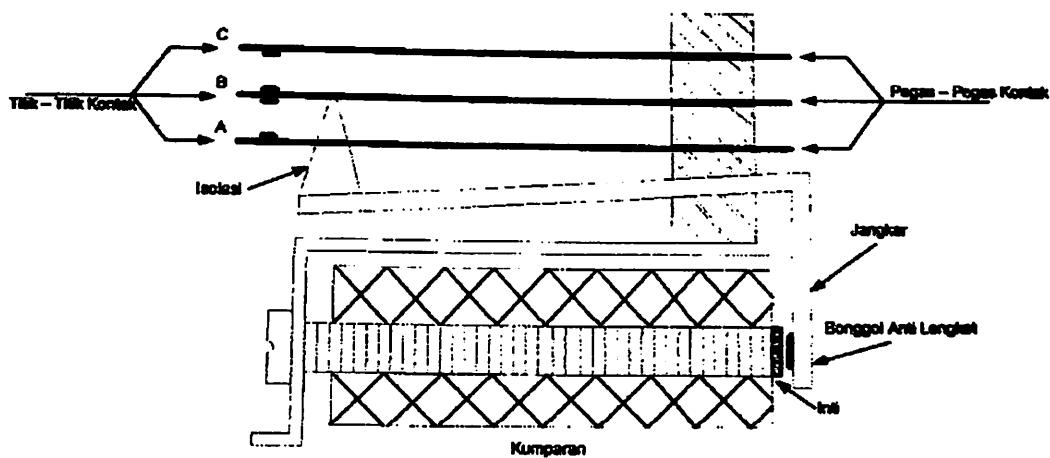
*Relay* dapat menggulingkan kalau daya gaya magnet dapat mengarahkan gaya pegas yang mengalahkannya, maka kontak pun menutup. Besarnya gaya magnet ditentukan oleh kuat medan magnet pada celah udara antara jangkar dan inti besi, sedangkan kuat medan magnet tergantung pada jumlah lilitan kumparan dan kuat arus, kuat medan magnet ditetapkan juga oleh besar resistansi magnet dalam sirkuit kemagnetan. Kuat medan dicelah udara akan semakin kuat bila letak jangkar semakin dekat dengan inti. Jarak jangkar dan inti dapat diatur dengan menyetel pencairan pegas.

Seperti halnya kontaktor, *Relay* dapat menggerakkan beberapa kontak sekaligus hanya dengan suatu kumparan jangkar.

Ada dua jenis *Relay*, yaitu :

- (1) *Relay* yang bekerja dengan arus bolak – balik, dan
- (2) *Relay* yang bekerja dengan arus searah.

Jenis *Relay* yang bekerja dengan arus bolak – balik tidak bisa bekerja pada alat – alat elektronik.

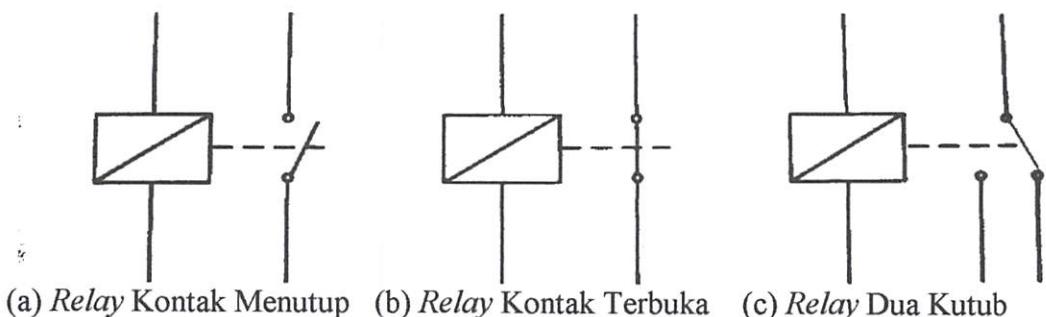


Gambar 2.15  
Konstruksi *Relay* jenis kontak tukar [2]

Pada gambar diatas bila kumparan dialiri arus listrik, maka akan timbul medan magnet dan menarik jangkar, sehingga kontak antara A dan B putus (membuka), kontak B dan C menutup. Jenis *Relay* ini dinamakan dengan kontak tukar.

Jenis lainnya adalah jenis *Relay* dengan kontak menutup, dimana apabila diberi arus listrik, maka kontak – kontaknya menutup. *Relay* dengan kontak membuka dimana apabila kumparan *Relay* diberi arus listrik maka kontak – kontaknya akan membuka. Terdapat juga jenis *Relay* dengan dua kutub (Bi – Polar) dimana *Relay* ini mempunyai dua kumparan dan dua kondisi kerja. Bila *Relay* tidak diberi arus listrik, maka kontak Bi bebas, tidak menghubung kemana

- mana, kalau kumparan 1 terhubung dengan arus listrik, maka kontak B menghubung kontak A. Kalau kumparan 2 terhubung dengan arus listrik, maka kontak B terhubung dengan kontak C.



Gambar 2.16  
Jenis – jenis *Relay* [2]

### 2.3.3 MCB

Fungsi MCB adalah untuk pengamanan terhadap beban lebih atau arus hubung singkat. MCB akan bekerja memutuskan rangkaian dari sumber. Pengamanan ini memutuskan secara otomatis kalau arusnya melebihi rating arus nominal yang dimiliki oleh MCB.



Gambar 2.17  
Bentuk Fisik MCB (*Magnetic Circuit Breaker*) [2]

Pada prinsipnya pengamanan ini memberikan pengamanan thermos maupun *Relay* Elektronik. Pengamanan thermos digunakan untuk melindungi beban lebih.

Jika arus yang melewati MCB lebih besar dari arus nominal MCB maka arus akan terputus. Pemutus secara thermos berlangsung dengan kelambatan, dimana lamanya waktu pemutusan tergantung besar arusnya, sedangkan pengaman elektronik digunakan sebagai pelindung apabila terjadi hubungan singkat.

Berdasarkan waktu pemutusan, pengamanotomatisasi ini dibagi atas :

1. MCB Type L (Untuk Hantaran) <sup>[2]</sup>

Pada tipe ini pengaman thermisnya disesuaikan dengan meningkatnya suhu hantaran. Kalau terjadi beban lebih dan suhu hantarannya melebihi batas tertentu maka elemen dwi logamnya akan memutuskan arusnya.

Kalau terjadi hubung singkat, arusnya diputuskan oleh pengaman elektromagnetiknya. Untuk arus bolak – balik yang sama dengan 4 ampere sampai 6 ampere, pemutusan arusnya berlangsung dalam waktu 0.2 detik.

2. MCB Type H (Untuk Instalasi Rumah) <sup>[2]</sup>

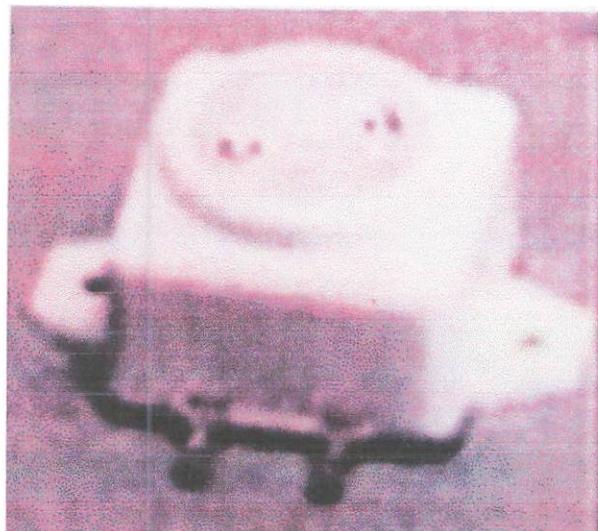
Pengaman thermos jenis sama dengan MCB tipe L tetapi pengaman elektromagnetiknya memutuskan dalam waktu 0,2 detik, jika arusnya sama dengan 2,5 ampere untuk arus bolak – balik atau sama dengan 4 ampere untuk arus yang rendah pun harus diputuskan dengan cepat. Jadi kalau terjadi gangguan tanah, bagian – bagian yang tersebut dari logam tidak akan bertegangan.

### 3. MCB Type G (Untuk Motor – Motor Listrik) <sup>[2]</sup>

MCB jenis ini digunakan untuk pengaman motor – motor listrik kecil, untuk arus bolak – balik atau searah, alat – alat listrik dan juga rangkaian besar untuk penerangan, misalnya bengkel atau pabrik. Pengaman elektro magnetiknya berfungsi pada 8 ampere sampai 11 ampere untuk arus bolak – balik atau 14 ampere untuk arus searah.

#### 2.3.4 Buzzer

*Buzzer* akan aktif jika sensor suhu atau inkubator tidak bekerja dengan sesuai *setting*-annya dan akan mengeluarkan bunyi sebagai tanda apabila inkubator tidak bekerja. Gambar fisik dari *buzzer* adalah sebagai berikut :



Gambar 2.18  
Bentuk Fisik *Buzzer* <sup>[7]</sup>

## **BAB III**

### **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

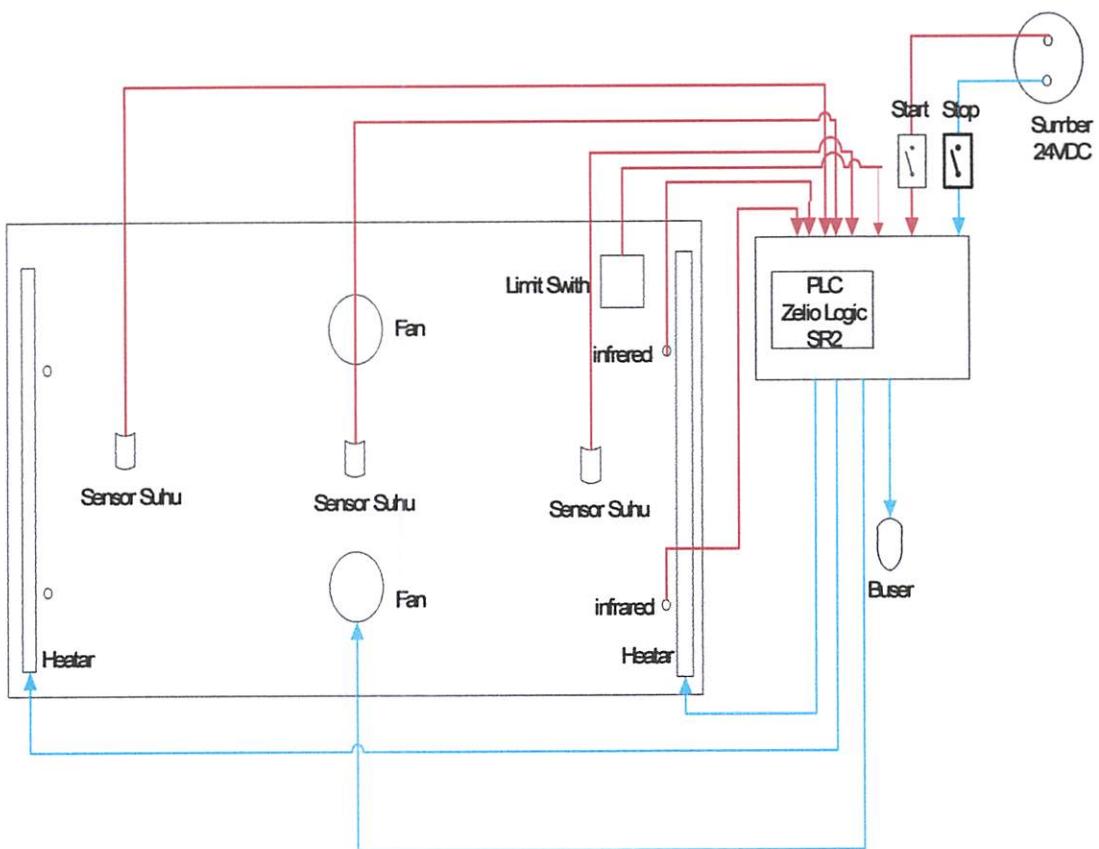
#### **3.1 Pendahuluan**

Dalam bab ini akan membahas mengenai perancangan dan pembuatan keseluruhan sistem perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam Sistem Pengendalian Oven Cat Untuk Sepeda Motor Menggunakan PLC *Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD*.

#### **3.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)**

Pembuatan Sistem Pengendalian Oven Cat Untuk Sepeda Motor ini dibuat dengan perancangan dan prinsip kerja yang sesuai dengan suhu yang telah di-*setting* pada range  $50^{\circ}$  celcius sampai dengan  $55^{\circ}$  celcius agar mendapatkan hasil cat yang sempurna.

##### **3.2.1 Blok Diagram Sistem**



Gambar 3.1  
Blok Diagram Sistem Pengendali Oven Cat Menggunakan PLC  
*Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD*

#### Penjelasan Tiap Block Diagram

- *Smart Relay Zelio Logic*

Digunakan sebagai pengelolah data dari masukan input hingga keluaran output.

- **Sensor Suhu (IC LM 35)**

Digunakan sebagai pendekksi suhu didalamoven cat.

- *Heater*

Digunakan untuk memberikan udara panas kedalam oven cat.

- *Fan*

Digunakan untuk sirkulasi dan mengeluarkan udara panas dari dalam oven cat.

- **Box oven cat**

Digunakan sebagai simulasi otomatisasi oven cat.

- *Buzzer*

Digunakan untuk indikator cat yang telah dikerjakan sudah selesai.

- *Infrared*

Digunakan sebagai pendekripsi apabila didalam ruangan oven cat terdapat barang atau tidak.

