



***TEMPERATURE CONTROL TRAINER PADA
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER OMRON CJ2H***



UNIVERSITAS
Dinamika

Oleh :

MUKHAMAD AWALUDIN FAHMI

12.41020.0078

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA
2016**

TEMPERATURE CONTROL TRAINER
PADA PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER OMRON CJ2H

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Sarjana Komputer



UNIVERSITAS

Disusun Oleh :

Nama : Mukhamad Awaludin Fahmi

NIM : 12.41020.0078

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Sistem Komputer

FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA

2016



Yen Pengen Diregoni Ambe Uwong, Reganono Disek Uwong,

Panggih Rendah Hati, Soale Sejatine Tambah Sinau Malah Tambah Gak Ngerti,

Ojo Dumeh Lan Terus Makaryo, Bhakti Marang Wong Tuo,

Eling Marang Pangeran Kang Murbeng Jagad, Lewat Sholawat Doa Lan Sholat.

~ Mukhamad Awaludin Fahmi ~

Alhamdulillah, Segala Puji Bagi Tuhan Yang Maha Esa,

Penulis Dapat Menyelesaikan Tugas Akhir Ini Dengan Baik.

Tugas Akhir Ini Saya Persembahkan Kepada

Kedua Orang Tua Saya, Adik-Adik Tercinta Dan Semua Keluarga

Terimakasih Kepada Dosen-Dosen Pembimbing

Serta Semua Rekan-Rekan Di Sistem Komputer Dan Dikampus Institut Bisnis

Dan Informatika Stikom Surabaya

Beserta Semua Orang – Orang Yang Membantu Saya.



UNIVERSITAS
Dinamika

TUGAS AKHIR
TEMPERATURE CONTROL TRAINER
PADA PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER OMRON CJ2H

Dipersiapkan dan disusun oleh

Mukhamad Awaludin Fahmi

NIM : 12.41020.0078

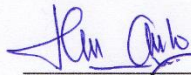
Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji

Pada : Maret 2016

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing

I. **Hariato, S.Kom., M.Eng.**

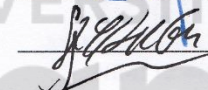


II. **Pauladie Susanto, S.Kom.**



Penguji

I. **Dr. Jusak**



II. **Susijanto Tri Rasmana, S.Kom., M.T.**

17/3/16

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana



FAKULTAS TEKNOLOGI
DAN INFORMATIKA

stikom
SURABAYA

Dr. Jusak

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA

SURAT PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai Mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya :

Nama : Mukhamad Awaludin Fahmi
NIM : 12410200078
Program Studi : S1 Sistem Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Laporan Tugas Akhir
Judul Karya : **Temperature Control Trainer Pada Programmable Logic Controller Omron CJ2H**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 17 Maret 2016

Yang menyatakan,



Mukhamad Awaludin Fahmi
NIM : 12410200078

ABSTRACT

PLC has been much used in industry. With PLC, most production processes can be controlled automatically. This is because PLC always monitor sensors and control actuators.

Generally, PLC will work in accordance with program that is uploaded by programmer. PLC that doing the long production activities will have high temperature , the state of high temperature has not been fully recognized if PLC have no temperature sensors.

Therefore this research will be built a miniature that have input and output equipment to perform production process in industry. This miniature will use voltage divider to activate several fans according to data acquisition from temperature sensor. The voltage divider determined from several levels based on the level of heat from heater. The last part of this research is displaying the results of temperature sensor on personal computers using CX-Designer in simulation mode.

Of the research 6 times, 3 times research heating and 3 times research cooling, there is an average deviation of the setpoint of 0.393666 °C and average of standart deviation 0.3117°C.

ABSTRAK

Penggunaan perangkat *programmable logic controller* pada dunia industri saat ini sudah banyak diterapkan. sebagian besar proses produksi sudah dapat dikendalikan secara otomatis. pada dasarnya perangkat *programmable logic controller* selalu bekerja untuk memantau masukkan sensor dan mengendalikan aktuator.

Pada dasarnya, perangkat PLC akan mengontrol peralatan *input* dan mengendalikan peralatan *output* yang terhubung dengan PLC dan akan mengeksekusi program yang dibuat. Perangkat PLC yang melakukan aktifitas produksi secara terus-menerus akan mengalami temperatur yang tinggi, keadaan temperatur yang tinggi ini belum sepenuhnya mampu dikenali apabila sebuah perangkat PLC tidak mempunyai sensor pemantau temperatur suhu.

Maka dari itu, tugas akhir ini akan membuat miniatur peralatan produksi sebenarnya yang ada didunia industri. Peralatan ini menerapkan metode penurunan arus tegangan, dimana penurunan tegangan ini akan digunakan untuk memutar kipas. Kecepatan putaran kipas berdasarkan tingkat panas *heater*. Serta pada bagian terakhir hasil pengambilan suhu ditampilkan pada personal komputer yang dbuat menggunakan CX-Designer pada mode simulasi.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan sebanyak 6 kali yang terdiri dari pengujian pemanasan 3 kali dan pendinginan 3 kali, terdapat rata-rata simpangan terhadap *setpoint* sebesar 0.393666 °C dan rata-rata standar deviasi dari 6 percobaan adalah 0.3117 °C.

Keyword: *Programable Logic Controller, Thermocouple, CJIW-TC001, Relay*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat yang telah diberikan - Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Penulisan Laporan ini adalah sebagai salah satu syarat Menempuh Tugas Akhir pada Program Studi S1 Sistem Komputer Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.

Dalam usaha menyelesaikan penulisan Laporan Kerja Praktek ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak baik moral maupun materi. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi - tingginya kepada :

1. **Orang Tua dan Saudara-saudara** saya tercinta yang telah memberikan dorongan dan bantuan baik moral maupun materi sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Tugas Akhir maupun laporan ini.
2. Kepada **Hariato, S.Kom, M.Eng.** dan **Pauladie Susanto, S.Kom.** selaku Dosen Pembimbing. Terima kasih atas bimbingan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
3. Kepada **Dr. Jusak** dan **Susijano Tri Rasmana, S.Kom.,M.T.** selaku Dosen Penguji. Terima kasih atas masukan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
4. Kepada **Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng.** selaku Kepala Program Studi Sistem Komputer Surabaya atas izin yang diberikan untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Semua staf Dosen yang telah mengajar dan memberikan ilmunya kepada saya.

6. Teman- teman seperjuangan SK angkatan '12, alumni yang selalu memberikan semangat dan bantuannya.
7. Semua rekan-rekan yang ada di kampus Institut Bisnis Dan Informatikan Stikom Surabaya dari semua jurusan.
8. Rekan-rekan pengurus HIMA SK 2015.

Surabaya, 04 Maret 2016



UNIVERSITAS
Penulis
Dinamika

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SYARAT	ii
MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1	Latar
Belakang Masalah	1
1.2	Rum
usan Masalah.....	2
1.3	Batas
an Masalah	3
1.4	Tujua
n.....	3

1.5	Siste	
matika Penulisan		3

BAB II

LANDASAN TEORI		6
----------------------	--	---

2.1	<i>Prog</i>	
<i>rammable Logic Controller Unit</i>		6

2.2	<i>Mod</i>	
ul PLC Omron CJ2H CPU64		7

2.3	<i>Sens</i>	
<i>or Thermocouple</i>		8

2.4	<i>Temp</i>	
<i>erature Control Unit TC001</i>		10

2.5	<i>Moto</i>	
r DC		11

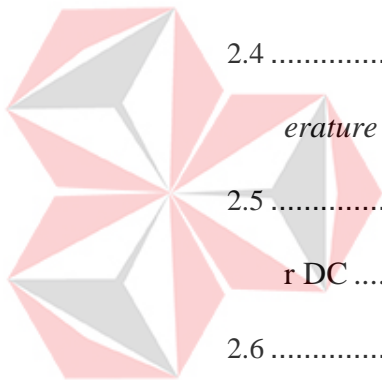
2.6	<i>Relay</i>	12
2.7	<i>Perso</i>	

nal Komputer.....		15
-------------------	--	----

2.8	<i>Drive</i>	
r Motor DC L293D.....		16

2.9		
Pemrograman PLC		17

2.10.....	<i>CX-</i>	
<i>Programmer</i>		19



2.11.....	CX-
<i>Designer</i>	20

BAB III

METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN SISTEM.....	22
---	----

3.1.	Metode Penelitian.....	22
-----------	------------------------	----

3.2.	Mode I Perancangan	23
-----------	--------------------------	----

3.3.	Perancangan Sistem	25
-----------	--------------------------	----

3.4.	Perancangan Perangkat Keras	25
-----------	-----------------------------------	----

3.4.1 Perancangan Rangkaian <i>Power</i>	25
--	----

3.4.2 Perancangan Tombol Masukkan Utama.....	26
--	----

3.4.3 Perancangan Rangkaian <i>Heater</i>	27
---	----

3.4.4 Perancangan Rangkaian <i>Thermocouple</i>	28
---	----

3.4.5 Perancangan Rangkaian Kipas.....	29
--	----

3.4.6 Perancangan Modul Penurun Tegangan.....	31
---	----

3.4.7Pengalamatan Input dan Output PLC.....	32
---	----

3.5.	Perancangan Perangkat Lunak	33
-----------	-----------------------------------	----

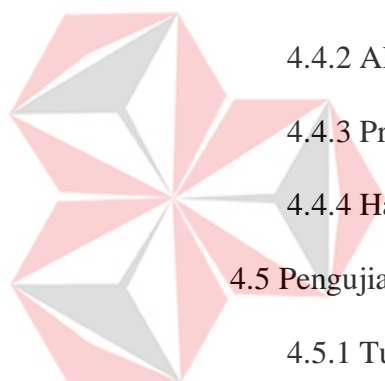
3.5.1 Algoritma Pembacaan Tombol Masukkan.....	34
--	----