#### Prinsip Kerja Sistem :

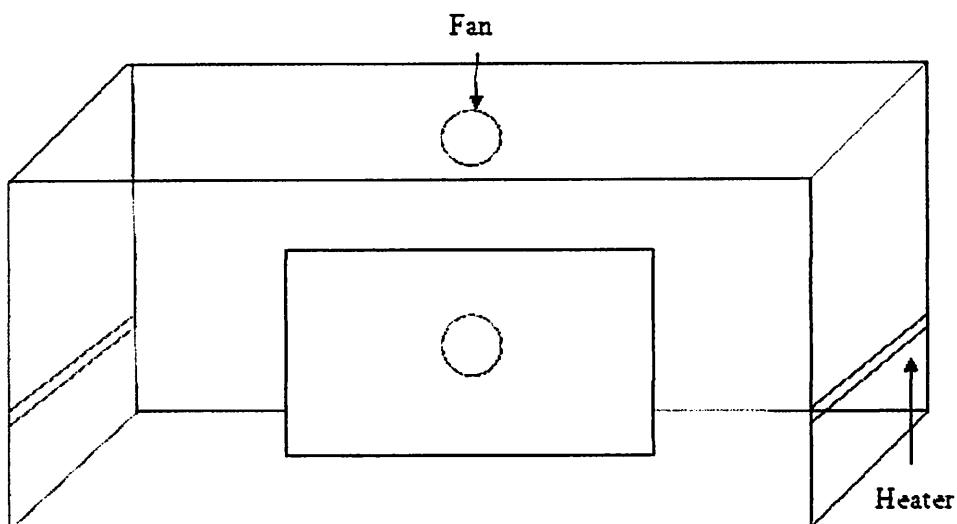
1. Pada oven cat dipasang dengan 3 buah sensor suhu (IC LM 35) sebagai pendekripsi suhu didalam oven cat, yang terletak pada sisi kanan, tengah dan sisi kiri oven cat agar sensor suhu dapat mendekripsi suhu dalam oven cat secara bisa merata. Dalam oven cat juga terdapat *heater* dan juga *fan* yang digunakan untuk mengatur suhu dalam oven cat.
2. Sistem dalam kondisi On apabila tombol push button pada panel ditekan. Ketika sistem ON, *Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD* akan membaca sensor suhu (IC LM 35) apakah suhu pada oven cat sudah berada pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  -  $55^{\circ}\text{C}$  atau belum.
3. Pada saat sensor suhu (IC LM 35) mendekripsi suhu kurang dari suhu  $50^{\circ}\text{C}$  -  $55^{\circ}\text{C}$ , sistem akan menghidupkan *heater* (elemen panas) hingga suhu mencapai  $55^{\circ}\text{C}$ . Pada saat sensor suhu (IC LM 35) sudah mendekripsi suhu

mencapai  $55^{\circ}\text{C}$ , maka secara otomatis *heater* (elemen pemanas) akan mati dan kipas akan hidup selama suhu akan turun pada range  $50^{\circ}\text{C}$ . Setelah sensor suhu sudah mendeteksi suhu  $50^{\circ}\text{C}$ , maka *heater* (elemen panas) akan hidup lagi dan *fan* akan mati.

4. Pada saat sensor suhu (IC LM 35) tidak bekerja, maka *buzzer* akan bekerja atau berbunyi untuk memberikan tanda bahwa ada masalah pada oven cat tersebut.

### 3.2.2 Perancangan Oven Cat

Perancangan oven cat bertujuan untuk menentukan letak pemasangan dari *heater* dan *fan* berdasarkan fungsinya masing – masing. Perancangan pemasangan *heater* bertujuan untuk menghasilkan udara panas yang merata pada oven cat dan *fan* digunakan untuk mengeluarkan udara panas jika udara panas didalam oven cat berlebihan.

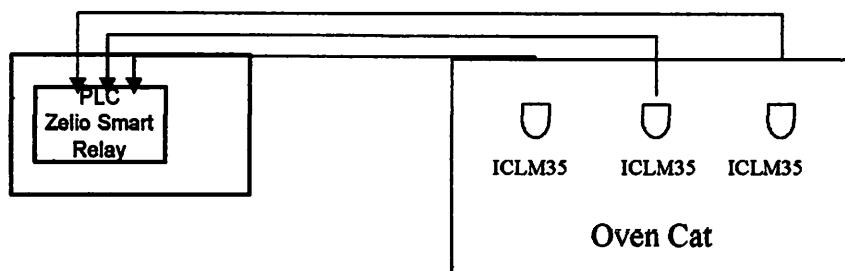


Gambar 3.2  
Bentuk Fisik Oven Cat

### 3.2.3 Perancangan Pemasangan Sensor Suhu (IC LM 35)

Perancangan pemasangan sensor suhu (IC LM 35) ini bertujuan untuk menentukan tempat pemasangan berdasarkan fungsinya dengan meletakkan sebagai sensor suhu pada sisi kanan, sisi tengah dan sisi kiri oven cat agar suhu dalam oven cat merata, dan juga agar *Smart Relay Zelio Logic SR 2* dapat membaca fungsinya dari sensor tersebut.

Sensor suhu IC LM 35 diletakkan pada sisi kanan, sisi tengah dan sisi kiri oven cat, dimana agar suhu didalam oven cat dapat merata antara sisi kanan, sisi tengah dan sisi kiri.



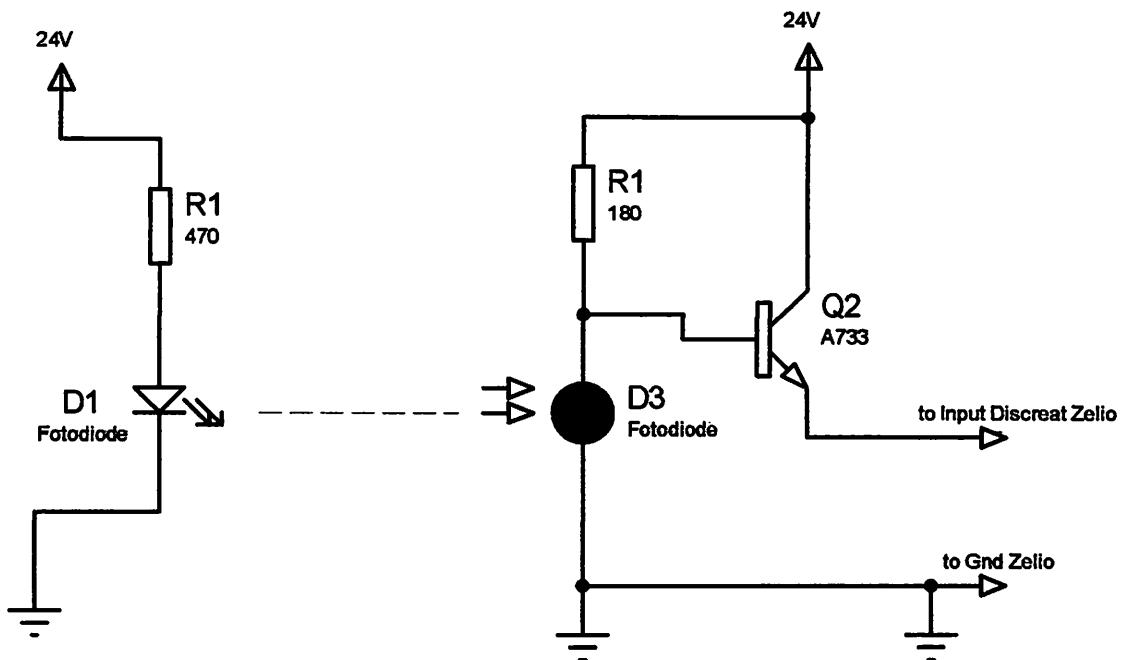
Gambar 3.3

Perancangan letak pemasangan sensor suhu IC LM 35 pada setiap Oven Cat

### 3.2.4 Perancangan Rangkaian *Infrared*

Rangkaian *infrared* digunakan sebagai sensor pendekksi media. Prinsip kerjanya berupa penyinaran *infrared* yang dipancarkan dan diterima oleh fotodiode. jika fotodiode terkena cahaya *infrared*, maka arus akan mengalir dan memicu rangkaian *driver* yang selanjutnya dibaca oleh input zelio smart relay sebagai tanda tidak ada media yang menghalangi atau dalam perancangan ini media berupa hasil pengecatan yang akan dioven dan dikontrol oleh sistem. Sebaliknya jika sinar yang dipancarkan

*infrared* terhalang dan tidak dapat diterima fotodiode, maka aliran arus yang menuju driver akan diputus oleh fotodiode, dengan keadaan tersebut, maka input PLC akan mengetahui bahwa ada media yang terdeteksi oleh sensor infrared. Adapun Gambar Konfigurasi Rangkaian *Infrared* adalah sebagai berikut :



Gambar 3.4  
Rangkaian *Infrared* [7]

Diketahui:

$$I_{F\_infrared} = 50 \text{ mA}$$

$$V_{F\_Infrared} = 1.45 \text{ V}$$

$$V_{CC} = 24 \text{ V}$$

$$I_{max\_fotodiode} = 150 \text{ mA}$$

$$V_{f\_fotodiode} = 5 \text{ V}$$

Dicari R1, R2= ?

Maka:

$$R1 = \frac{VCC - V_{F\_Infrared}}{I_{F\_Infrared}}$$

$$R1 = \frac{24V - 1,45V}{50mA}$$

$$R1 = \frac{22,55}{0,05}$$

$$R1 = 450\Omega \approx 470\Omega \text{ (nilai R dipasaran)}$$

$$R2 = \frac{VCC - V_{F\_fotodiode}}{I_{max\_fotodiode}}$$

$$R2 = \frac{24 - 5}{150mA}$$

$$R2 = 126 \Omega \approx 180 \Omega \text{ (nilai R dipasaran)}$$

### 3.2.5 Perancangan Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian penguat sinyal digunakan untuk menaikkan tegangan keluaran sensor LM35 agar resolusi *output* sensor sesuai dengan tegangan resolusi input PLC. Berdasarkan datasheet, LM 35 memiliki resolusi tegangan 10mV/°Celcius dan resolusi *Input analog zelio smart relay* adalah 100mV, dimana perubahan tegangan yang dapat direspon *input zelio smart relay* untuk menaikkan 1 digit hitungan integral adalah setiap kenaikan 100mV. Dengan demikian penguatan yang dianjurkan pada penguat sinyal adalah :

$$= \frac{\text{resolusi\_input\_Zelio\_smart\_relay}}{\text{resolusi\_LM35}}$$

$$= \frac{100 \text{ mV}}{10 \text{ mV}}$$

$$= 10 \text{ Kali}$$

Untuk merangkai penguat sinyal dengan penguatan 10 kali lipat, maka dibutuhkan dua buah Op-Amp inverting Amplifier. Dimana Op-Amp pertama bertujuan untuk menguatkan 10 kali, namun hasilnya masih membalik/*inverting* (-), dengan demikian Op-Amp kedua (*inverting*) digunakan untuk membalik fasa output op-amp pertama menjadi positif (+) dengan penguatan hanya 1 kali.

Rangkaian penguat sinyal dibangun menggunakan *IC* LM 358, Hal ini dilakukan karena LM 358 mempunyai *noise* yang rendah sesuai dengan yang diperlukan untuk sistem ini, selain itu terdapat 2 buah Op-Amp dalam 1 kemasan *IC* LM358, sehingga hanya diperlukan 1 chip *IC* dalam satu rangkaian pengkondisi sinyal. Besarnya penguatan ditentukan oleh besarnya harga *Rf* dan *R1*. Rumus untuk menghitung besarnya penguatan adalah:

$$Av = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_f}{R_1}$$

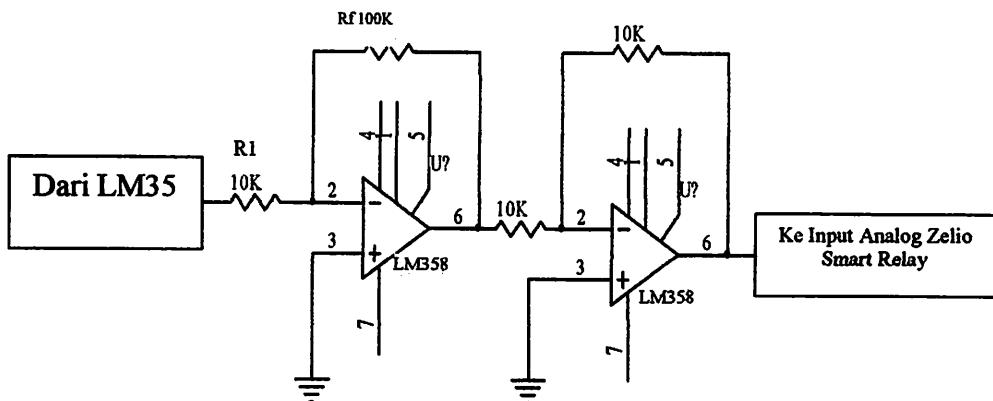
Jika penguatan yang digunakan ( $\Delta V$ ) 10 kali, dan *Rf* ditentukan =100  $\text{K}\Omega$ , maka *R1* adalah :

$$R_1 = \frac{R_f}{Av}$$

$$= \frac{100 \text{ K}\Omega}{10}$$

$$= 10 \text{ K}\Omega$$

Adapun rangkaian Op-amp adalah sebagai berikut :

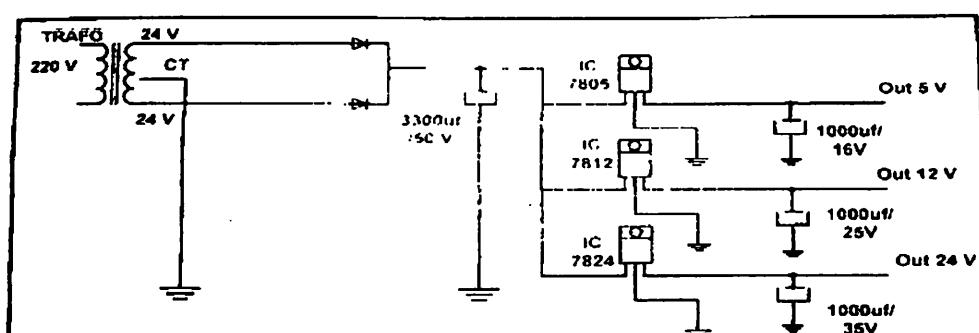


Gambar 3.5  
Rangkaian Operational Amplifier [7]

### 3.2.6 Power Supply

Untuk suplai tegangan pada sistem, menggunakan tegangan PLN220 VAC, *Power Supply* 24 VDC yan digunakan untuk mensuplai *Smart Relay Zelio Logic SR 2*, dan *Power Supply* 5 – 12 VDC digunakan untuk mensuplai sensor suhu IC LM 35.