3.5.2	Algoritma Kecepatan Kipas	35
3.5.3	Algoritma Kombinasi Kipas dan <i>Heater</i>	36
3.5.4	Algoritma Pembacaan Sensor <i>Thermocouple</i>	37
3.5.5	CX-Designer.....	37
3.6.	.....	Meto
	de Analisa.....	39
3.6.1	Peletakan Sensor <i>Thermocouple</i>	39
3.6.2	Pengambilan Data Sensor Suhu <i>Thermocouple</i>	40
3.6.3	Analisa Data Sensor Suhu <i>Thermocouple</i>	41

BAB IV

	HASIL PENGUJIAN DAN PENGAMATAN.....	43
4.1.	.....	Peng
	ujian Perangkat <i>Programmable Logic Controller Omron CJ2H</i>	43
4.1.1.	.....	Tujua
	n.....	43
4.1.2.	.....	Alat
	yang Digunakan	43
4.1.3.	.....	Prose
	dur Pengujian	44
4.1.4.	.....	Hasil
	Pengujian	45
4.2.	.....	Peng
	ujian Tombol Masukkan Utama.....	47
4.2.1	Tujuan	47

4.2.2 Alat yang Digunakan	47
4.2.3 Prosedur Pengujian	48
4.2.4 Hasil Pengujian	48
4.3 Pengujian Pengambilan Data <i>Thermocouple</i>	50
4.3.1 Tujuan	50
4.3.2 Alat yang Digunakan	50
4.3.3 Prosedur Pengujian	51
4.3.4 Hasil Pengujian	52
4.4 Pengujian <i>Heater</i>	53
4.4.1 Tujuan	53
4.4.2 Alat yang Digunakan	53
4.4.3 Prosedur Pengujian	53
4.4.4 Hasil Pengujian.....	54
4.5 Pengujian Kipas.....	55
4.5.1 Tujuan	55
4.5.2 Alat yang Digunakan	55
4.5.3 Prosedur Pengujian	56
4.5.4 Hasil Pengujian	56
4.6 Pengujian <i>Relay</i> Pengatur Kecepatan Kipas	57
4.6.1 Tujuan	57
4.6.2 Alat yang Digunakan	57
4.6.3 Prosedur Pengujian	57
4.6.4 Hasil Pengujian	60
4.7 Pengujian Sistem	65



4.7.1 Tujuan	65
4.7.2 Alat yang Digunakan	65
4.7.3 Prosedur Pengujian	66
4.7.4 Hasil Pengujian	67

BAB V

PENUTUP	90
----------------------	-----------

5.1.	Kesi
-----------	------

mpulan	90
--------------	----

5.2.	Saran
-----------	-------

.....	91
-------	----

DAFTAR PUSTAKA	92
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	93
-----------------------	-----------

BIODATA PENULIS	110
------------------------------	------------



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	PLC Omron CJ2H CPU64	7
Gambar 2.2	Sens or Suhu <i>Thermocouple</i>	9
Gambar 2.3	<i>Temp</i> <i>erature Control Unit</i> TC001	10
Gambar 2.4	Kom ponen Motor DC.....	11
Gambar 2.5	Rang kaian Dasar <i>Relay</i>	13
Gambar 2.6	PC Sebagai Perangkat Pemrogram PLC.....	15
Gambar 2.7	CX- <i>Programmer</i> Dilengkapi Dengan Simulasi Program.....	15
Gambar 2.8	Konfi gurasi Pin Driver Motor	16
Gambar 2.9	Tamp ilan Utama Aplikasi <i>CX-Programmer</i>	19
Gambar 2.10	Pemb agian Menu-Menu Software <i>CX-Programmer</i>	20
Gambar 2.11	Tamp ilan Utama Aplikasi <i>CX-Designer</i>	21

Gambar 3.1	Gambar Perancangan Sistem	23
Gambar 3.2	Rangkaian Sumber Tegangan Utama	25
Gambar 3.3	Rangkaian Tombol Masukkan	26
Gambar 3.4	Hubungan Rangkaian <i>Heater</i> dan <i>Relay</i>	27
Gambar 3.5	<i>Heater</i> dan <i>Relay</i>	28
Gambar 3.6	Alamat Input Output modul TC001.....	28
Gambar 3.7	Bentuk Fisik <i>Thermocouple</i> dan Modul TC001	39
Gambar 3.8	Rangkaian Kipas dan Motor Driver.....	30
Gambar 3.9	Bentuk Fisik Kipas dan Motor Driver	30
Gambar 3.10	Penurun Tegangan	31
Gambar 3.11	Rangkaian <i>Relay</i> Penurun Tegangan	32
Gambar 3.12	Rangkaian Terminal <i>Input Output</i>	33
Gambar 3.13	Terminal Konektor dan Kabel Penghubung	33
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> Pembacaan Tombol Masukkan	34
Gambar 3.15	<i>Flowchart</i> Penerapan Penurun Tegangan	35
Gambar 3.16	<i>Flowchart</i> Kombinasi Kipas dan <i>Heater</i>	36
Gambar 3.17	<i>Flowchart</i> Pembacaan Sensor <i>Thermocouple</i>	37
Gambar 3.18	Desain Penampil Suhu Pada <i>Heater</i>	38
Gambar 3.19	Pengaturan Alamat Objek	39
Gambar 3.20	Penempatan Sensor Suhu Dan <i>Heater</i>	40
Gambar 3.21	Memori Penyimpan Data Suhu	41
Gambar 4.1	Tampilan Pemilihan Media Koneksi Penghubung	44
Gambar 4.2	Tampilan Pencarian Pada <i>Auto Online</i>	45
Gambar 4.3	Tampilan Pengambilan Program Dari Memori PLC	46

Gambar 4.4	Tampilan Hasil <i>Download</i> Program Dari Memori PLC	46
Gambar 4.5	Informasi Tipe PLC dan Modul Yang Terhubung	47
Gambar 4.6	Pembacaan Tombol Masukkan	49
Gambar 4.7	Indikator Pada <i>Output Card</i>	49
Gambar 4.8	Terminal Modul TC001	51
Gambar 4.9	Program <i>Ladder</i> Mengambil Data Suhu	51
Gambar 4.10	Pengambilan Data Sensor Suhu <i>thermocouple</i>	52
Gambar 4.11	Memantau Isi Data Memori	52
Gambar 4.12	Program Menyalakan <i>Heater</i>	53
Gambar 4.13	<i>Monitoring</i> pada <i>ladder</i>	54
Gambar 4.14	<i>Output Address</i> Setelah <i>Input</i> Diaktifkan	54
Gambar 4.15	Program Pengujian <i>Relay</i>	58
Gambar 4.16	<i>Range Value</i> Pada Memori	60
Gambar 4.17	Pengujian <i>Coil</i> 01.09	61
Gambar 4.18	Pengujian <i>Coil</i> 01.08	62
Gambar 4.19	Pengujian <i>Coil</i> 01.07	63
Gambar 4.20	Pengujian <i>Coil</i> 01.06	64
Gambar 4.21	Pengujian <i>Coil</i> 01.05	65
Gambar 4.22	Memori <i>Address</i> Penyimpan Data Suhu	67
Gambar 4.23	Isi Memori Pengujian 1	68
Gambar 4.24	Grafik hasil percobaan 1	70
Gambar 4.25	Isi Memori Pengujian 2.....	71
Gambar 4.26	Grafik hasil percobaan 2	74
Gambar 4.27	Isi Memori Pengujian 3.....	75

Gambar 4.28	Grafik hasil percobaan 3	77
Gambar 4.29	Isi Memori Pengujian 4.....	79
Gambar 4.30	Grafik hasil percobaan 4	81
Gambar 4.31	Isi Memori Pengujian 5.....	82
Gambar 4.32	Grafik hasil percobaan 5	85
Gambar 4.33	Isi Memori Pengujian 6.....	86
Gambar 4.34	Grafik hasil percobaan 6	88



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Analisa Data Suhu.....	42
Tabel 4.1	.....	<i>Input</i>
	<i>Output Address</i>	41
Tabel 4.2	.....	Tabel
	Pengujian Kecepatan Kipas	56
Tabel 4.3	.....	<i>Rang</i>
	<i>eValue Jarak</i>	59
Tabel 4.4	.....	Data
	Pengujian	67
Tabel 4.5	.....	Data
	Pengujian 1	68
Tabel 4.6	.....	Data
	Pengujian 2	72
Tabel 4.7	.....	Data
	Pengujian 3	75
Tabel 4.8	.....	Data
	Pengujian 4	79
Tabel 4.9	.....	Data
	Pengujian 5	82
Tabel 4.10	.....	Data
	Pengujian 6	86



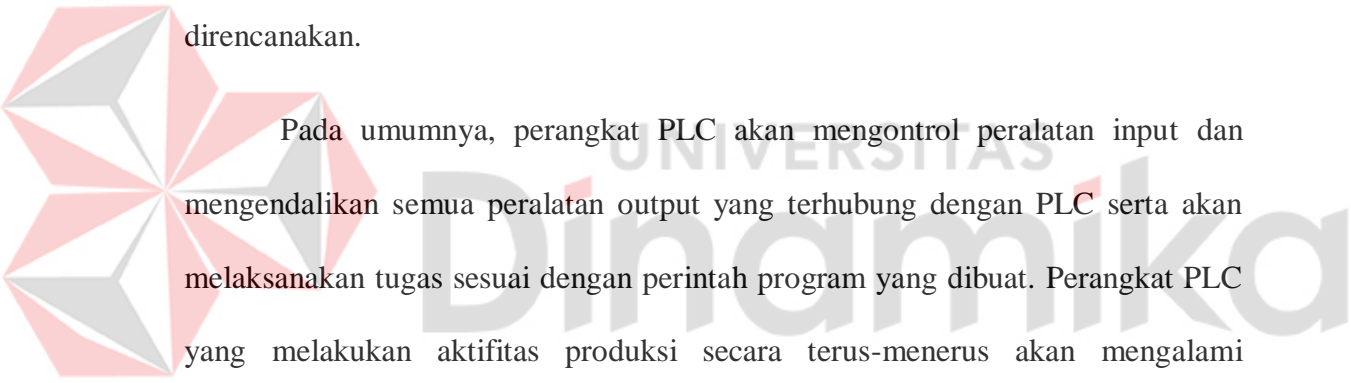
UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi dalam dunia industri saat ini sudah berkembang dengan pesat, terutama dalam penggunaan berbagai macam peralatan produksi berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC). Penggunaan peralatan produksi berbasis PLC tersebut digunakan untuk mengendalikan semua proses produksi dan mengoptimalkan waktu agar hasil produksi yang didapat sesuai dengan yang direncanakan.



Pada umumnya, perangkat PLC akan mengontrol peralatan input dan mengendalikan semua peralatan output yang terhubung dengan PLC serta akan melaksanakan tugas sesuai dengan perintah program yang dibuat. Perangkat PLC yang melakukan aktifitas produksi secara terus-menerus akan mengalami temperatur yang tinggi, keadaan temperatur yang tinggi ini belum sepenuhnya mampu dikenali apabila sebuah perangkat PLC tidak mempunyai sensor pemantau temperatur suhu.

Maka dari itu dalam tugas akhir ini akan dibuat sebuah miniatur peralatan input output yang dihubungkan dengan PLC sebagai bentuk miniatur peralatan produksi sebenarnya yang ada pada dunia industri. Perangkat miniatur ini terdiri atas beberapa bagian penting seperti elemen pemanas sebagai simulasi keadaan mesin produksi yang dapat mengalami keadaan normal sampai dengan panas. Kemudian terdapat sensor *thermocouple* sebagai pemantau keadaan suhu dari

elemen pemanas, serta terdapat kipas yang berfungsi untuk mengembalikan keadaan suhu elemen pemanas ke batas suhu normal.

Pada pembuatan miniatur peralatan produksi ini akan menerapkan metode pembagian arus tegangan, dimana pembagian arus yang akan mengalir terhadap kipas untuk mendinginkan perangkat *heater* sudah ditentukan. Pembagian tegangan ditentukan dari beberapa *level* berdasarkan tingkat panas perangkat *heater*. Serta pada bagian terakhir hasil pengambilan nilai suhu dari thermocouple ditampilkan pada personal komputer yang dibuat menggunakan aplikasi *CX-Designer* pada mode simulasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan:

1. Bagaimana *Programmable Logic Controller* (PLC) dapat mengontrol semua perangkat masukan dan keluaran yang terhubung dengan PLC.
2. Apakah modul miniatur peralatan produksi yang dibuat mampu bekerja dengan baik sesuai dengan program yang telah dibuat.
3. Apakah elemen (pemanas) dan kipas (pendingin) dapat dikombinasi dengan baik sebagai tolak ukur keberhasilan pengaturan suhu.

1.3 Batasan Masalah

- 1 Sensor suhu menggunakan *Thermocouple* tipe K.
- 2 Jangkauan suhu yang dapat diukur adalah -200°C- 1250 °C.
- 3 Aplikasi pemrograman PLC menggunakan *CX-Programmer* dan *CX-Designer*.
- 4 Pemrograman menggunakan *ladder diagram*.
- 5 Peralatan PLC yang digunakan adalah pabrikan Omron CJ2H.
- 6 Tanpa menggunakan perangkat HMI (*Human Machine Interface*).
- 7 Menggunakan *Temperature Control Unit* tipe CJ1W-TC001.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat modul peraga kontrol temperature yang dikendalikan oleh *Programmable Logic Controller* (PLC) Omron tipe CJ2H.
2. Sebagai simulasi miniatur kontrol mesin pada dunia industri.
3. Dapat menentukan nilai kombinasi data suhu dan kecepatan kipasyang tepat.

1.5 Sistematika Penulisan

Pembahasan Tugas Akhir ini secara Garis besar tersusun dari 5 (lima) bab, yaitu diuraikan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Pada Bab ini akan dibahas teori penunjang dari permasalahan, yaitu membahas mengenai PLC Omron CJ2H, *Analog Input Module*, Sensor Thermocouple, *Temperature Control Unit*, Metode Pembagian tegangan, Motor DC, Motor *Driver* DC, Personal Komputer, Pemrograman PLC, Aplikasi *CX-Programmer* dan *CX-Designer*.

3. BAB III METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada Bab ini akan dibahas tentang block diagram sistem serta metode yang dilakukan dalam mewujudkan pembuatan alat dan membahas tentang metode yang digunakan pada Tugas Akhir ini. Serta membahas konfigurasi perangkat yang digunakan, *Temperature Control Unit*, penentuan *address* perangkat *input output* PLC yang digunakan.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini akan dibahas mengenai sistematika perancangan alat sekaligus percobaan dari alat yang telah dibuat. Selain itu juga akan menguji program yang telah dibuat apakah dapat sesuai seperti yang diharapkan. Kemudian hasil kombinasi antara alat dan program akan

dianalisa kemampuannya dalam menerapkan kontrol *temperature* sesuai yang diharapkan.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian berdasarkan rumusan masalah serta saran untuk perkembangan penelitian selanjutnya.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Programmable Logic Controller Unit*

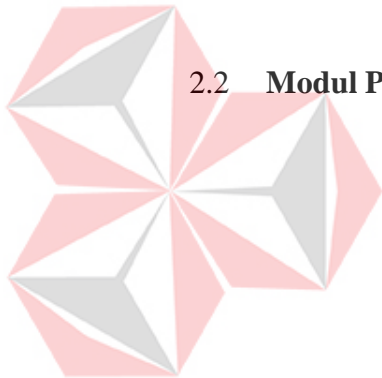
Programmable Logic Controllers (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam. Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.

Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut :

1. *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, *AND*, *OR*, dan lain sebagainya.
3. *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan. PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian *relay* sekuensial dalam suatu sistem kontrol. Selain

dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan software yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan input-input yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-ON atau meng-OFF kan output-output. Nilai 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki output banyak.

2.2 Modul PLC Omron CJ2H CPU64



Sumber : www.ia.omron.com

Gambar 2.1. PLC Omron CJ2H CPU64

Gambar diatas merupakan salah satu *programmable logic controller* Omron dengan type SYSMAC CJ-series CJ2H CPU64. Pada PLC dengan tipe CJ2H-CPU64 ini sudah di desain dengan bentuk yang kecil, dapat bekerja dengan cepat dan juga dapat digunakan fleksibel sesuai kebutuhan. *Programmable logic controller* type ini mewarisi serta meningkatkan tipe-tipe sebelumnya yaitu meningkatkan fitur yang ada pada tipe CJ1.

Tipe CJ2H CPU64 Unit ini merupakan pilihan terbaik untuk kontrol mesin dengan kecepatan tinggi dan berkapasitas tinggi.

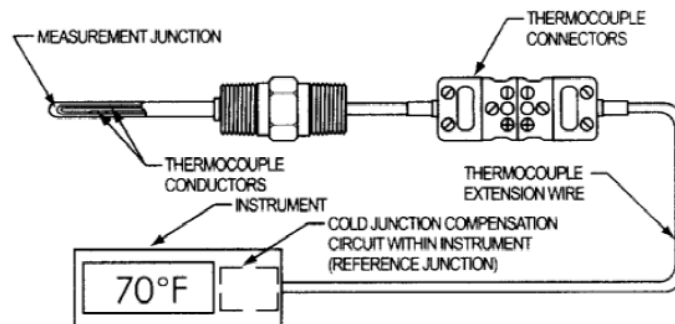
Berikut ini adalah beberapa fitur yang ada pada *Programmable logic controller* tipe CJ2H-CPU64 :

1. Mempunyai kapasitas simpan yang lebih pada memori program dan memori data.
2. Unggul dalam kinerja kontrol dengan kecepatan tinggi : *LOAD* mengeksekusi instruksi 16 ns, *SINE* instruksi 0,59 mikrodetik.
3. *Throughput* maksimum dengan kecepatan tinggi fungsi *interrupt*.
4. Mengefisienkan penelusuran melalui cara sangat meningkatkan pelacakan data.
5. Sistem Aman dari kesalahan memori yang dibawa oleh Fungsi Memori *Self-restoration*.
6. Gerak kontrol yang semakin maju namun dengan biaya yang lebih rendah : *Synchronous Unit Operation*.
7. Peningkatan kecepatan I/O throughput dengan menyegarkan instruksi-instruksi dengan segera dengan cara *direct processing*.