Dibawah ini adalah gambar rangkaian *power supply* :



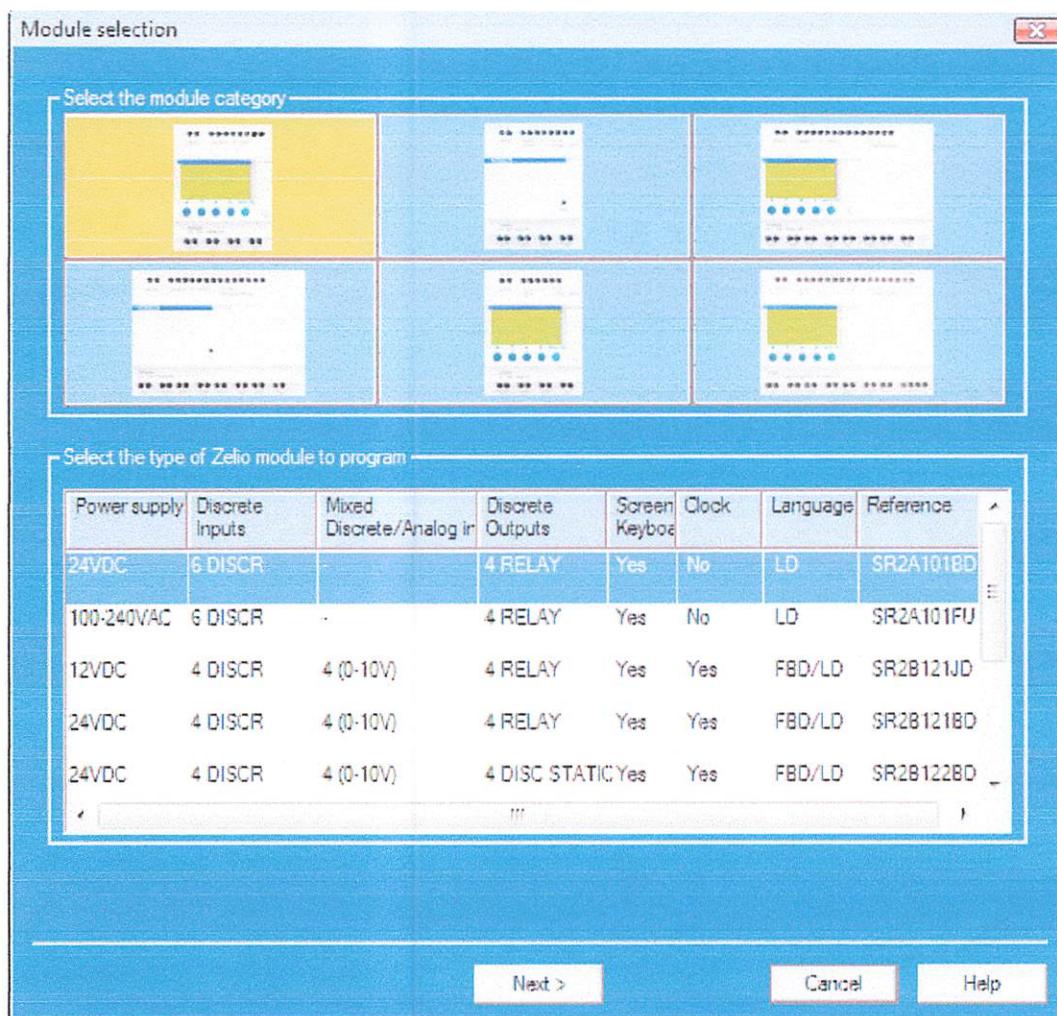
Gambar 3.6  
Power Supply Tegangan Untuk Sistem [5]

### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

#### 3.3.1 Perancangan *Software Zelio Soft 2*

Perancangan perangkat lunak (*software*) pada Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pengendali Oven Cat Untuk Sepeda Motor Menggunakan PLC *Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD* yaitu menggunakan *Software Zelio Soft 2*.

Sebelum melakukan pemrograman, terlebih dahulu memilih konfigurasi dari tipe *Smart Relay* yang digunakan pada sistem seperti pada gambar berikut:



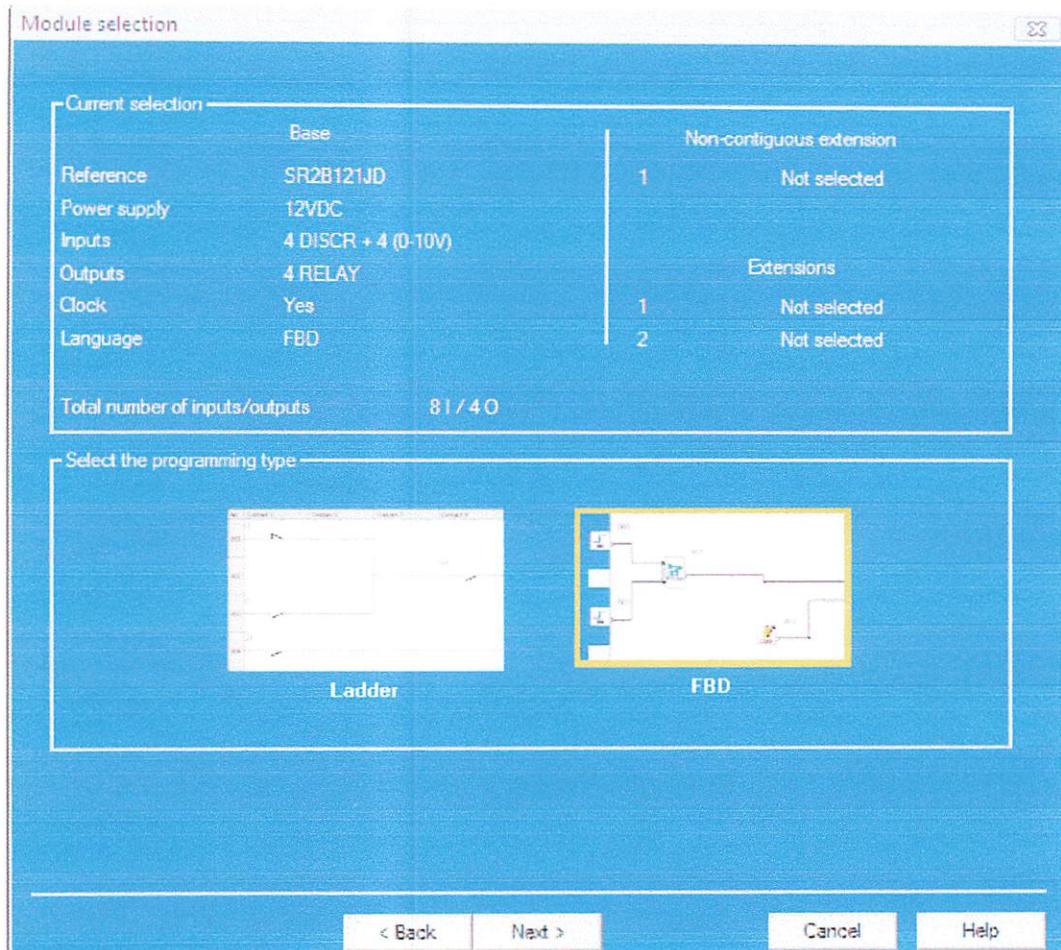
Gambar 3.7  
Konfigurasi *Smart Relay*

Konfigurasi dicocokkan dengan *Smart Relay* yang digunakan seperti : suplai tegangan, jumlah I/O yang digunakan serta tipe dari *Smart Relay* itu sendiri. Selain itu setelah mencocokkan tipe *Smart Relay* yang digunakan, dapat juga menambahkan modul tambahan seperti *modul competible* atau modbus sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan oleh sistem yang akan dibuat seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.8  
Konfigurasi Modul Tambahan

Setelah mengkonfigurasi modul tambahan, langkah selanjutnya mamilih bahasa pemrograman yang digunakan. *Software Zelio Soft 2* memiliki 2 bahasa pemrograman yaitu *Ladder* dan bahasa *Function Block Diagram* (FBD) seperti pada gambar berikut :