2.3 *Sensor Thermocouple*

Suhu didefinisikan sebagai jumlah dari energi panas dari sebuah objek atau sistem. Perubahan suhu dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap proses ataupun material pada tingkatan molekul (Wilson, 2005). Sensor suhu adalah *device* yang dapat melakukan deteksi pada perubahan suhu berdasarkan pada parameter-parameter fisik seperti hambatan, ataupun perubahan *voltage* (Wilson, 2005). Salah satu jenis sensor suhu yang banyak digunakan

sebagai sensor suhu pada suhu tinggi adalah termokopel seperti pada Gambar dibawah ini :



Gambar 2.2. Sensor Suhu *Thermocouple*

Termokopel merupakan jenis logam yang berbeda disatukan salah satu ujungnya dan ujung tersebut dipanaskan maka akan timbul beda potensial pada ujung-ujung yang lain, hal ini diakibatkan oleh kecepatan gerak *elektron* dari dua material yang berbeda daya hantar panas sehingga mengakibatkan beda potensial. Dalam perancangan serta penggolongan dari termokopel sendiri sudah diatur oleh *Instrument Society of America (ISA)*.

Termokopel dibangun berdasarkan Asas Seeback dimana bila dua jenis logam yang berlainan disambungkan ini akan menjadi rangkaian tertutup sehingga perbedaan *temperature* pada sambungan akan menimbulkan beda potensial listrik pada kedua logam tersebut, selanjutnya akan dibaca oleh alat ukur temperatur (Fraden, 2003).

2.4 *Temperature Control Unit TC001*

Perangkat berikut adalah perangkat *CJ1W-TC Temperature Control Unit* yang mampu mengatur serta mengolah data masukan dari sensor suhu *Thermocouple* atau resistensi *thermometer* secara langsung. Perangkat ini mampu

melakukan kontrol PID dengan 2 degrees kebebasan dan keluaran kolektor terbuka.



Gambar 2.3. *Temperature Control Unit TC001*

Berikut adalah fitur-fitur yang dimiliki oleh CJ1W-TC :

1. Adanya sistem PID *control* dengan 2 atau 4 *loop control* atau *On/Off control*
2. Dapat mengolah langsung masukan dari 7 tipe thermocouple atau resistansi thermometer.
3. 500ms waktu yang dibutuhkan untuk siklus pengambilan sampel data.
4. *Run/Stop control* dari *CPU Unit*.
5. Unrestricted CPU Unit cycle time.
6. Mendeteksi apabila perangkat masukan terlalu panas.
7. Adanya fungsi *Auto-tuning (AT)*.

2.5 Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan

kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.

Bagian Atau Komponen Utama Motor DC Kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Current Elektromagnet atau Dinamo. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban.

Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.

Commutator. Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.



Gambar 2.4. Komponen motor DC

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya.

Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur :

- Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan

- Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan dinamo ditunjukkan dalam persamaan berikut:

Gaya Elektromagnetik (E)

$$E = K\Phi N$$

Torque (T) :

$$T = K\Phi I_a$$

Dimana :

E = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal dinamo (volt)

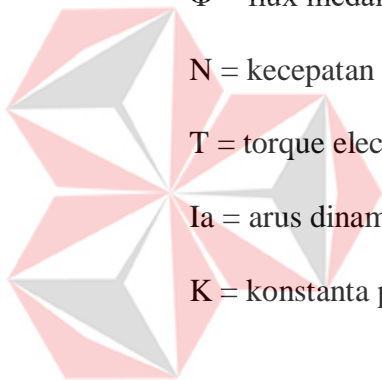
Φ = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan

N = kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

T = torque elektromagnetik

I_a = arus dinamo

K = konstanta persamaan



UNIVERSITAS
Dinamika

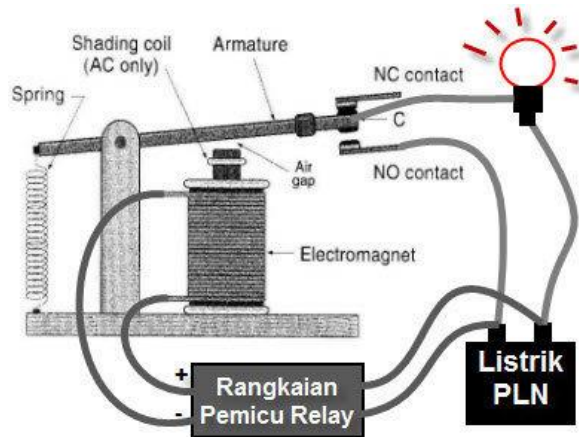
2.6 Relay

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

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

listrik. Sebaliknya, sifat kemagnetannya akan hilang jika suplai arus listrik ke lilitan diputuskan.

Sumber : www.elangsakti.com



Gambar 2.5. Rangkaian Dasar *Relay*

Berikut ini penjelasan dari gambar di atas:

- **Amarture**, merupakan tuas logam yang bisa naik turun. Tuas akan turun jika tertarik oleh magnet ferromagnetik (elektromagnetik) dan akan kembali naik jika sifat kemagnetan ferromagnetik sudah hilang.
- **Spring**, pegas (atau per) berfungsi sebagai penarik tuas. Ketika sifat kemagnetan ferromagnetik hilang, maka spring berfungsi untuk menarik tuas ke atas.
- **Shading Coil**, ini untuk pengaman arus AC dari listrik PLN yang tersambung dari C (Contact).
- **NC Contact**, NC singkatan dari **Normally Close**. Kontak yang secara default terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi OFF.
- **NO Contact**, NO singkatan dari **Normally Open**. Kontak yang akan terhubung dengan kontak sumber (kontak inti, C) ketika posisi ON.

- **Electromagnet**, kabel lilitan yang membelit logam ferromagnetik. Berfungsi sebagai magnet buatan yang sifatnya sementara. Menjadi logam magnet ketika lilitan dialiri arus listrik, dan menjadi logam biasa ketika arus listrik diputus.
- **Aplikasi Rangkaian Pemicu Relay**, ini adalah rangkaian / alat yang akan memicu *relay* untuk menjadi ON ketika sesuai situasi / kondisi tertentu. Rangkaian pemicu ini biasanya memiliki sensor atau rangkaian timer (memanfaatkan '*time delay*'). Rangkaian yang menggunakan sensor misalnya sensor suhu, sensor air, sensor cahaya, sensor arus, dll. Sedangkan rangkain timer misalnya timer pada mesin cuci, timer tv, dll.

Sebenarnya *aplikasi relay* banyak sekali. Dari mobil-mobilan, kulkas, lampu sein motor dan mobil, pompa air otomatis, hingga peralatan pada pesawat terbang. Dari relay yang jenisnya kecil hingga yang mempunyai daya besar. **Dari relai DC 5 volt, 12 volt hingga yang bervoltase tinggi.** Keuntungan kita dalam menggunakan relay:

1. Kita bisa membuat rangkaian otomatis penyambung/pemutus (*switch*) tegangan AC dan DC
2. Relay bisa digunakan pada switch tegangan tinggi
3. Relay juga menjadi solusi pada *switch* dengan arus yang besar
4. Bisa melakukan *swith* pada banyak kontak dalam waktu yang bersamaan.

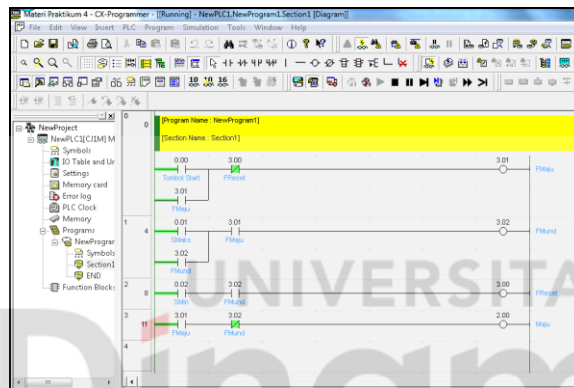
2.7 Personal Komputer

Berkaitan dengan arsitekturnya yang bersifat *general purpose* dan sistem operasinya yang standar, umumnya vendor-vendor PLC menyertakan perangkat

lunak PC untuk mengimplementasikan pemasangan program ladder, pengeditan, dokumentasi dan program *monitoring real time* PLC.



Gambar 2.6. PC Sebagai perangkat pemrograman PLC



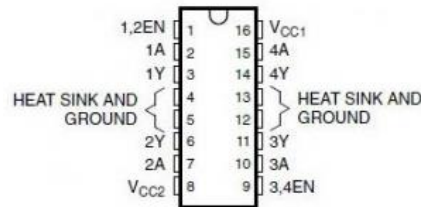
Gambar 2.7. CX-Programmer dilengkapi dengan simulasi program

Dewasa ini, telah banyak perangkat lunak tersebut dilengkapi simulasi dengan simbol-simbol perangkat masukan dan keluaran secara visual.

2.8 Driver Motor DC L293D

IC L293D adalah IC yang didesain khusus sebagai driver motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL maupun mikrokontroler. Motor DC yang dikontrol dengan driver IC L293D dapat dihubungkan ke ground maupun ke sumber tegangan positif karena di dalam driver L293D sistem driver yang digunakan adalah totem pool. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan

arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver H-bridge untuk 2 buah motor DC. Konstruksi pin driver motor DC IC L293D adalah sebagai berikut.



Gambar 2.8. Konfigurasi Pin *Driver* Motor DC IC L293D

Fungsi Pin Driver Motor DC IC L293D Pin EN (Enable, EN1.2, EN3.4) berfungsi untuk mengijinkan driver menerima perintah untuk menggerakan motor DC. Pin In (Input, 1A, 2A, 3A, 4A) adalah pin input sinyal kendali motor DC Pin Out (Output, 1Y, 2Y, 3Y, 4Y) adalah jalur output masing-masing driver yang dihubungkan ke motor DC Pin VCC (VCC1, VCC2) adalah jalur input tegangan sumber driver motor DC, dimana VCC1 adalah jalur input sumber tegangan rangkaian kontrol dirver dan VCC2 adalah jalur input sumber tegangan untuk motor DC yang dikendalikan. Pin GND (Ground) adalah jalu yang harus dihubungkan ke ground, pin GND ini ada 4 buah yang berdekatan dan dapat dihubungkan ke sebuah pendingin kecil.