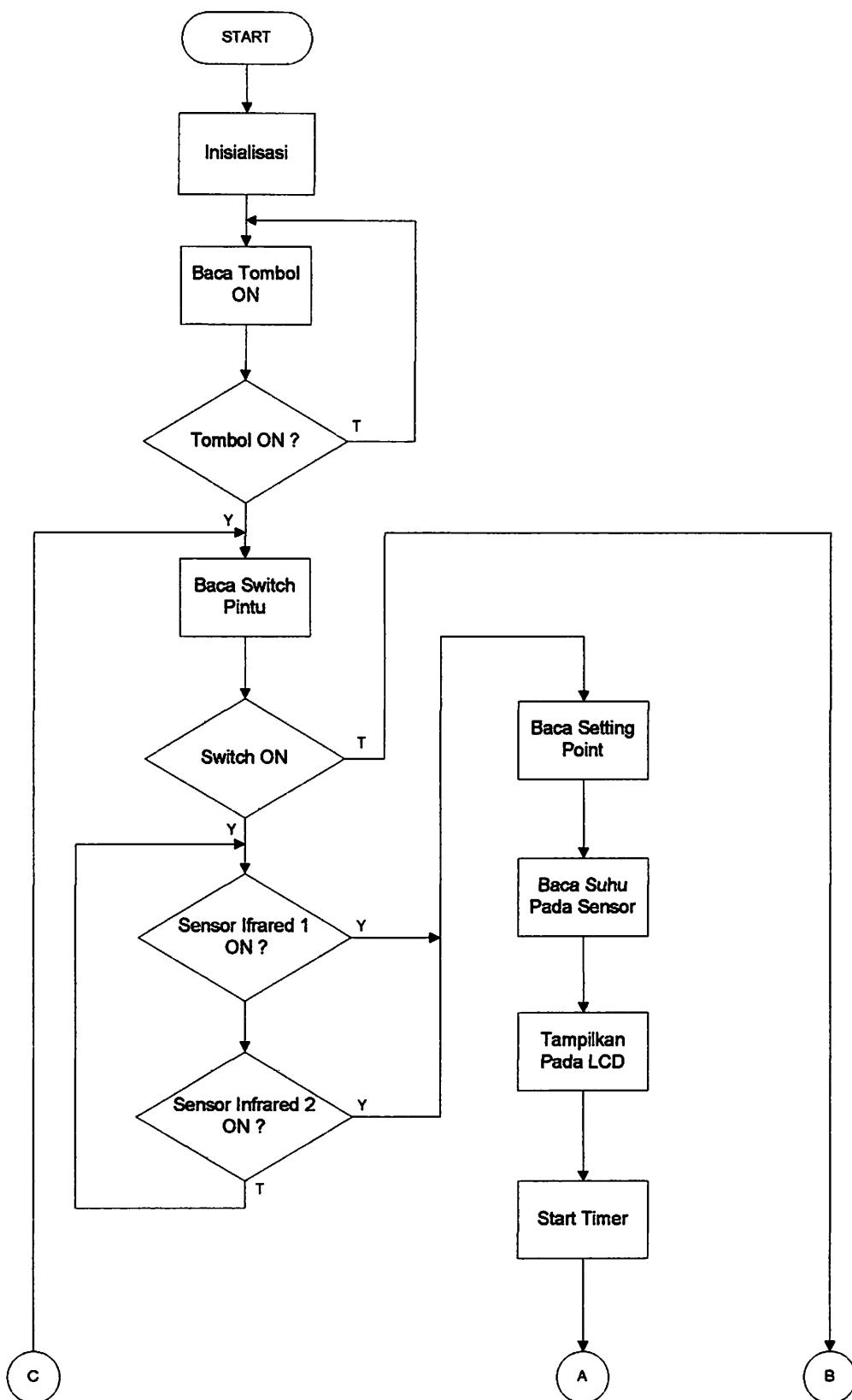


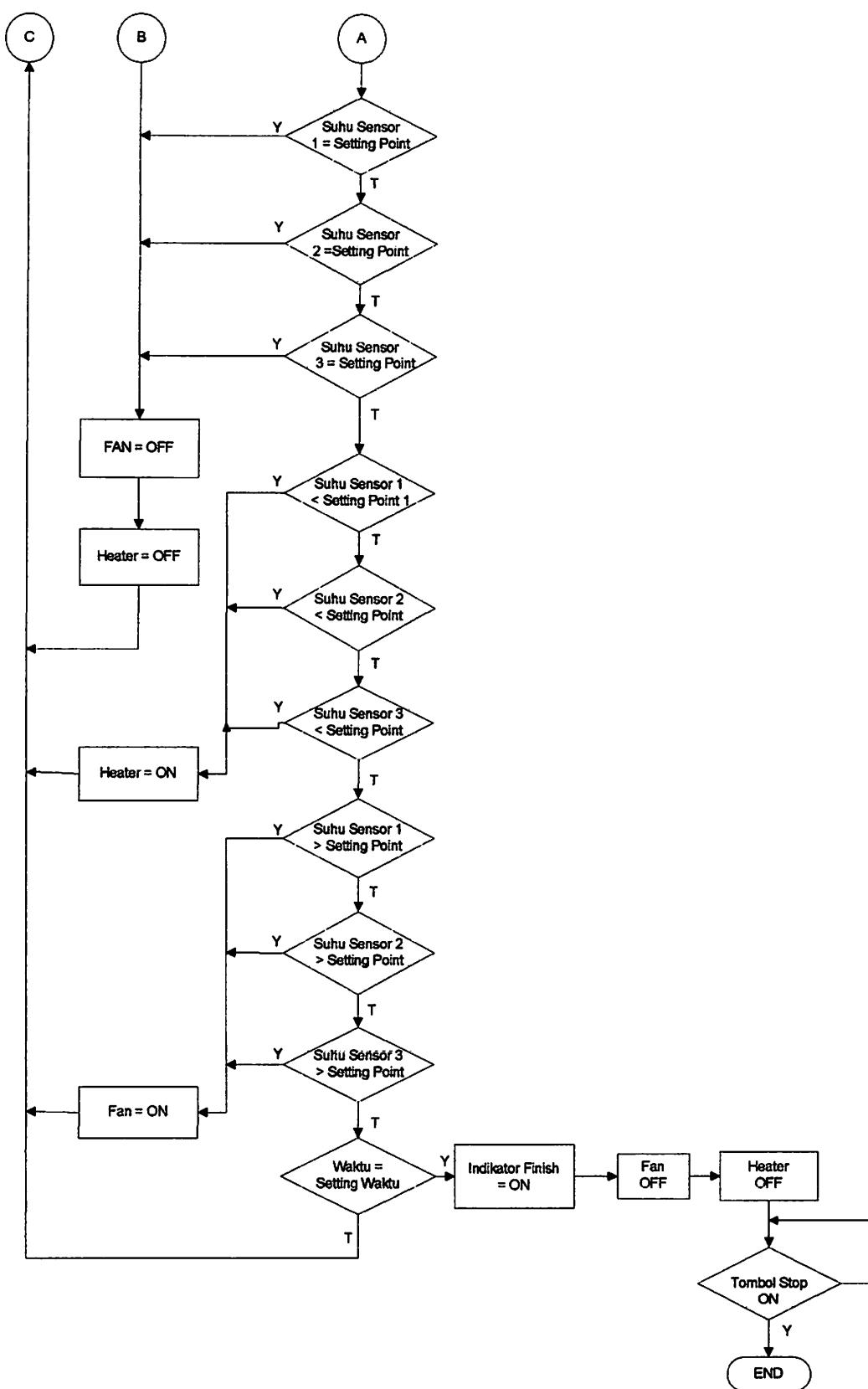
Gambar 3.9  
Konfigurasi *Ladder* dan *Function Block Diagram* (FBD)

Bahasa pemrograman yang digunakan dalam pembuatan sistem ini adalah bahasa *Function Block Diagram* (FBD). Sebelum program ditransfer kedalam *Smart Relay*, terlebih dahulu dapat disimulasikan dalam *Software Zelio Soft 2* sehingga apabila terjadi kesalahan pemrograman dapat diketahui sebelum program ditransfer kedalam *modul Smart Relay*.

### 3.3.2 Diagram Alir Perancangan

Flowchart rangkaian secara keseluruhan adalah sebagai berikut :





Gambar 3.10  
Gambar flowchart Sistem

### **3.3.3 Spesifikasi Alat**

Pada Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pengendalian Oven Cat Untuk Sepeda Motor Menggunakan PLC *Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD* ini, mempunyai spesifikasi alat sebagai berikut :

1. Nama Alat :

Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pengendalian Oven Cat Untuk Sepeda Motor Menggunakan PLC *Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD*

2. Fungsi Alat :

Mengontrol secara otomatis *heater* dan *fan* didalam oven cat agar dapat mencapai suhu yang telah ditentukan dalam oven cat tersebut.

3. Keistimewaan atau kemampuan tambahan alat adalah :

- Menggantikan sistem kontrol yang manual menjadi otomatis pada oven cat.
- Menggunakan sensor suhu IC LM 35 yang difungsikan sebagai pendekksi suhu didalam oven cat yang memiliki akurasi  $0.5^{\circ}\text{C}$  dalam suhu ruangan.
- Sistem bisa dimonitoring manual menggunakan *Software Zelio Soft 2*, untuk kontrol manual dan mengetahui semua sistem bekerja dengan baik.

**4. Kinerja Alat :**

- Otomatisasi pada setiap oven cat menggunakan pendekripsi suhu yaitu sensor suhu IC LM 35 yang difungsikan sebagai pendekripsi suhu  $50^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}$  pada oven cat.
- Sumber daya menggunakan tegangan 220 VAC dan 24 VDC

**5. Dimensi alat sebagai simulasi sistem pengendalian suhu adalah :**

- Oven cat yang terbuat dari *plat* besi dengan luas bangunannya :

Panjang : 125 cm

Lebar : 55 cm

Tinggi : 50 cm

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN SISTEM**

#### **4.1 Pendahuluan**

Dalam bab ini membahas tentang pengujian dan pengukuran sistem dari peralatan yang dibuat. Secara umum pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari peralatan dan sistem yang telah direalisasikan dapat bekerja sesuai dengan perencanaan yang telah direncanakan.

#### **4.2 Pengujian Sensor Suhu**

##### **4.2.1 Tujuan**

Tujuan pengujian sensor suhu IC LM 35 adalah untuk mengetahui apakah rangkaian sensor yang digunakan sudah dapat bekerja dengan baik atau belum. Hal ini dapat diketahui dengan mengukur besarnya suhu yang dideteksi sensor IC LM 35 pada saat aktif.

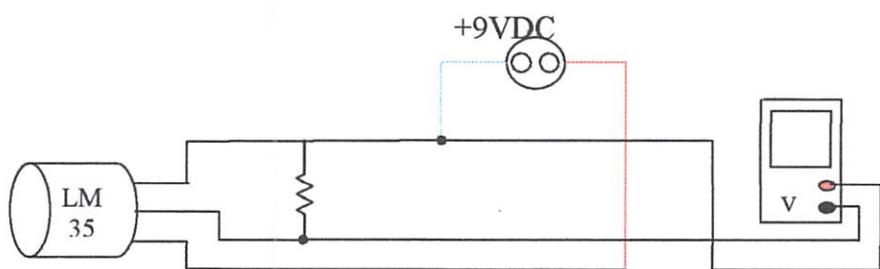
##### **4.2.2 Peralatan yang Digunakan**

Dalam pengujiannya sensor suhu IC LM 35 menggunakan peralatan sebagai berikut :

- Multimeter digital
- Rangkaian sensor suhu IC LM 35 yang terhubung dengan catu daya 9 VDC

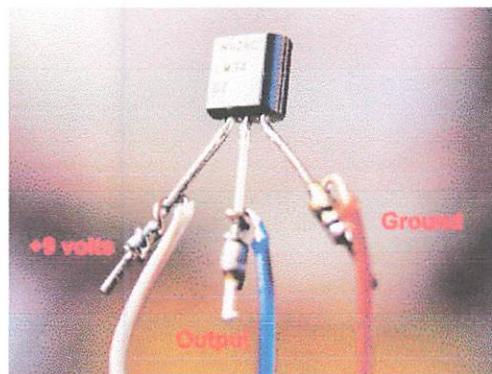
#### 4.2.3 Prosedur pengujian

1. Membuat rangkaian sensor suhu IC LM 35 sesuai gambar 4.1 dibawah.
2. Memasang suplai tegangan 9 VDC pada rangkaian.
3. Mengukur suhu keluaran sensor IC LM 35 dengan menggunakan multimeter digital



Gambar 4.1  
Pengujian Rangkaian Suhu IC LM 35

#### 4.2.4 Hasil Pengujian



Gambar 4.2  
Rangkaian Pada IC LM35 [8]

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian rangkaian sensor duhu IC LM35 berdasarkan tegangan dan suhu.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Suhu IC LM35

Sensor Suhu IC LM35	Suhu °C	Logika	
		Hidup	Mati
IC LM35 Oven Cat 1 sensor 1	$\pm 22$	1	0
	50	1	0
	55	0	1
IC LM35 Oven Cat 2 sensor 2	$\pm 22$	1	0
	50	1	0
	55	0	1
IC LM35 Oven Cat 3 sensor 3	$\pm 22$	1	0
	50	1	0
	55	0	1

Dari hasil pengujian rangkaian sensor suhu IC LM35 pada gambar dan juga tabel diatas, dapat diketahui bahwa sensor suhu IC LM35 akan bekerja atau mendeteksi suhu  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  atau suhu ruangan maka sensor akan berlogika “1” atau *high* yang akan mengirimkan *signal* ke *Smart Relay* sebagai inputan hingga sensor suhu IC LM35 mendeteksi suhu  $55^{\circ}\text{C}$  maka akan berlogika “0” atau *low* sebagai inputan ke *Smart Relay* yang telah diprogram.

### 4.3. Pengujian Sensor *Infrared*

#### 4.3.1. Tujuan

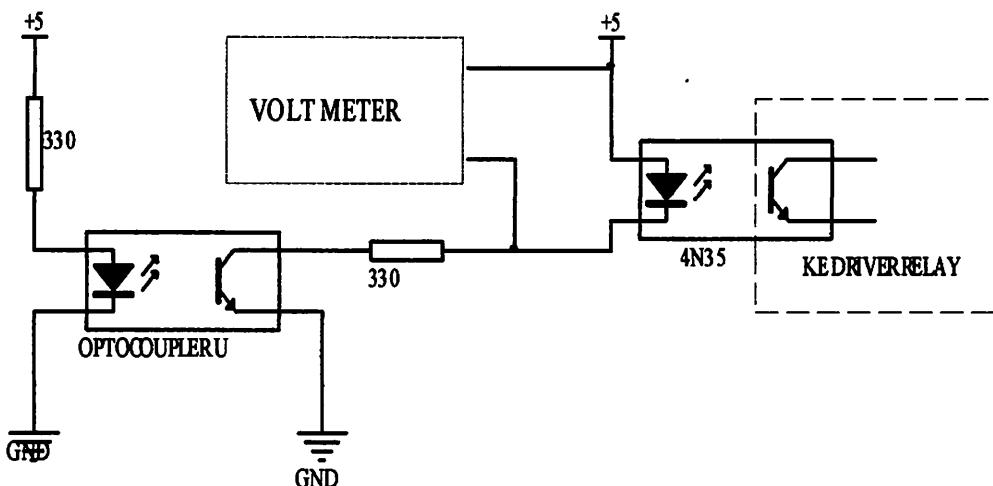
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor *infrared* dapat bekerja atau tidak sesuai dengan harapan yang diinginkan, dimana sensor *infrared* ini berfungsi untuk mendeteksi apakah ada barang yang di open dalam open cat tersebut

#### 4.3.2 Peralatan yang Digunakan

Dalam pengujian pada sistem menggunakan peralatan sebagai berikut :

- *Power Supply*
- Multimeter Analog/Digital

#### 4.3.3. Diagram blok Pengujian



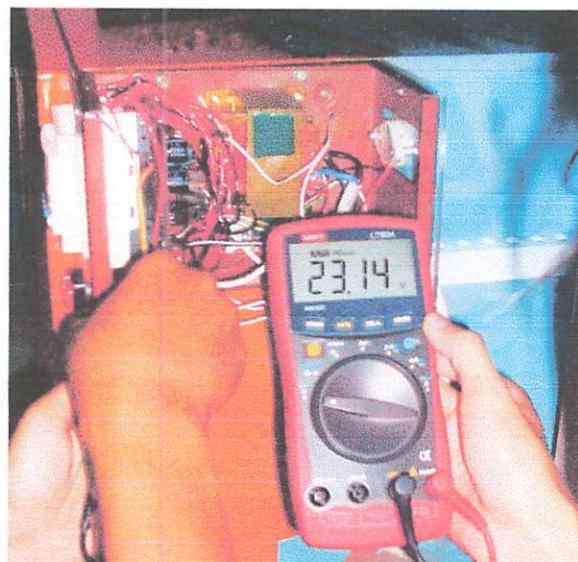
Gambar 4.3  
Daigram Blok Pengujian Sensor *Infrared* [7]

#### **4.3.4. Langkah-langkah Pengujian**

- Hubungkan tegangan 5 VDC seperti rangkaian diatas.
- Sambungkan voltmeter pada kaki led
- Baca data pada volt meter.
- Baca perubahan perubahan volt meter pada saat sensor *infrared* ON

#### **4.3.5. Hasil Pengujian**

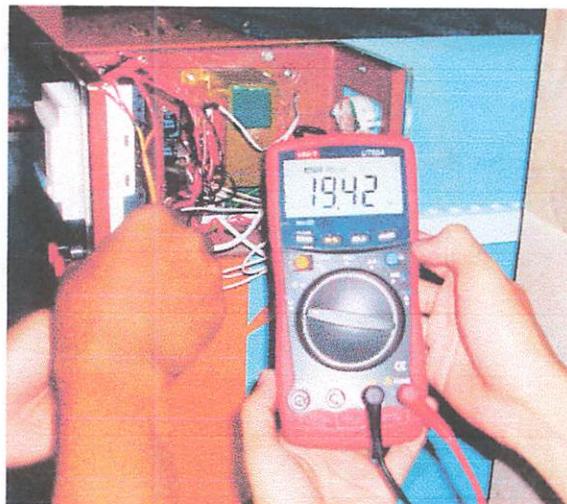
##### **1. Kondisi Sensor *Infrared* Tidak Terhalang (Off)**



Gambar 4.4.  
Sensor *Infrared* Tidak Terhalang

Dari gambar 4.4 diatas tegangan pada sensor *infrared* tidak terhalang sebesar 23.14 V.

## 2. Kondisi Sensor *Infrared* Terhalang (On)



Gambar 4.5.  
Sensor *Infrared* Terhalang

Dari gambar 4.5. diatas tegangan pada sensor *infrared* terhalang sebesar 19.42V.