2.9 Pemrograman PLC

PLC kontroler dapat memprogram melalui komputer (cara biasa), tetapi juga melalui programmer manual (konsol). Ini praktis berarti bahwa setiap kontroler PLC dapat diprogram melalui komputer jika Anda memiliki perangkat lunak yang diperlukan untuk pemrograman. Hari ini komputer transmisi yang ideal untuk pemrograman ulang kontroler PLC di pabrik itu sendiri. Ini sangat

penting untuk industri. Setelah sistem tersebut diperbaiki, juga penting untuk membaca program yang tepat menjadi PLC lagi. Hal ini juga baik untuk memeriksa dari waktu ke waktu apakah program dalam PLC tidak berubah. Hal ini membantu untuk menghindari situasi yang berbahaya di kamar pabrik (beberapa mobil telah membentuk jaringan komunikasi yang teratur memeriksa program di PLC controller untuk memastikan eksekusi hanya program yang baik).

Hampir setiap program untuk pemrograman controller PLC memiliki berbagai pilihan yang berguna seperti: dipaksa beralih dan mematikan dari input sistem / outputs (I/O baris), Program menindaklanjuti secara real time serta mendokumentasikan diagram. Mendokumentasikan ini diperlukan untuk memahami dan menentukan kegagalan dan kerusakan. Programmer dapat menambahkan komentar, nama input atau output perangkat, dan komentar yang dapat berguna ketika menemukan kesalahan, atau dengan pemeliharaan sistem. Menambahkan komentar dan pernyataan memungkinkan teknisi apapun (dan bukan hanya orang yang mengembangkan sistem) untuk memahami sebuah diagram tangga segera. Komentar dan komentar bahkan dapat mengutip nomor tepat bagian jika pengganti akan diperlukan. Hal ini akan mempercepat perbaikan dari masalah yang muncul karena bagian yang buruk. Cara lama adalah seperti bahwa seseorang yang mengembangkan sistem memiliki perlindungan pada program, sehingga tak seorang pun selain dari orang ini bisa memahami bagaimana hal itu dilakukan. Benar didokumentasikan diagram tangga memungkinkan teknisi apapun untuk memahami secara menyeluruh bagaimana fungsi sistem.

Simbol-simbol Ladder Diagram

1. Load / LD = Start pada NO (*Normally Open*) input



2. Load Not / LD NOT = Start pada NC (*Normally Close*) input



3. AND = menghubungkan dua atau lebih input dalam bentuk NO secara seri



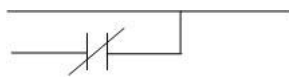
4. AND NOT = menghubungkan dua atau lebih input dalam bentuk NC



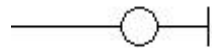
5. OR = menghubungkan dua atau lebih input dalam bentuk NO secara paralel



6. OR NOT = menghubungkan dua atau lebih input dalam bentuk NC secara paralel



7. OUTPUT / OUT = menyalakan output



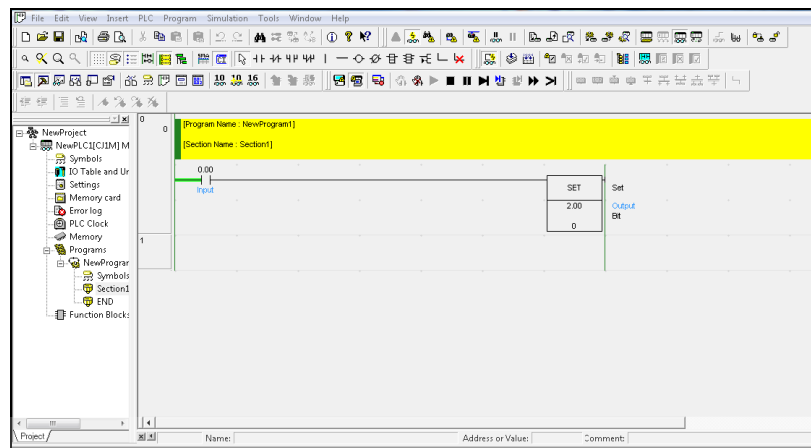
8. END = mengakhiri program

2.10 CX-Programmer

CX-Programmer merupakan *software* yang berfungsi untuk menulis, *mengompile*, dan *mentransfer* program PLC. Program ini juga dapat digunakan untuk memonitor sistem yang sedang berjalan dengan fasilitas Online

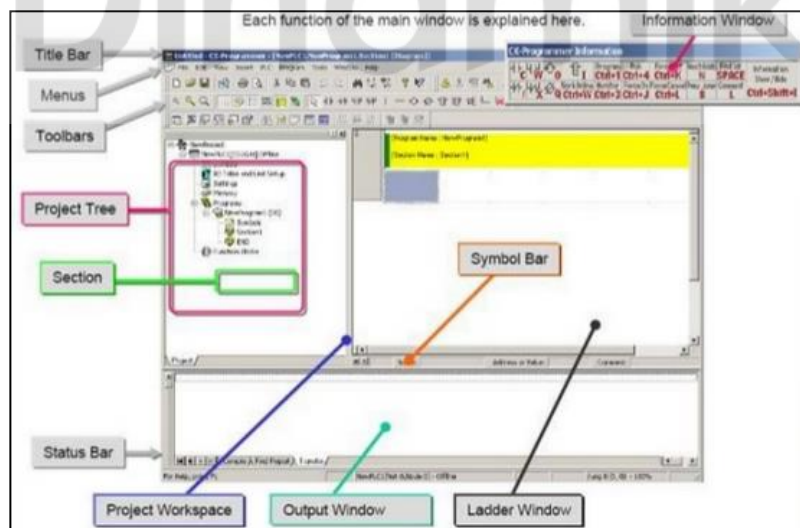
Display. Kemudian juga terdapat fitur offline mode yaitu digunakan untuk mengecek program yang sudah dibuat namun dalam mode *offline* atau tidak tersambung dengan PLC.

Tampilan Utama *CX-Programmer* :



Gambar 2.9.Tampilan Utama Software *CX-Programmer*

Berikut ini adalah gambar pembagian menu-menu yang ada pada software *CX-Programmer* ini, berikut pembagiannya :



Gambar 2.10.Pembagian menu-menu Software *CX-Programmer*

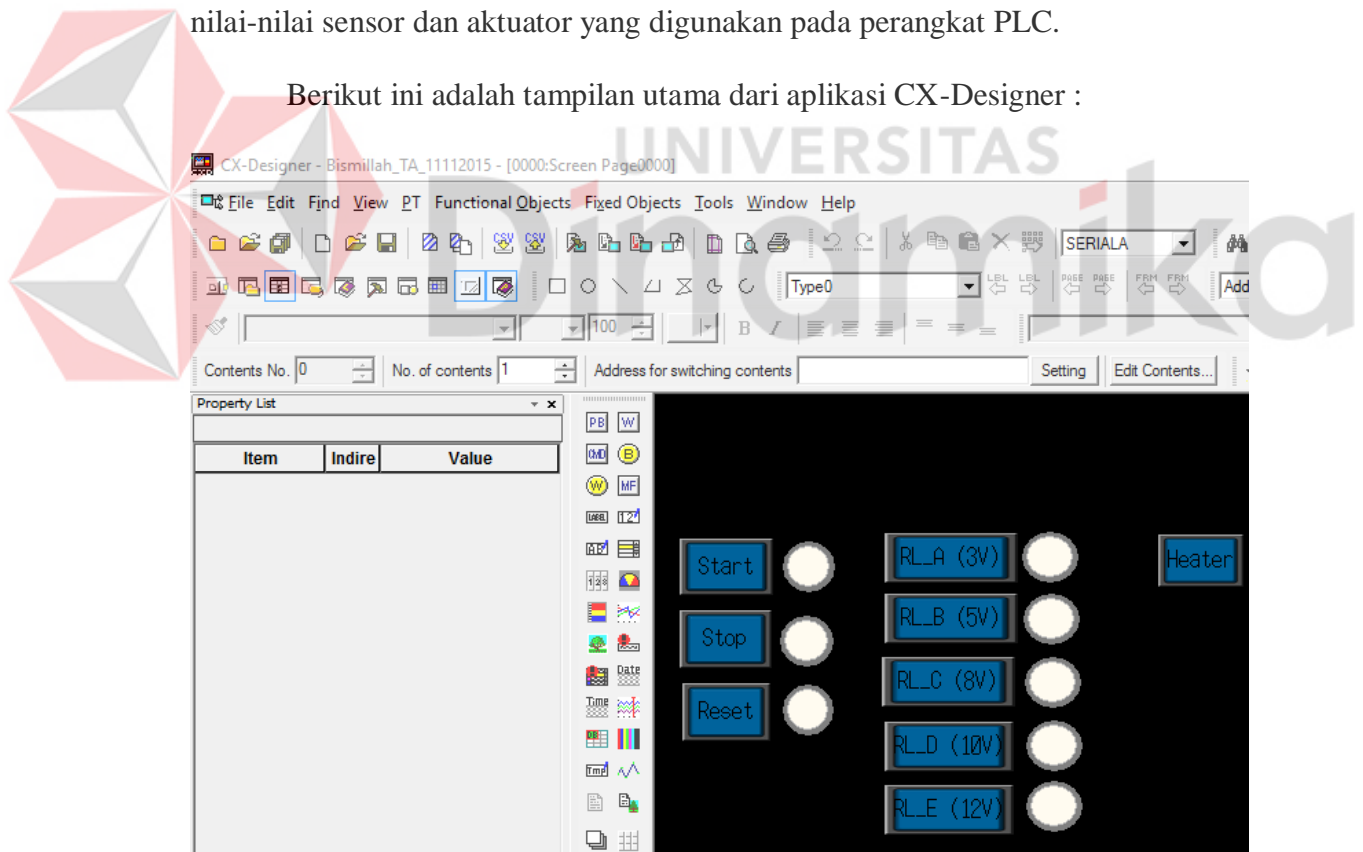
Pada gambar 2.10 sudah di peta-petakan mengenai pembagian bagian yang ada pada software *CX-Programmer*. Pembagian yang ada sudah sangat membantu dalam menggunakan software ini.

Software ini keluaran resmi dari pabrikan Omron Corporation, selain itu juga terintegrasi dengan software-software omron yang lain seperti *software CX-Designer, CX-Supervisor* dan lain lain. Maksud dari integrasi tersebut adalah untuk memudahkan pengguna dalam mewujudkan sistem yang akan dibuat.

2.11 CX-Designer

CX- Designer adalah salah satu aplikasi dari Omron yang berfungsi untuk menghubungkan manusia dengan perangkat PLC atau biasa dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*). Aplikasi ini juga bisa digunakan sebagai pemantau nilai-nilai sensor dan aktuator yang digunakan pada perangkat PLC.

Berikut ini adalah tampilan utama dari aplikasi CX-Designer :



Gambar 2.11.Tampilan utama aplikasi CX-Designer

BAB III

METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 *Metode Penelitian*

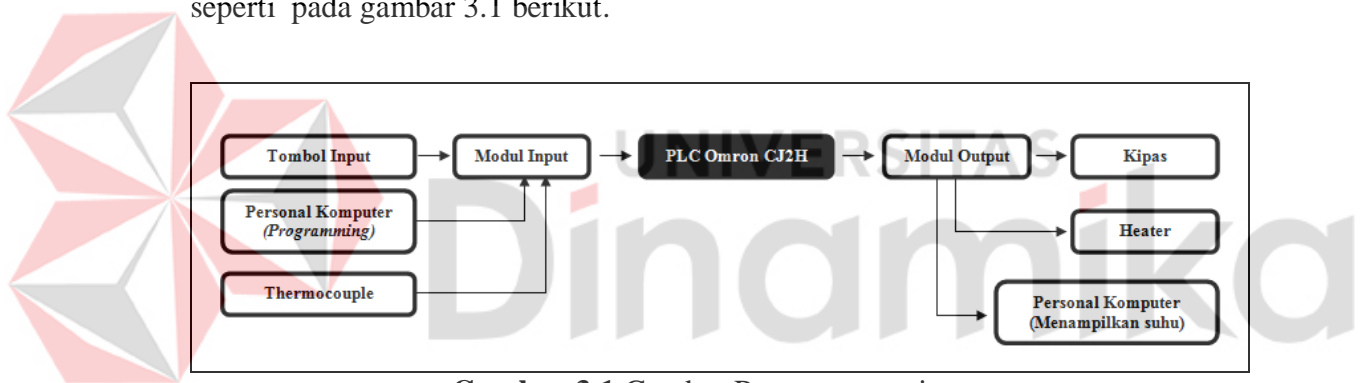
Dalam sistem perancangan ini awal mula program dibuat pada personal komputer, program yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman *ladder diagram*. Kemudian program dikirimkan pada *Programmable Logic Controller* (PLC) yang berfungsi untuk menyelaraskan perangkat input dan perangkat output agar perangkat input dapat dipantau PLC dan perangkat output dapat dikendalikan oleh PLC. Setelah program dikirimkan, maka PLC akan mengenali alamat-alamat perangkat masukan dan keluaran yang dikendalikan. Kemudian PLC menunggu masukan dari perangkat input (tombol *start*) untuk memulai aktifitas modul kontrol ini.

Setelah tombol *start* ditekan PLC akan mengaktifkan aktuator elemen pemanas, elemen pemanas ini berada didekat sensor panas thermocouple yang akan mendeteksi berapa tingkat panas yang diberikan oleh elemen pemanas tersebut. Ketika suhu yang terjadi sudah berada diatas batas normal maka motor kipas yang berfungsi sebagai pendingin elemen pemanas akan bekerja sekaligus PLC mengatur agar elemen pemanas tidak mengeluarkan panas. Apabila sensor suhu sudah mendeteksi keadaan suhu normal maka kipas akan mati dan elemen pemanas akan bekerja dengan keluaran yang normal kembali, dan begitu seterusnya.

Pengaturan kombinasi antara elemen pemanas dan kecepatan motor kipas inilah yang akan menerapkan metode pembagian arus tegangan, dimana pembagian arus yang akan mengalir terhadap kipas untuk mendinginkan perangkat *heaters* sudah ditentukan. Pembagian arus sudah ditentukan dari beberapa *level* dari tingkat panas perangkat *heater*. Serta pada bagian terakhir hasil pengambilan nilai suhu dari *thermocouple* ditampilkan pada personal komputer yang dibuat menggunakan aplikasi CX-Designer.

3.2 Model Perancangan

Pada perancangan ini penulis menggambarkan perancangan sistemnya seperti pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Gambar Perancangan sistem

Dari Gambar 3.1 didapatkan bahwa setiap bagian memiliki tugas berbeda-beda seperti berikut:

a) Modul Input

Modul input ini merupakan modul yang bertanggungjawab untuk menyelaraskan antara perangkat masukan dengan modul utama pengontrolan yaitu perangkat *Programmable logic controller* tipe CJ2H. Pada bagian ini terdapat 3 buah perangkat input utama, yaitu tombol-tombol input yang terdiri dari tombol *start, stop* dan *reset*. Setelah itu

terdapat perangkat personal komputer yang digunakan untuk memantau program yang sedang dijalankan serta untuk membuat program yang akan dikirimkan pada perangkat PLC. Kemudian terdapat sensor *thermocouple* yang berfungsi untuk mengukur tingkat panas dari *heater*, selain itu nilai yang didapat dari *thermocouple* digunakan untuk *setpoint* metode variasi tegangan yang diterapkan.

b) *Programmable Logic Controller*

Pada bagian ini PLC berfungsi sebagai pengontrol utama yaitu sebagai pengolah program yang dimasukkan pada memori *programmable logic controller*. Selain itu PLC juga bertugas untuk mengolah dari perangkat masukan serta mengendalikan semua perangkat keluaran atau perangkat *output*.

c) Modul Output

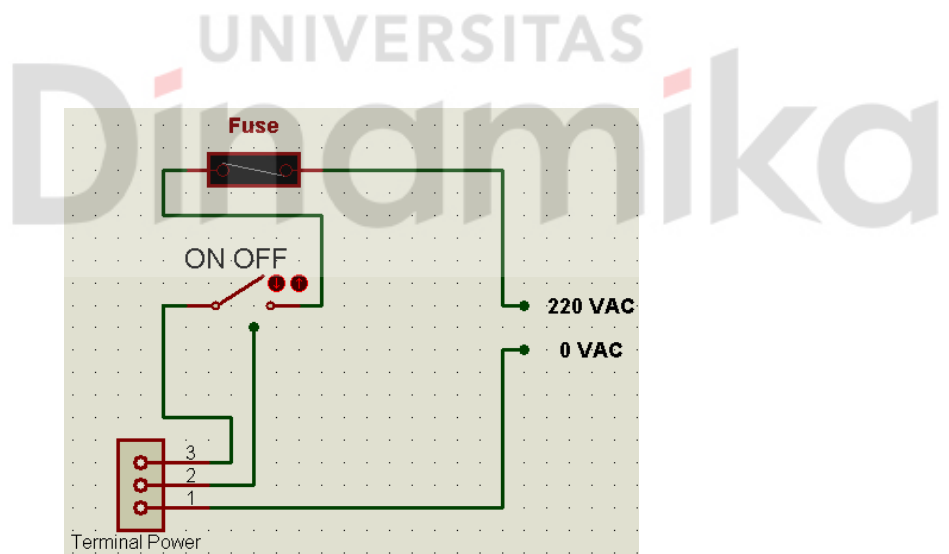
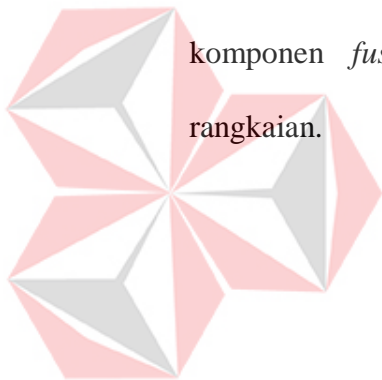
Bagian modul output ini merupakan bagian yang mengatur hubungan antara perangkat utama *programmable logic controller* dengan perangkat-perangkat *output* yang ada. Perangkat yang terhubung dengan modul output diantaranya adalah motor yang berfungsi sebagai kipas (pendingin *heater*), *heater* yang keadaanya dibaca oleh *thermocouple*. Serta terdapat personal komputer yang berfungsi sebagai penampil nilai dari suhu yang diukur dari *heater*.

3.3 Perancangan perangkat keras

3.3.1 Perancangan rangkaian *Power*

Dalam rangkaian elektronika salah satu hal yang paling penting adalah sumber tegangan, dimana sumber tegangan inilah nantinya yang akan memberikan tegangan sehingga perangkat-perangkat elektronika dapat bekerja. Perancangan sumber tegangan pada pengerjaan proyek tugas akhir ini menggunakan sumber tegangan AC dan DC. Hal yang dilakukan untuk mengubah VAC ke VDC adalah dengan menambahkan perangkat konverter AC to DC. Pada tegangan DC yang digunakan adalah tegangan 24V, 12V dan 5V yang digunakan untuk beberapa perangkat yang memerlukan besar tegangan tertentu.