### 4.3.6. Analisa Hasil Pengujian

#### 1. Kondisi *Infrared* Tidak Terhalang (Off)

Pada perencanaan rangkaian sensor *infrared*, tegangan led *infrared* pada sensor *infrared* yang diharapkan seharusnya 24 Volt, sedangkan nilai yang terbaca pada hasil pengujian = 23.14 V sehingga faktor *error* tegangan dapat dicari dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Error} &= (\text{Data Perencanaan} - \text{Data Pengukuran}) \times 100 \% \\ &= (24 - 23.14) \times 100 \% = 0.86 \% \end{aligned}$$

Adapun penyebab dari *error* tersebut antara lain :

- Toleransi nilai resistor, dimana resistor yang dipakai mempunyai toleransi nilai resistansi sekitar 5 %.

- Kepekaan voltmeter yang digunakan dalam pengukuran. Adapun kepekaan alat ukur tersebut berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh pabrik pembuatnya.

## 2. Kondisi *Infrared* Terhalang (On)

Pada perencanaan rangkaian sensor *infrared*, seharusnya nilai tegangan yang dihasilkan pada saat transistor pada kondisi Cut – Off adalah 0 V. nilai yang terbaca pada pengukuran = 19.42V. Sehingga besar kesalahannya adalah 19.42 V hal ini bisa disebabkan oleh :

- Adanya kebocoran tegangan pada *infrared* yang digunakan.
- Kepekaan voltmeter yang digunakan dalam pengukuran. Adapun kepekaan alat ukur tersebut berdasarkan Spesifikasi yang dikeluarkan oleh pabrik pembuatnya.

## 4.4. Pengujian *Limit Switch*

### 4.4.1. Tujuan

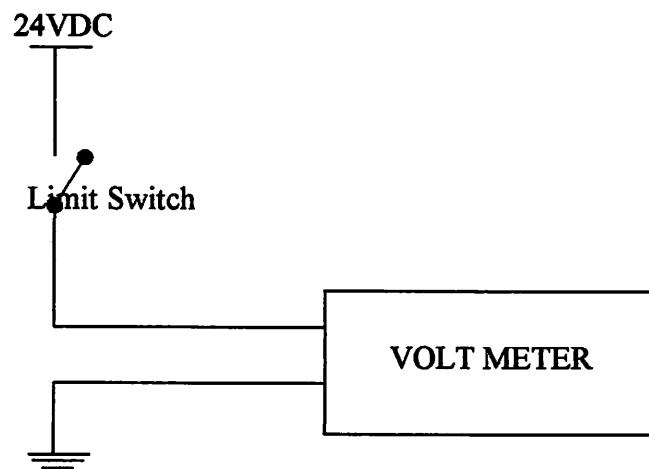
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *limit switch* dapat bekerja atau tidak sesuai dengan harapan yang diinginkan, dimana limit switch ini berfungsi sebagai tanda bahwa pintu oven cat sudah tertutup.

### 4.4.2. Peralatan yang Digunakan

Dalam pengujian pada sistem menggunakan peralatan sebagai berikut :

- *Power Supply*
- Multimeter Analog/Digital

#### 4.4.3. Diagram Blok Pengujian



Gambar 4.6.  
Blok Diagram Pengujian *Limit Switch*

#### 4.4.4. Langkah – langkah pengujian :

Hubungkan *Power Supply* 24 VDC seperti rangkaian diatas.

- Sambungkan volt meter pada kaki output *limit Switch*
- Baca data volt meter.
- Baca perubahan volt meter pada saat *limit switch* ditekan.

#### 4.4.5. Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian diperoleh hasil sebagai berikut:

##### 1. Pengujian *Limit Switch* Kondisi Off



Gambar 4.7.  
Pengujian *limit Switch* Kondisi Off

Dari gambar 4.7 diatas tegangan *output limit switch* pada kondisi OFF adalah sebesar 1.1 V. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tegangan sudah sesuai dengan harapan yang diinginkan karena tidak terdapat *error* tegangan.

##### 2. Pengujian *Limit Switch* Kondisi On



Gambar 4.8.  
Pengujian *limit Switch* Kondisi On

Dari gambar 4.8 diatas tegangan pada *output limit switch* pada kondisi ON adalah sebesar 23.23 V. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan yang diinginkan telah sesuai dengan harapan karena tidak terjadi *error* tegangan.

#### 4.5. Pengujian Tombol *Start* dan *Stop*

##### 4.5.1. Tujuan

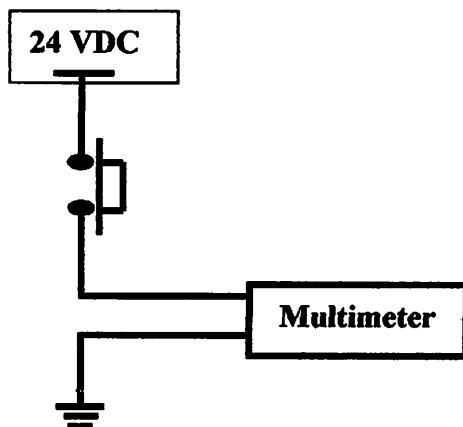
Pengujian tombol *start* dilakukan untuk dapat mengetahui apakah tombol ini dapat bekerja atau tidak sesuai dengan harapan yang diinginkan.

##### 4.5.2. Peralatan yang Digunakan

Dalam pengujian pada sistem menggunakan peralatan sebagai berikut:

- *Power Supply*
- Multimeter

##### 4.5.3. Diagram Blok Pengujian



Gambar 4.9.  
Diagram Blok Pengujian Tombol *Start*

#### **4.5.4. Langkah-langkah Pengujian**

- Sambungkan voltmeter pada *output* tombol *start*.
- Baca data voltmeter.
- Baca perubahan voltmeter pada saat tombol *start* ditekan.

#### **4.5.5. Hasil Pengujian**

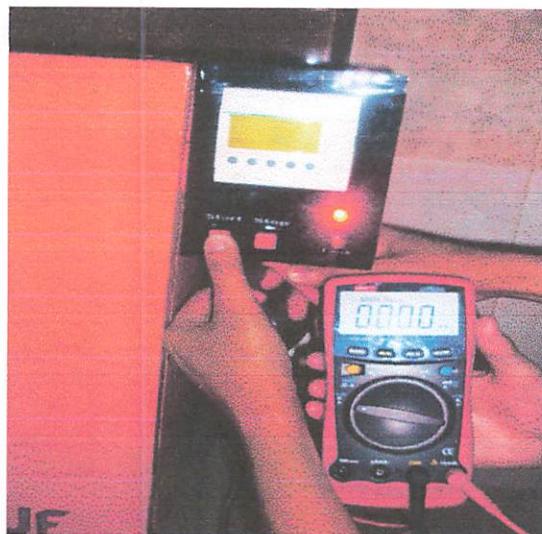
##### 1. Pengujian Tombol *Start* Kondisi Tanpa ditekan



Gambar 4.10.  
Pengujian Tombol *Start* Tanpa Ditekan.

Pada gambar 4.10 diatas, tegangan pada tombol *start* tanpa ditekan adalah sebesar 23.24 V. Tegangan yang dihasilkan sesuai dengan harapan yang diinginkan karena tidak terdapat *error*.

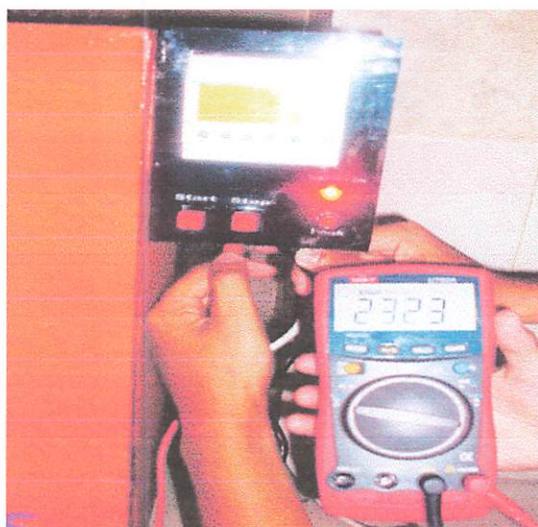
## 2. Pengujian Tombol *Start* Saat Ditekan



Gambar 4.11.  
Pengujian Tombol *Start* Saat Ditekan

Pada gambar 4.11 diatas, tegangan pada tombol *start* saat ditekan sebesar 0 V. Tegangan yang dihasilkan ini telah sesuai dengan harapan yang diinginkan karena tidak terdapat *error*.

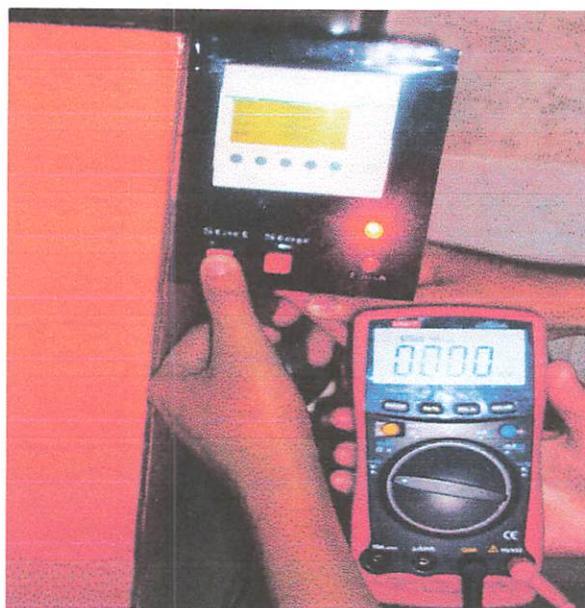
## 3. Pengujian Tombol *Stop* Tanpa Ditekan



Gambar 4.12.  
Pengujian Tombol *Stop* Tanpa Ditekan

Pada gambar 4.12 diatas, tegangan yang dihasilkan pada tombol *start* tanpa ditekan sebesar 23.23 V. Tegangan yang dihasilkan tersebut telah sesuai dengan harapan yang diinginkan karena tidak terdapat *error*.

#### 4. Pengujian Tombol *Start* Saat Ditekan



Gambar 4.13.  
Pengujian Tombol *Start* Saat Ditekan

Pada gambar 4.13 diatas, tegangan yang dihasilkan sebesar 0 V. Tegangan yang dihasilkan tersebut telah sesuai dengan harapan yang diinginkan.

#### 4.5.6. Analisa Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, tegangan pada tombol start dan tombol *stop* tanpa ditekan sebesar 0 V dan tegangan pada saat ditekan sebesar 24 V. Ini menunjukkan bahwa tidak terdapat *error*.

## **4.6. Hasil Pengujian**

### **4.6.1. Pengujian Daya Pada Sistem Kontrol**

### **4.6.2. Tujuan**

Tujuan pengujian daya pada sistem yaitu untuk mengetahui daya yang diperlukan oleh sistem secara keseluruhan.

### **4.6.3. Peralatan yang Digunakan**

Dalam pengujian pada sistem menggunakan peralatan sebagai berikut :

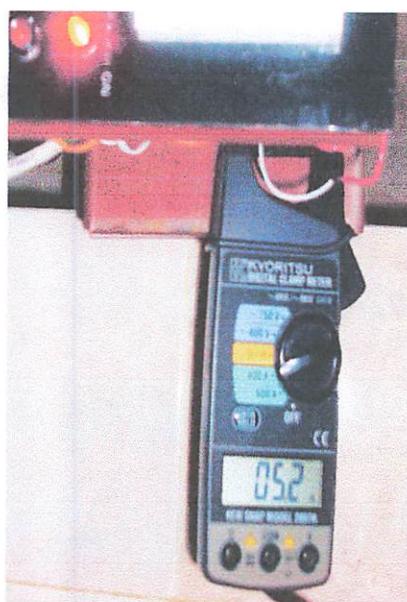
- Multimeter digital.
- Tang *ampere*.

### **4.6.4. Prosedur Pengujian**

- Mengukur tegangan suplai PLN dengan menggunakan multimeter.
- Mengukur arus yang mengalir pada sistem dengan menggunakan tang *ampere*.
- Menghitung daya yang yang terpakai oleh sistem.

#### 4.6.5. Hasil Pengujian

Hasil pengukuran arus dan tegangan pada sistem ditunjukkan pada gambar dibawah :



Gambar 4.14  
Pengukuran Arus Yang Mengalir Pada Sistem



Gambar 4.15  
Pengukuran Tegangan Arus PLN

Dari gambar hasil pengukuran diatas, maka dapat diketahui daya yang diperlukan oleh sistem adalah :

$$\text{Rumus : } P = V \times I$$

Dimana :  $P$  = Daya yang diperlukan (Watt)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)

$$P = 216.8 \text{ Volt} \times 5.2 \text{ Ampere}$$

$$= 1127.36 \text{ Watt}$$

## 4.7. Pengujian Keseluruhan Sistem

### 4.7.1. Tujuan

Tujuan pengujian keseluruhan sistem adalah untuk mengetahui seluruh sistem seperti komponen *Smart Relai Zelio Logic SR2*, Sensor Suhu serta komponen yang lain berjalan dengan normal sesuai dengan perencanaan dan juga mengetahui apabila terjadi *error* pada sistem yang telah dibuat.

### 4.7.2. Peralatan yang Digunakan

Dalam pengujian sistem secara keseluruhan menggunakan peralatan sebagai berikut :

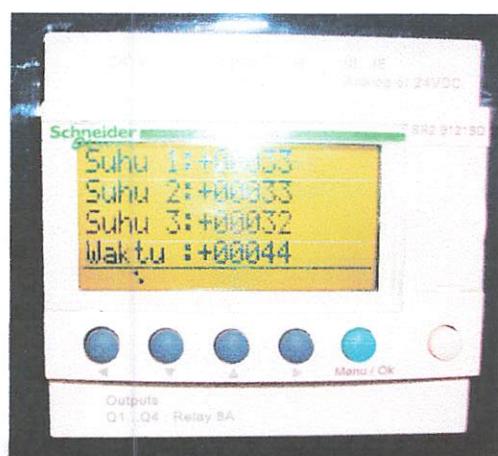
- Multimeter digital
- Rangkaian sensor suhu IC LM 35 yang terhubung dengan catu daya 9 VDC.
- Rangkaian keseluruhan sistem.
- Tang *ampere*

#### 4.7.3. Prosedur Pengujian

- Menghubungkan keseluruhan rangkaian sistem sesuai diagram blok.
- Menghubungkan rangkaian kontrol ke sumber tegangan 1 fasa 220 Volt 50 Hz serta sumber 24 VDC.
- Mentransfer program dari *Zelio Soft 2* kedalam *Smart Relay Zelio Logic SR2*.
- *Run* Program yang telah ditransfer kedalam *Smart Relay Logic SR2*.
- Menekan tombol start untuk mengaktifkan *heater*, *infrared* serta sensor suhu primer dan *back up* pada oven cat.
- Menekan tombol *stop* untuk mematikan seluruh sistem pada oven cat.

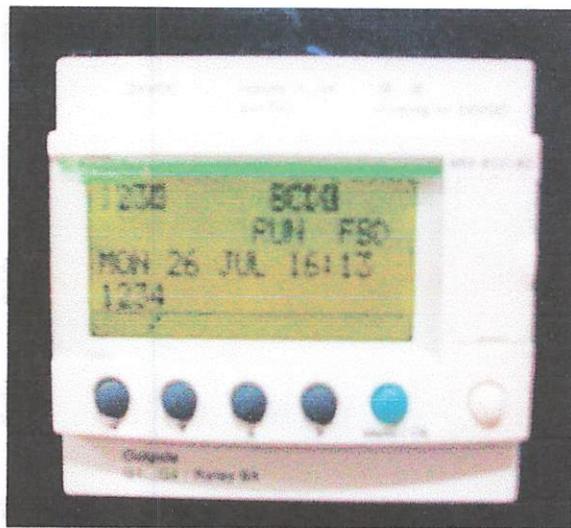
#### 4.7.4. Hasil Pengujian

1. Untuk mengaktifkan sistem, dapat menekan tombol *push button On* atau lewat program *zelio soft 2* atau pun lewat modul PLC. Jika pada *display Smart Relay* menampilkan *Run* maka sistem telah bekerja atau aktif seperti yang terdapat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.16  
Gambar Proses *Smart Relay Zelio Logic SR2 Start*

2. Untuk mematikan sistem, dapat menekan tombol push *button* Off atau menstop lewat program *zelio soft 2* atau pun lewat modul PLC. Jika pada display *Smart Relay* menampilkan stop, maka sistem tidak bekerja seperti pada gambar dibawah berikut



Gambar 4.17  
Gambar Proses *Smart Relay Zelio Logic SR2 Stop.*

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian keseluruhan sistem dan sensor suhu ( IC LM35 ) yang dipasang pada oven cat.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

No.	Kondisi Sistem	Respon Sistem
1	Sistem On	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Smart Relay</i> pada panel menyala</li> <li>• Sensor <i>infra red</i> pada oven cat aktif</li> <li>• Sensor suhu IC LM35 dan <i>heater</i> aktif</li> <li>• <i>Fan</i> ( kipas ) aktif</li> </ul>

2	Sistem Off	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Smart Relay</i> pada panel mati</li> <li>• Sensor <i>infra red</i> pada oven cat tidak aktif</li> <li>• Sensor suhu IC LM35 <i>heater</i> tidak aktif</li> <li>• <i>Fan</i> ( kipas ) tidak aktif</li> </ul>
3	IC LM35 <i>Primer</i> Oven Cat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor akan membaca dari suhu ruangan <math>\pm 50^{\circ}\text{C}</math> sampai <math>55^{\circ}\text{C}</math>, <i>heater</i> dan <i>fan</i> tidak aktif</li> <li>• Sensor membaca suhu <math>&gt; 55^{\circ}\text{C}</math>, <i>heater</i> tidak aktif, dan <i>fan</i> aktif</li> </ul>
4	IC LM35 <i>Back Up</i> Oven Cat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor akan membaca dari suhu ruangan <math>\pm 50^{\circ}\text{C}</math> sampai <math>55^{\circ}\text{C}</math>, <i>heater</i> dan <i>fan</i> tidak aktif</li> <li>• Sensor membaca suhu <math>&gt; 55^{\circ}\text{C}</math>, <i>heater</i> tidak aktif, <i>fan</i> aktif</li> </ul>

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan sistem dan sensor suhu IC LM35 pada oven cat dapat diketahui :

- Pada saat sistem on (aktif) atau dengan keadaan standby *Smart Relay* ON dan sensor suhu IC LM35, *infra red* dan *heater* ON, yang dikarenakan oven cat terhubung oleh saklar ON/OFF.
- Begitu pula sebaliknya pada saat sistem OFF (tidak aktif), maka respon sistem (*Smart Relay*) akan OFF.

- Bila saklar ON (aktif) maka oven cat ON, sensor suhu IC LM35 baik yang primer maupun *back up* akan aktif dan sistem pun jalan.
- Begitu pula sebaliknya jika saklar pada posisi OFF (tidak aktif) maka oven cat Off, sensor suhu IC LM35 baik *primer* maupun *back up* tidak aktif dan sistem pun tidak jalan tapi *buzzer* akan berbunyi karena *buzzer* di-setting apa bila cat yang di oven telah selesai.



Gambar 4. 18

Tampak atas Perancangan dan Pembuatan Sistem Pengendali Oven Cat Untuk Sepeda Motor menggunakan PLC *Smart Relay Zelio Logic SR2*

Pada gambar diatas tampak sistem pengendali oven cat secara keseluruhan, pada oven cat terdiri dari 3 sensor suhu IC LM35 yang diletakkan disisi kiri, tengah dan sisi kanan oven cat yang dimana ketiga sensor tersebut berfungsi sama untuk mendeteksi suhu yang ada disekitar sensor atau didalam oven cat.

Pada saat pertama sistem ON sensor *infrared* akan mendeteksi apakah didalam oven cat terdapat barang yang akan di oven dan sensor suhu akan mendeteksi sekitar  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  dan *heater* akan langsung bekerja, maka sistem akan merespon dengan menyalakan sensor suhu hingga suhu mencapai  $55^{\circ}\text{C}$ , setalah suhu tercapai  $55^{\circ}\text{C}$  maka *heater* akan mati dan *fan* akan aktif. Jika suhu akan turun sampai setting yang ditentukan yaitu  $50^{\circ}\text{C}$ , kemudian *heater* akan bekerja lagi sampai sensor mendeteksi suhu  $>55^{\circ}\text{C}$ , begitu seterusnya sistem akan berjalan terus secara continue.

Apabila cat yang sudah dioven telah selesai dan dinyatakan sudah kering maka *buzzer* akan berbunyi dan lampu indikator finish akan menyala.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah melakukan perencanaan, pembuatan, dan pengujian pada Sistem Pengendali Oven Cat untuk sepeda motor Menggunakan PLC *Smart Relai Zelio Logic SR2B121BD*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan pengaturan suhu sebesar  $50^0 - 55^0$  celcius pada PLC sebagai otomatisasi sistem kontrol maka diperoleh hasil yang lebih sempurna dimana kondisi bodi atau aksesoris motor menjadi lebih halus serta mengkilap dibandingkan dengan sistem kontrol secara manual.

#### **5.2 Saran**

Pada alat hasil perancangan ini masih mempunyai kekurangan-kekurangan untuk itu ada beberapa beberapa hal yang dapat dilakukan untuk pengembangan:

1. Agar sistem ini dapat bekerja dengan baik maka harus dilakukan pengecekan berkala pada sensor suhu IC LM35, karena sensor suhu LM35 ini memiliki peranan yang paling penting dalam kinerja alat ini sebagai pendeksi suhu didalam oven cat.
2. Untuk mengatasi apabila listrik PLN mati maka perlu digunakan catu daya sebagai *back up power supplay* control sistem, baik untuk sensor suhu maupun untuk *heater*.
3. Sebelum memulai merancang alat menggunakan PLC, sebaiknya pelajari terlebih dahulu tentang PLC.

4. Karena kebutuhan didalam dunia industri cenderung menggunakan PLC sebagai sistem kontrolnya, untuk itu perlu kiranya pada mata kuliah PLC dibahas lebih mendalam lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suhendar, Programmable Logic Controller, Graha Ilmu, 2005
- [2] Halim Kusumanegara, Tugas Akhir, Perancangan Dan Pembuatan Sistem Otomatisasi Kamar Hotel Berbasis Smart Relay Zelio Logic SR3, Institut Teknologi Nasional Malang, 2008
- [3] SR2 dan SR3 tech data (short).pdf
- [4] [www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com)
- [5] Ir. Suliasno, *Dasar Teknik Tenaga Listrik* 1990
- [6] Iwan Setiawan, *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*
- [7] P. Eko Agfianto, *Konsep Pemrograman dan Aplikasi*, 2004
- [8] <http://sulae.blogspot.com/2008/12/membuat-thermometer-digital-sederhana.html>
- [9] <http://digilib.petra.ac.id/jiunkpe/s1/elkt/2003/jiunkpe-ns-s1-2003-23496088-8811-termometer-chapter1.pdf>
- [10] Sumerwawan cara : Didik, EAC Paint Body Repair, Malang 2010

*Lampiran*

1



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

NI (PERSERO) MALANG  
NK NIAGA MALANG

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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

nama : Yusuf Purdiansyah  
nim : 05.12.028  
jurusan : Teknik Elektro S-1  
onsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM  
PENGENDALI OVEN CAT UNTUK SEPEDA MOTAR  
 MENGGUNAKAN PLC *SMART RELAY ZELIO LOGIC  
SR2B121BD***

ipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang program Starata Satu (S-1) pada :

hari : Jumat  
anggal : 20 Agustus 2010  
engan nilai : 81 (A) *BY*

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

Mengetahui,  
**Ketua Majelis Penguji**

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
NIP.Y. 1018800189  
ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I

Ir. Choirul Saleh, MT  
NIP.P.1018800190

Dosen Penguji II

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

NI (PERSERO) MALANG  
ANK 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

**LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI**

Nama : Yusuf Purdiansyah  
Jml : 05.12.028  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Tgl / Tanggal : Jumat / 20 Agustus 2010

No	Materi Perbaikkan	Paraf
1.	- Abstrak	
2.	- Latar Belakang (Pustaka)	
3.	- Kesimpulan	

Telah Diperiksa / Disetujui:

**Dosen Penguji II**

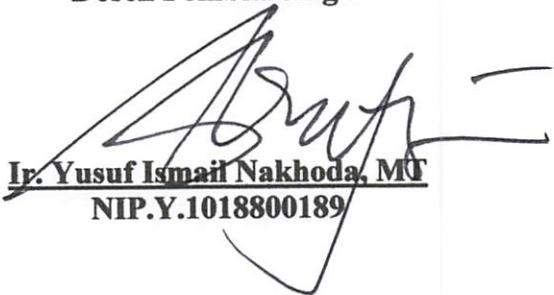


Bambang Prio Hartono, ST, MT  
NIP.Y.1028400082

**Mengetahui**

**Dosen Pembimbing 1**

**Dosen Pembimbing 2**



Jr. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
NIP.Y.1018800189



Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT  
NIP. Y. 1030800417

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN**

**SISTEM PENGENDALI OVEN CAT UNTUK SEPEDA**

**MOTOR MENGGUNAKAN PLC *SMART RELAY ZELIO***

***LOGIC SR2B121BD***

**SKRIPSI**

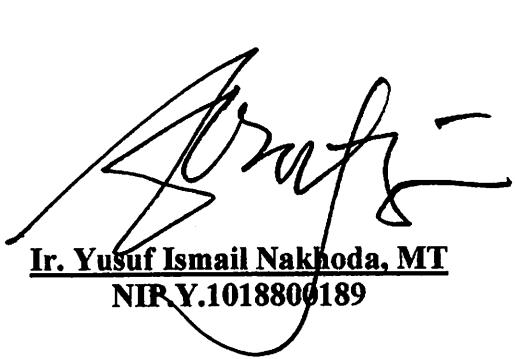
*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Energi Listrik Strata Satu (S-1)*

**Disusun Oleh :**

**YUSUF PURDIANSYAH**  
**05.12.028**

**Diperiksa dan Disetujui**

**Dosen Pembimbing 1**



Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
NIR Y.1018800189

**Dosen Pembimbing 2**



Dr. Eng. Arvuanto Soetedjo, ST, MT  
NIP. Y. 1030800417

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1**  
**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTIK**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**2010**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

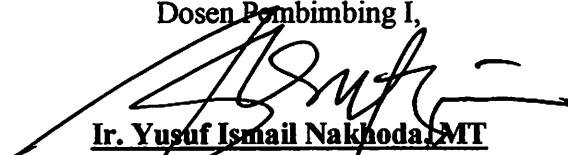
## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : YUSUF PURDIANSYAH  
Nim : 05.12.028  
Masa Bimbingan : 5 Juni 2010 s/d 5 Desember 2010  
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGENDALI OVEN CAT UNTUK SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN PLC SMART RELAY ZELIO LOGIC SR2B121BD

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	14-06-2010	Konsultasi Software Zelio Soft 2	
2.	22-06-2010	Konsultasi Sensor Suhu Dan Sensor Infrared	
3.	26-06-2010	Konsultasi Desain Trainer Yang Akan Digunakan	
4.	02-07-2010	Revisi Bab 1 dan Bab 2	
5.	14-07-2010	Revisi Bab 3	
6.	23-07-2010	Revisi Bab 4 dan Bab 5	
7.	02-08-2010	Konsultasi Pendemoan Alat Yang Sudah Jadi	
8.	03-08-2010	Revisi Penulisan Dan Gambar Makalah Seminar Hasil	
9.			
10.			