Gambar dibawah ini merupakan rangkaian sumber tegangan utama yang terhubung dengan AC in pada terminal *power* yang dilengkapi juga dengan komponen *fuse* difungsikan sebagai pengaman apabila terjadi kesalahan rangkaian.



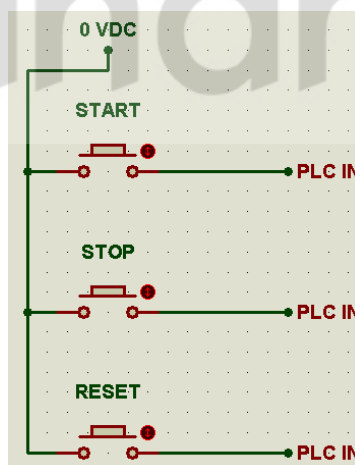
Gambar 3.2 Rangkaian sumber tegangan utama

3.3.2 Perancangan Tombol Masukkan Utama

Pada bagian ini merupakan bagian masukkan pada *Programmable logic controller*. Untuk memulai eksekusi program, menghentikan eksekusi program dan mengembalikan eksekusi program ke keadaan awal merupakan tujuan adanya tombol masukkan ini. Dalam penggunaannya data dari 3 buah *switch* ini akan terhubung pada alamat *input* PLC (PLC IN) sehingga datanya dapat dikombinasikan dengan program yang dibuat.

Gambar dibawah ini adalah rangkaian 3 buah *switch* yang dijadikan masukkan untuk PLC. Aliran tegangan yang digunakan adalah tegangan VDC karena perangkat PLC Omron ini alamatnya dalam keadaan *pull up* sehingga untuk mengaktifkan alamat harus menggunakan tegangan *down* atau sering disebut *aktif low*.

Berikut ini adalah rangkaian tombol masukkan ke alamat *programmable logic controller* :

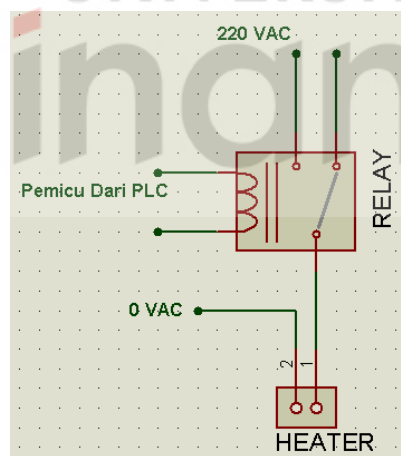
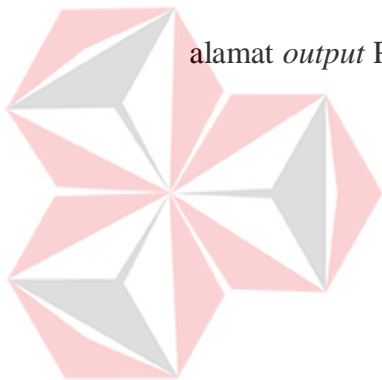


Gambar 3.3 Rangkaian Tombol Masukkan

3.3.3 Perancangan Rangkaian *Heater*

Pada perancangan proyek tugas akhir ini untuk menghasilkan panas menggunakan peralatan Elemen *Heater* AC dimana peralatan ini difungsikan menjadi miniatur atau permissalan dari mesin produksi yang mengalami panas. Dalam proses mengaktifkan elemen *heater* ini adalah dengan cara menggunakan *relay* sebagai *switch* elektronik yang mengaktifkan *heater* ini, apabila tegangan pemicu dari PLC sudah masuk pada *relay* maka *heater* yang semulanya mati akan aktif karena sudah tersambung dengan 220 VAC.

Pemicu dari PLC tersebut akan aktif apabila pembacaan sensor *thermocouple* sudah berada pada suhu batas minimal maka *heater* akan aktif. Berikut ini adalah rangkaian *heater* dengan *relay* yang dihubungkan dengan alamat *output* PLC :



Gambar 3.4 Hubungan rangkaian *heater* dan *relay*

Sementara itu bentuk fisik dari *heater* dan *relay* ditunjukkan pada gambar 3.5 berikut ini :

Sumber : www.solarbotics.com



Gambar 3.5 Heater dan Relay

3.3.4 Perancangan Rangkaian *Thermocouple*

Salah satu komponen yang tidak kalah penting dalam proyek tugas akhir ini adalah modul TC001 *Temperature Control Unit* atau modul pengolah suhu. Perangkat inilah yang akan mengolah data masukan dari sensor suhu *thermocouple*. Pada perangkat TC001 ini mempunyai 4 *loop*, maksudnya yaitu dapat mengolah 4 masukan dan juga 4 keluaran.

Penyambungan antara sensor suhu *thermocouple* dengan modul pengolah suhu TC001 adalah dengan menyambungkan pada *input 1+* dan *input 1-*, sedangkan *output*-nya disambungkan pada *output 1*.

Input 2 -	B1	A1	Input 1 -
Input 2 +	B2	A2	Input 1 +
Cold-junction comp.	B3	A3	N.C.
Cold-junction comp.	B4	A4	N.C.
Input 4 -	B5	A5	Input 3 -
Input 4 +	B6	A6	Input 3 +
Output 2	B7	A7	Output 1
Output 4	B8	A8	Output 3
0 V COM (-)	B9	A9	24 V

Gambar 3.6 Alamat *Input Output* Modul TC001

Berikut ini adalah bentuk fisik dari *thermocouple* tipe k dan TC001 :

Sumber : www.solarbotics.com



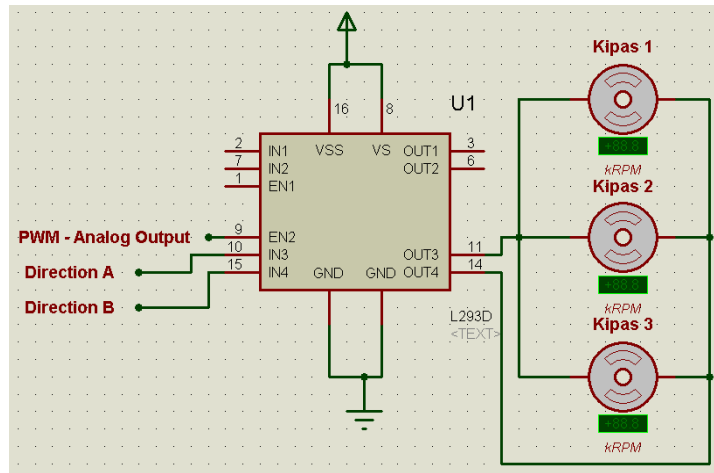
Gambar 3.7 Bentuk Fisik *Thermocouple* Dan Modul TC001

3.4.5 Perancangan Rangkaian Kipas

Penggunaan kipas pada proyek tugas akhir ini difungsikan sebagai pembantu proses pendinginan mesin produksi yang dalam hal ini disimulasikan menggunakan *heater*. Jumlah kipas yang digunakan sebanyak 3 buah kipas dan dirangkai paralel sehingga kecepatan kipas yang satu dengan kipas yang lain adalah sama.

Kecepatan kipas 12V ini dapat dikendalikan menggunakan *motor driver* DC L293D sehingga kecepatan berputar kipas dapat disesuaikan dengan tingkat suhu yang terjadi pada *heater* yang difungsikan sebagai simulasi mesin produksi yang dapat mengalami panas. Pada bagian inilah pembagian kecepatan kipas akan diterapkan agar mendapatkan kombinasi yang paling baik sehingga mampu mengembalikan kondisi *heater* dengan waktu secepat mungkin dan dengan daya seminimum mungkin.

Berikut ini adalah rangkaian kipas dan *motor driver* yang digunakan pada proyek tugas akhir ini :



Gambar 3.8 Rangkaian kipas dan *motor driver*

Sementara itu bentuk fisik dari kipas dan *motor driver* ditunjukkan pada gambar

3.10 berikut ini :