Malang,

Dosen Pembimbing I,

  
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
NIP. Y 1018800189

Form.S-4b



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : YUSUF PURDIANSYAH  
Nim : 05.12.028  
Masa Bimbingan : 5 Juni 2010 s/d 5 Desember 2010  
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGENDALI OVEN CAT UNTUK SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN PLC SMART RELAY ZELIO LOGIC SR2B121BD

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	14-06-2010	Konsultasi Software Zelio Soft 2	
2.	22-06-2010	Konsultasi Sensor Suhu Dan Sensor <i>Infrared</i>	
3.	26-06-2010	Konsultasi Desain Trainer Yang Akan Digunakan	
4.	02-07-2010	Revisi Bab 1 dan Bab 2	
5.	14-07-2010	Revisi Bab 3	
6.	23-07-2010	Revisi Bab 4 dan Bab 5	
7.	02-08-2010	Konsultasi Pendemoan Alat Yang Sudah Jadi	
8.	03-08-2010	Revisi Penulisan Dan Gambar Makalah Seminar Hasil	
9.			
10.			

Malang, 6/8/<sup>iv</sup>  
Dosen Pembimbing II,

Dr. Aryuanto Soetedjo, ST,MT  
NIP.Y.1030800417



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-jura 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

Malang, 28 Juli 2010

r : ITN-812/I.TA/2/10  
ran : -  
il : BIMBINGAN SKRIPSI  
la : Yth. Sdr./i. IR. YUSUF ISMAIL NAKHODA, MT  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Dosen Pembimbing  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
di  
Malang

Dengan hormat  
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi  
Untuk Mahasiswa :

Nama	: YUSUF PURDIANSYAH
Nim	: 0512028
Fakultas	: Teknologi Industri
Jurusan	: Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	: Teknik Energ: Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya  
kepada Saudara/I selama masa waktu (enam ) 6 bulan, terhitung mulai  
tanggal :

05 Juni 2010 s/d 05 Desember 2010

Sebagai satu syarat untuk menempuh ujian Sarjana Teknik,  
Jurusan Teknik Elektro S-1

Demikian agar makum dan atas perhatian serta bantuan kami sampaikan terima  
kasih



Tembusan Kepada Yth.:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip
3. Coret yang tidak perlu

Form. S 4a



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  
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

Malang, 28 Juli 2010

: ITN-813/I.TA/2/10  
:  
: -  
: BIMBINGAN SKRIPSI  
da : Yth. Sdr.i. DR. ARYUANTO S, ST, MT  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Dosen Pembimbing  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
di  
Malang

Dengan hormat  
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi  
Untuk Mahasiswa :

Nama : YUSUF PURDIANSYAH  
Nim : 0512028  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya  
kepada Saudara/i selama masa waktu (enam ) 6 bulan, terhitung mulai  
tanggal :

05 Juni 2010 s/d 05 Desember 2010

Sebagai satu syarat untuk menempuh ujian Sarjana Teknik,  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuananya kami sampaikan terima  
kasih

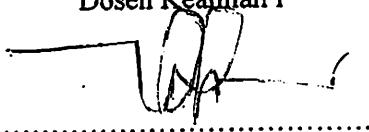
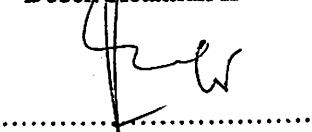
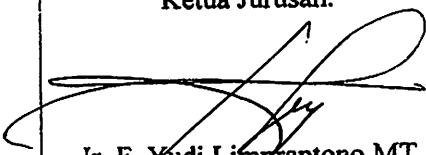
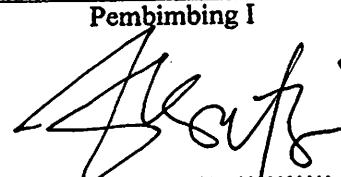
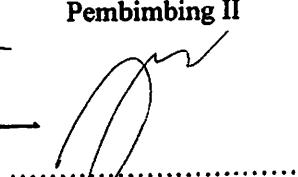


Tembusan Kepada Yth :

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip
3. Coret yang tidak perlu

Form. S 4a

**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI  
 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1**

<b>KONSENTRASI</b>		Teknik Energi Listrik						
1.	Nama Mahasiswa	YUSUF Purdiansyah		NIM	CS.12.028			
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang				
3.	Pelaksanaan	05 - 06 - 2010		Spesifikasi Judul (berilah tanda silang) *)				
a.	Sistem Tenaga Elektrik	e.	Embedded System	i.	Sistem Informasi			
b.	Konversi Energi	f.	Antar Muka	j.	Jaringan Komputer			
c.	Sistem Kendali	g.	Elektronika Telekomunikasi	k.	Web			
d.	Tegangan Tinggi	h.	Elektronika Instrumentasi	l.	Algoritma Cerdas			
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	Peneranganan dan pembuatan sistem... Pengendali...oven...cat...untuk...Sepeda...motor... Mengurakan...PLC...Smart...relay...Zulu...logic... SP2.B.121.BD.....						
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	..... ..... .....						
6.	Catatan :	..... ..... .....						
7.	Catatan :	..... ..... .....						
<b>Persetujuan Judul Skripsi</b>								
Disetujui, Dosen Keahlian I				Disetujui, Dosen Keahlian II				
 .....				 .....				
Mengetahui, Ketua Jurusan.				Disetujui, Calon Dosen Pembimbing				
 <u>Iri. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. Y. 1039500274				Pembimbing I		Pembimbing II		
 .....				 .....				

Keterangan :

\*) dilingkari a, b, c, ..... sesuai dengan bidang keahlian



## FORMULIR PENDAFTARAN UJIAN SKRIPSI

### DATA MAHASISWA :

Nama	:	Yusuf Purdiansyah
NIM	:	OS12028
Fakultas	:	Teknologi Industri
Jurusan	:	Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	:	1. Teknik Energi Listrik *) 2. Teknik Elektronika *) 3. Teknik Komputer dan Informatika *)
Alamat di Malang	:	JL. JOYO Tambak Sri 4SB
Nomor Telp. Rumah / HP	:	08565552131
Masa Penulisan Skripsi	:	
Dosen Pembimbing	:	1. Ir. Yusuf Ismail Nahodri, MT 2. Dr. Eng. Aryuwarto S. ST. MT
Judul Skripsi	:	Perancangan dan Pembuatan Sistem Pengendali OVEN Cat Untuk Sepeda Motor Menggunakan PLC Smart Relay Zelio LOG SP2B12:BD

### PERSYARATAN YANG HARUS DIPENUHI : \*\*)

No.	Persyaratan	Paraf ***)
1.	Telah mengumpulkan 140 SKS dengan IPK $\geq$ 2	
2.	Tidak ada Nilai E	
3.	Telah menyelesaikan / mengumpulkan Laporan Praktek Kerja	
4.	Telah menempuh semua praktikum yang disyaratkan Jurusan	
5.	Menyerahkan Kartu Peserta Seminar Hasil	
6.	Mengumpulkan fotokopi Skripsi yang telah ditandatangani Dosen Pembimbing rangkap 3 (tiga) eksemplar	
7.	Menyerahkan Surat Puas Bimbingan Skripsi dari Dosen Pembimbing	
8.	Telah melunasi persyaratan administrasi (kuitansi warna kuning Rp. 100.000,-)	

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
NIP. Y. 103 95 00274

Malang, \_\_\_\_\_  
Mahasiswa Yang Bersangkutan

( Yusuf Purdiansyah )

### Catatan :

- \*) Coret yang tidak diperlukan.
- \*\*) Dilampirkan bukti persyaratan yang diperlukan.
- \*\*\*) Diparaf Sekretaris Jurusan, Recording dan Administrasi Jurusan.

### 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 : *Tumel Purdiansyah*  
NIM : *0512028*  
Perbaikan meliputi :

- Abstrak - ?

- latar belakang (Pustaka),

- kerjapeulan ?

Malang, 23 - 8 - 2000

( \_\_\_\_\_ )

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**  
Hari / Tanggal : Jum'at / 13 Agustus 2010

No	Waktu	Nama / Nim	Judul Makalah	Dosen Pengamat & Moderator	Ruang
1	09.0 s/d Selesai	Indira Zuna P 0712904	Analisa Voltage Sag Untuk Perbaikan Kualitas Tegangan Menggunakan Kompensasi Dynamic Voltage Restore (Dvr) Dan Uninterruptible Power Supply (Ups) Dengan Sofware Pscad / Emtdc Power Simulation Pada Gardu Induk Polehan Pt Pln (Persero) Malang	Ir. Eko Nurcahyo Iriline Budi S, ST, MT 1. Bambang Prio H, ST, MT 2. Ir. M. Abdul Hamid, MT 3. Dr. Aryuanto S, ST, MT	Amphi. 1 Lantai. 2
2		Yusuf Purdiansyah 0512028	Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pengendali Oven Cat Untuk Sepada Motor Mengguanakan PLC Smart Relay Zelio Logic SR2B121BD	Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT Dr. Aryuanto S, ST, MT 1. Ir. M. Abul Hamid, MT 2. Ir. Eko Nurcahyo 3. Bambang Prio H, ST, MT	
3		Sony Sakti W 0312039	Analisa Pengontrolan Inverter Saat Gangguan Untuk Menghindari Arah Putaran Balik Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Sofware Pscad/Emtdc Di Laboratorium Konversi Energi Elektrik Itn Malang	Ir. M. Abul Hamid, MT Bambang Prio Hartono, ST, MT 1. Dr. Aryuanto S, ST, MT 2. Ir. Eko Nurcahyo 3. Ir. Yusuf Ismail Nkhoda, MT	
4		Bayu Kusumarani 0412034	Analisa Penempatan Static Var Compensator Untuk Mereduksi Rugi Rugi Daya Menggunakan Metode Genetic Algorithm Pada Saluran Transmisi 150 Kv Pt Pln (Persero) Upt Malang	Ir. Yusuf Ismail Nkhoda, MT Bambang Prio H, ST, MT 1. Ir. M. Abdul Hamid, MT 2. Ir. Eko Nurcahyo 3. Dr. Aryuanto S, ST, MT	

Catatan :

- Pakaian rapi baju putih bawahan hitam, berdasarkan dan besepatu hitam



Mengetahui

Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S-1

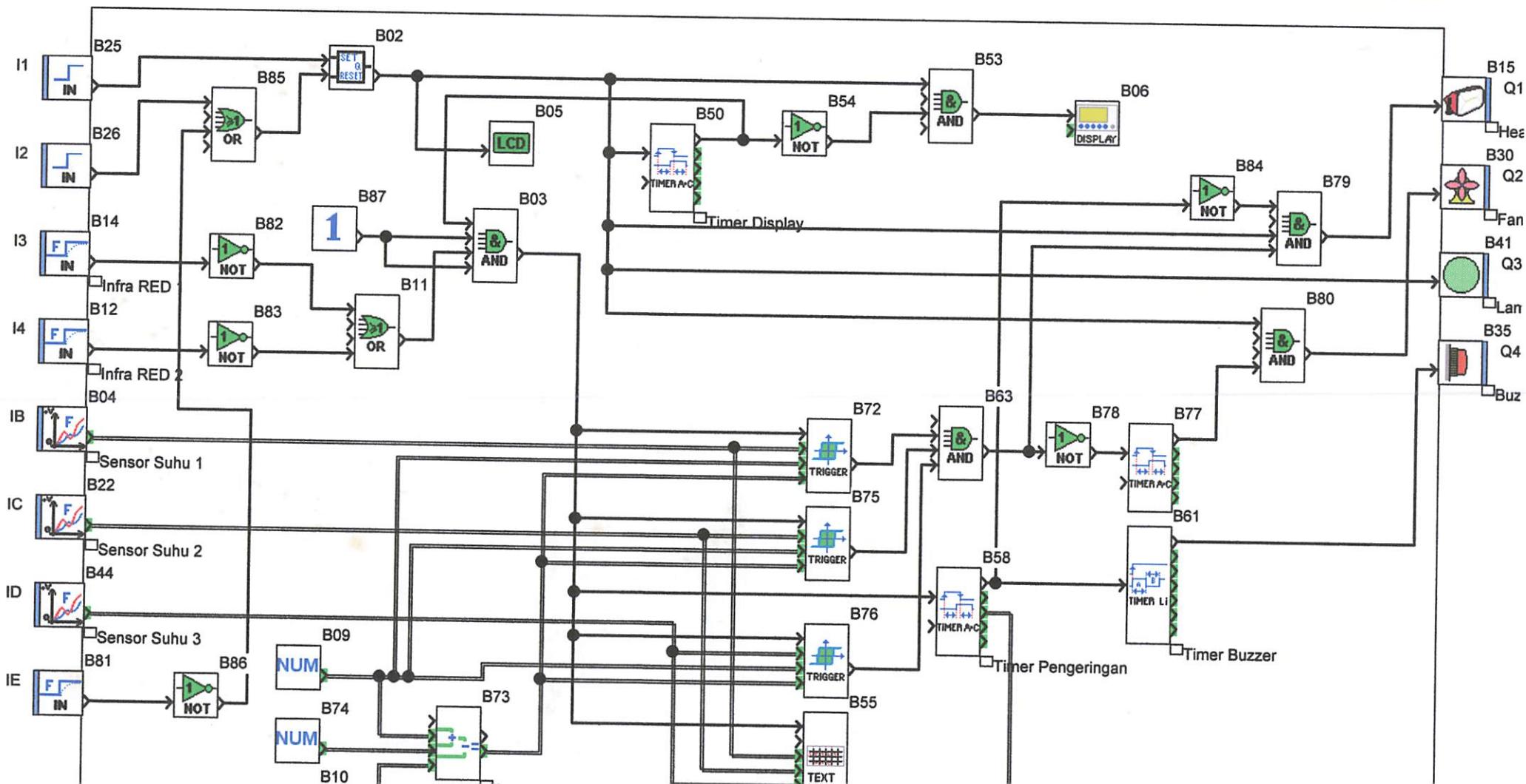
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
NIP. Y.1018800189

*Lampiran*

2



## Program diagram





## Information

: Author

Name : Title

: 0.0

SR2B121BD

Time in the module : 5 x 2 ms

DOG action : Inactive

Hardware Input Filtering : Slow (3ms)

Setting of module front panel

Date : dd/mm/yyyy

Daylight Saving Time change activated

Europe

Start Daylight Saving Time : March, Last Sunday

End winter time : October, Last Sunday



## All inputs

No	Symbol	Function	Lock	Parameters	Comment
B25		Discrete input	—	No parameters	
B26		Discrete input	—	No parameters	
B14		Filtered discrete input	—	Duration of filtering : 1 x basic cycle (ms)	Infra RED 1
B12		Filtered discrete input	—	Duration of filtering : 1 x basic cycle (ms)	Infra RED 2
B04		Filtered analog input	—	Electrical connection at input : Potentiometer Cut-off frequency : 0.06 Hz	Sensor Suhu 1
B22		Filtered analog input	—	Electrical connection at input : Potentiometer Cut-off frequency : 0.06 Hz	Sensor Suhu 2
B44		Filtered analog input	—	Electrical connection at input : Potentiometer Cut-off frequency : 0.06 Hz	Sensor Suhu 3
B81		Filtered discrete input	—	Duration of filtering : 1 x basic cycle (ms)	

## All outputs

No	Symbol	Function	Comment
B15		Lamp	Heater 1
B30		Fan	Fan
B41		Green indicator light	Lampu indikator
B35		Indicator light	Buzzer

## Usable functions

Symbol	Function	Lock	Latching	Parameters	Comment
	RS switching	—	—	Priority : RESET has priority	
	LCD display	—	—	See details below	
	Numerical constant	No	—	Value of the constant : 55	
	Numerical constant	Yes	—	Value of the constant : 5	
	Timer	Yes	No	On time : 0H 0M 8S Off time : 0H 0M 0S	Timer Display
	Text	—	—	See details below	
	Timer	No	No	On time : 0H 1M 0S Off time : 0H 0M 0S	Timer Pengeringan



Symbol	Function	Lock	Latching	Parameters	Comment
	Cyclic timing	Yes	No	On time : 0H 0M 1S Off time : 0H 0M 1S Function L - Continuous flashing	Timer Buzzer
	ADD/SUB	--	--	No parameters	Setting Suhu
	Numerical constant	Yes	--	Value of the constant : 0	
	Timer	Yes	No	On time : 0H 0M 2S Off time : 0H 0M 0S	

## DISPLAY (LCD display)

LCD display															
m	a	t	i	s	a	s	i	0	v	e	n				
b	e	r	b	a	s	i	s	z	E	L	I	0			
I	C	.	B	y	:	Y	u	u	u	f					
M	A	L	A	N	6	2	0	1	0						

## FBD TEXT (Text)

Text															
u	1	:	*	*	#	4	*	*							
u	2	:	*	*	#	5	*	*							
u	3	:	*	*	#	6	*	*							
t	u	:	*	*	#	7	*	*							

not authorized for #4 B04 Filtered ana input  
 not authorized for #5 B22 Filtered ana input  
 not authorized for #6 B44 Filtered ana input  
 not authorized for #7 B58 On delay current value

## LM35

# Precision Centigrade Temperature Sensors

### General Description

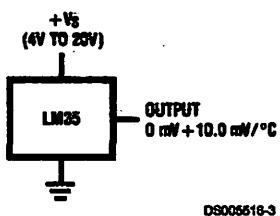
The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of  $\pm 1/4^\circ\text{C}$  at room temperature and  $\pm 3/4^\circ\text{C}$  over a full  $-55$  to  $+150^\circ\text{C}$  temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only  $60\ \mu\text{A}$  from its supply, it has very low self-heating, less than  $0.1^\circ\text{C}$  in still air. The LM35 is rated to operate over a  $-55$  to  $+150^\circ\text{C}$  temperature range, while the LM35C is rated for a  $-40$  to  $+110^\circ\text{C}$  range ( $-10^\circ\text{C}$  with improved accuracy). The LM35 series is available pack-

aged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

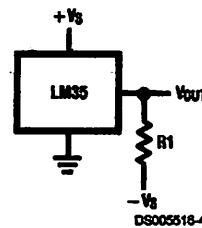
### Features

- Calibrated directly in  $^\circ\text{C}$  (Centigrade)
- Linear  $+ 10.0\ \text{mV}/^\circ\text{C}$  scale factor
- $0.5^\circ\text{C}$  accuracy guaranteed (at  $+25^\circ\text{C}$ )
- Rated for full  $-55$  to  $+150^\circ\text{C}$  range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than  $60\ \mu\text{A}$  current drain
- Low self-heating,  $0.08^\circ\text{C}$  in still air
- Nonlinearity only  $\pm 1/4^\circ\text{C}$  typical
- Low impedance output,  $0.1\ \Omega$  for 1 mA load

### Typical Applications



**FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor  
( $+2^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$ )**

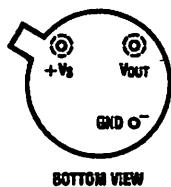


Choose  $R_1 = -V_S/50\ \mu\text{A}$   
 $V_{OUT} = +1,500\ \text{mV}$  at  $+150^\circ\text{C}$   
 $= +250\ \text{mV}$  at  $+25^\circ\text{C}$   
 $= -550\ \text{mV}$  at  $-55^\circ\text{C}$

**FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor**

## Connection Diagrams

**TO-46**  
Metal Can Package\*



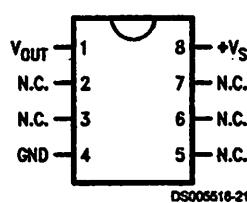
BOTTOM VIEW  
DS005516-1

\*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or  
LM35DH

See NS Package Number H03H

**SO-8**  
Small Outline Molded Package



N.C. = No Connection

Top View  
Order Number LM35DM

See NS Package Number M08A

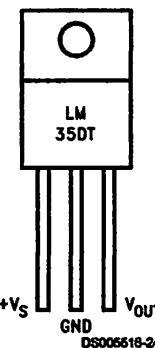
**TO-92**  
Plastic Package



BOTTOM VIEW  
DS005516-2

Order Number LM35CZ,  
LM35CAZ or LM35DZ  
See NS Package Number Z03A

**TO-220**  
Plastic Package\*



\*Tab is connected to the negative pin (GND).

Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

Order Number LM35DT  
See NS Package Number TA03F

**Absolute Maximum Ratings** (Note 10)

Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Voltage	+35V to -0.2V	TO-92 and TO-220 Package, (Soldering, 10 seconds)	260°C
Input Voltage	+6V to -1.0V	SO Package (Note 12)	215°C
Input Current	10 mA	Vapor Phase (60 seconds)	220°C
Storage Temp.:		Infrared (15 seconds)	
-46 Package,	-60°C to +180°C	ESD Susceptibility (Note 11)	2500V
-92 Package,	-60°C to +150°C	Specified Operating Temperature Range: T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub> (Note 2)	
-8 Package,	-65°C to +150°C	LM35, LM35A	-55°C to +150°C
-220 Package,	-65°C to +150°C	LM35C, LM35CA	-40°C to +110°C
Temp.:		LM35D	0°C to +100°C
-46 Package, Soldering, 10 seconds)	300°C		

**Electrical Characteristics**

(1, 6)

Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Gain (slope)	T <sub>A</sub> =+25°C	±0.2	±0.5		±0.2	±0.5		°C
	T <sub>A</sub> =-10°C	±0.3			±0.3		±1.0	°C
	T <sub>A</sub> =T <sub>MAX</sub>	±0.4	±1.0		±0.4	±1.0		°C
	T <sub>A</sub> =T <sub>MIN</sub>	±0.4	±1.0		±0.4		±1.5	°C
Saturation Current	T <sub>MIN</sub> ≤T <sub>A</sub> ≤T <sub>MAX</sub>	±0.18		±0.35	±0.15		±0.3	mA
Gain (slope)	T <sub>MIN</sub> ≤T <sub>A</sub> ≤T <sub>MAX</sub>	+10.0	+9.9, +10.1		+10.0		+9.9, +10.1	mV/°C
Regulation (I <sub>L</sub> )	T <sub>A</sub> =+25°C 0≤I <sub>L</sub> ≤1 mA	±0.4	±1.0		±0.4	±1.0		mV/mA
Regulation (I <sub>L</sub> )	T <sub>A</sub> =+25°C 4V≤V <sub>S</sub> ≤30V	±0.5		±3.0	±0.5		±3.0	mV/mA
Current	V <sub>S</sub> =+5V, +25°C	56	67		56	67		μA
	V <sub>S</sub> =+5V	105		131	91		114	μA
	V <sub>S</sub> =+30V, +25°C	56.2	68		56.2	68		μA
	V <sub>S</sub> =+30V	105.5		133	91.5		116	μA
of Current	4V≤V <sub>S</sub> ≤30V, +25°C	0.2	1.0		0.2	1.0		μA
of Current	4V≤V <sub>S</sub> ≤30V	0.5		2.0	0.5		2.0	μA
Temperature Coefficient of Current		+0.39		+0.5	+0.39		+0.5	μA/°C
Temperature Accuracy	In circuit of Figure 1, I <sub>L</sub> =0	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C
Term Stability	T <sub>J</sub> =T <sub>MAX</sub> , for 1000 hours	±0.08			±0.08			°C

## Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	$T_A=+25^\circ\text{C}$	$\pm 0.4$	$\pm 1.0$		$\pm 0.4$	$\pm 1.0$		${}^\circ\text{C}$
	$T_A=-10^\circ\text{C}$	$\pm 0.5$		$\pm 1.5$	$\pm 0.5$		$\pm 1.5$	${}^\circ\text{C}$
	$T_A=T_{\text{MAX}}$	$\pm 0.8$		$\pm 1.5$	$\pm 0.8$		$\pm 1.5$	${}^\circ\text{C}$
	$T_A=T_{\text{MIN}}$	$\pm 0.8$		$\pm 1.5$	$\pm 0.8$		$\pm 2.0$	${}^\circ\text{C}$
Accuracy, LM35D (Note 7)	$T_A=+25^\circ\text{C}$				$\pm 0.6$	$\pm 1.5$		${}^\circ\text{C}$
	$T_A=T_{\text{MAX}}$				$\pm 0.9$		$\pm 2.0$	${}^\circ\text{C}$
	$T_A=T_{\text{MIN}}$				$\pm 0.9$		$\pm 2.0$	${}^\circ\text{C}$
Nonlinearity (Note 8)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	$\pm 0.3$		$\pm 0.5$	$\pm 0.2$		$\pm 0.5$	${}^\circ\text{C}$
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	$+10.0$	$+9.8, +10.2$		$+10.0$		$+9.8, +10.2$	$\text{mV}/\text{C}$
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A=+25^\circ\text{C}$	$\pm 0.4$	$\pm 2.0$		$\pm 0.4$	$\pm 2.0$		$\text{mV}/\text{mA}$
Line Regulation (Note 3)	$T_A=+25^\circ\text{C}$	$\pm 0.01$	$\pm 0.1$		$\pm 0.01$	$\pm 0.1$		$\text{mV}/\text{V}$
	$4V \leq V_S \leq 30V$	$\pm 0.02$		$\pm 0.2$	$\pm 0.02$		$\pm 0.2$	$\text{mV}/\text{V}$
Quiescent Current (Note 9)	$V_S=+5V, +25^\circ\text{C}$	56	80		56	80		$\mu\text{A}$
	$V_S=+5V$	<b>105</b>		<b>158</b>	<b>91</b>		<b>138</b>	$\mu\text{A}$
	$V_S=+30V, +25^\circ\text{C}$	56.2	82		56.2	82		$\mu\text{A}$
	$V_S=+30V$	<b>105.5</b>		<b>161</b>	<b>91.5</b>		<b>141</b>	$\mu\text{A}$
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4V \leq V_S \leq 30V, +25^\circ\text{C}$	0.2	2.0		0.2	2.0		$\mu\text{A}$
	$4V \leq V_S \leq 30V$	<b>0.5</b>		<b>3.0</b>	<b>0.5</b>		<b>3.0</b>	$\mu\text{A}$
Temperature Coefficient of Quiescent Current		<b>+0.39</b>		<b>+0.7</b>	<b>+0.39</b>		<b>+0.7</b>	$\mu\text{A}/\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L=0$	<b>+1.5</b>		<b>+2.0</b>	<b>+1.5</b>		<b>+2.0</b>	${}^\circ\text{C}$
Long Term Stability	$T_J=T_{\text{MAX}}$ , for 1000 hours	$\pm 0.08$			$\pm 0.08$			${}^\circ\text{C}$

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply:  $-55^\circ\text{C} \leq T_J \leq +150^\circ\text{C}$  for the LM35 and LM35A;  $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq +110^\circ\text{C}$  for the LM35C and LM35CA; and  $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100^\circ\text{C}$  for the LM35D.  $V_S=+5\text{Vdc}$  and  $I_{\text{LOAD}}=50 \mu\text{A}$ , in the circuit of Figure 2. These specifications also apply from  $+2^\circ\text{C}$  to  $T_{\text{MAX}}$  in the circuit of Figure 1. Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is  $400^\circ\text{C}/\text{W}$ , junction to ambient, and  $24^\circ\text{C}/\text{W}$  junction to case. Thermal resistance of the TO-92 package is  $180^\circ\text{C}/\text{W}$  junction to ambient. Thermal resistance of the small outline molded package is  $220^\circ\text{C}/\text{W}$  junction to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package is  $90^\circ\text{C}/\text{W}$  junction to ambient. For additional thermal resistance information see table in the Applications section.

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

Note 4: Tested Limits are guaranteed and 100% tested in production.

Note 5: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 6: Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and  $10\text{mv}/\text{C}$  times the device's case temperature, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in  ${}^\circ\text{C}$ ).

Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the device's rated temperature range.

Note 9: Quiescent current is defined in the circuit of Figure 1.

Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

Note 11: Human body model,  $100 \text{ pF}$  discharged through a  $1.5 \text{ k}\Omega$  resistor.

Note 12: See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" or the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of soldering surface mount devices.