Sumber : www.solarbotics.com

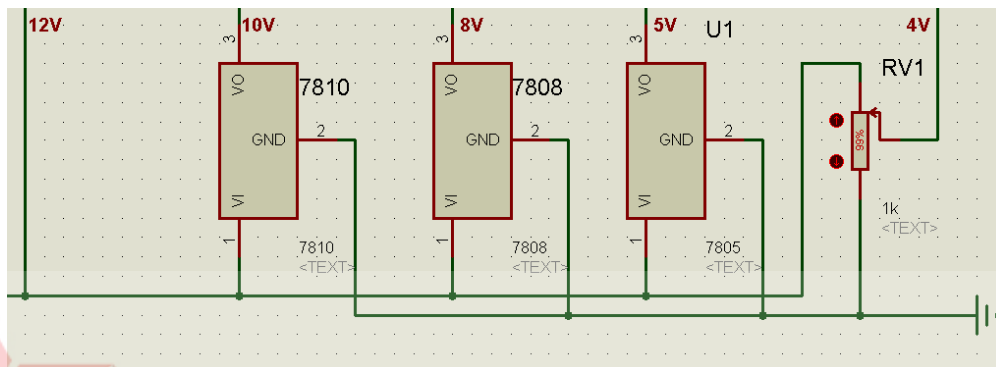


Gambar 3.9 Bentuk fisik kipas dan *motor driver*

3.4.6 Perancangan Modul Penurun Tegangan

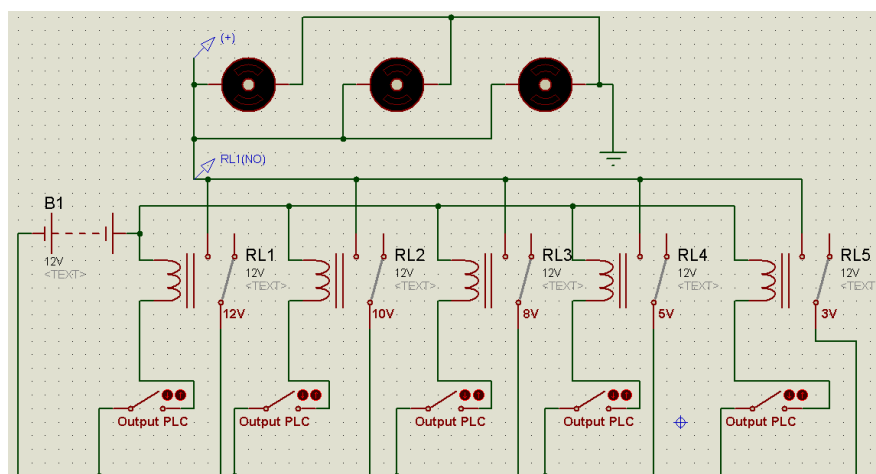
Perancangan ini merupakan perancangan yang akan menurunkan tegangan menjadi beberapa tegangan. Tegangan dibagi menjadi 5 macam tingkat tegangan mulai dari 12v, 10v, 8v, 5v, 4v dimana pembagian ini difungsikan sebagai tegangan untuk menyalakan kipas. Kipas akan bekerja sesuai data dari *thermocouple* atau sensor suhu.

Berikut ini adalah rangkaian penurun tegangan menjadi 5 macam tegangan :



Gambar 3.10. Penurun Tegangan

Setelah modul pembagi tegangan sudah selesai dirancang kemudian tegangan dialirkan melalui *relay* yang tersambung langsung ke motor kipas. Relay akan aktif ketika suhu berada pada range suhu tertentu dan akan mengalirkan pemicu tegangan sehingga kipas-pun akan berputar sesuai tagangan yang telah ditentukan sebelumnya. Berikut ini perancangan rangkaian *relay*-nya :



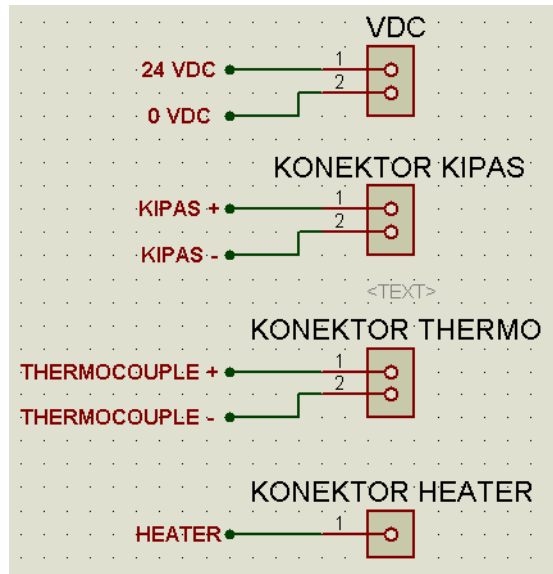
Gambar 3.11. Rangkaian *Relay* Penurun Tegangan

Output PLC merupakan kontak yang akan tersambung ke alamat output PLC dimana alamat output PLC ini akan aktif apabila data *thermocouple* sudah memenuhi *range* yang sudah ditentukan sebelumnya.

3.4.7 Pengalamatan *Input* dan *Output* PLC

Bagian ini merupakan perancangan terminal yang terhubung dengan alamat *input* atau *output programmable logic controller*. Terminal yang pertama adalah terminal yang menghubungkan antara sumber tegangan 24 VDC dengan modul yang dibuat sebagai sumber tegangan VDC. Kemudian yang kedua merupakan terminal yang menghubungkan analog *output* dengan kipas. Selanjutnya terdapat terminal yang menghubungkan *thermocouple* dengan alamat *input* pada PLC. Terminal yang terakhir yaitu terminal yang menghubungkan alamat *output* dengan *heater*.

Berikut ini adalah rangkaian terminal *input output* yang terhubung dengan modul yang digunakan pada proyek tugas akhir ini :



Gambar 3.12 Rangkaian Terminal *Input Output*



Berikut ini adalah bentuk fisik konektor yang terpasang pada modul dan juga kabel penghubung antara terminal konektor dengan alamat *input* atau *output* pada PLC.



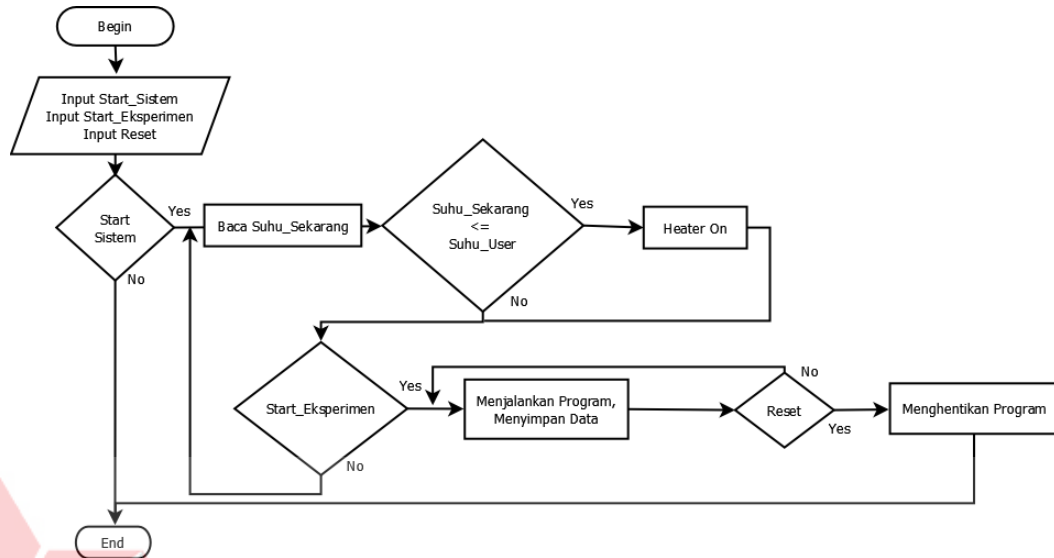
Gambar 3.13 Terminal Konektor Dan Kabel Penghubung

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Dari model perancangan sistem diatas, selain perancangan *hardware*, juga dibutuhkan perancangan perangkat lunak untuk menjalankan model perancangan sistem yang telah dibuat.

Perangkat lunak terdiri dari beberapa algoritma perancangan dari sistem yang ditangani oleh pengontrol. Antara lainnya sebagai berikut :

3.5.1 Algoritma Pembacaan Tombol Masukkan

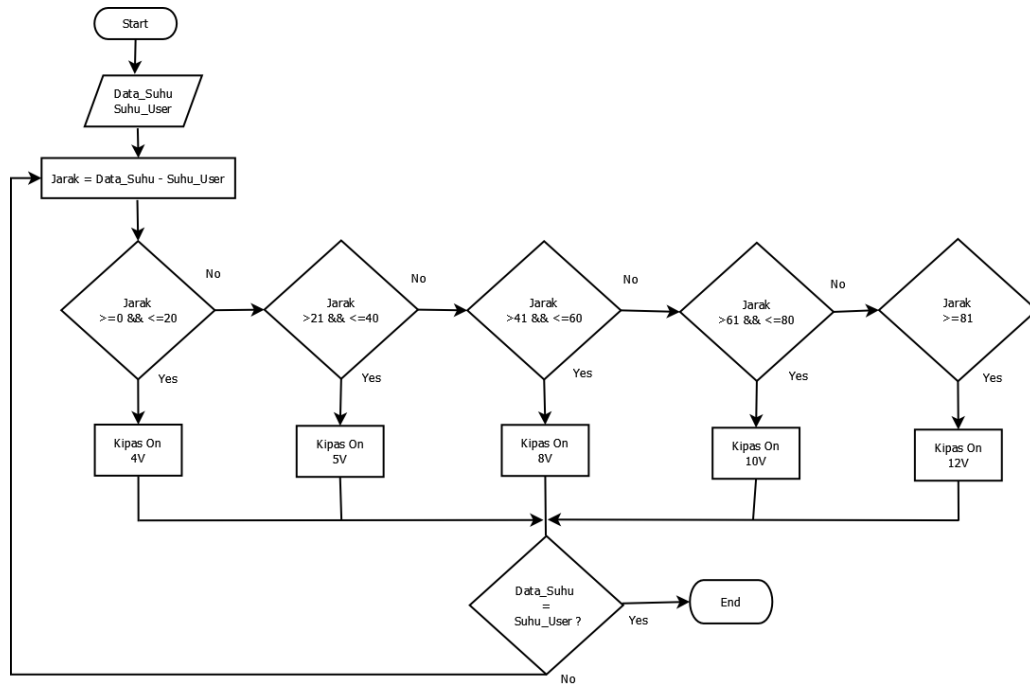


Gambar 3.14 Flowchart pembacaan tombol masukan

Pada perancangan tombol masukan ini terdapat tiga buah tombol utama. Tombol pertama adalah tombol *start* sistem yang difungsikan sebagai tombol untuk memulai jalannya program. Program yang dijalankan apabila *start* sistem ditekan adalah menyalakan *heater* atau pemanas apabila *input*-an suhu dari *user* masih diatas dari suhu sekarang, serta melakukan pembacaan suhu saat ini.

Tombol *Start* Eksperimen merupakan tombol yang berfungsi untuk menjalankan program dan melakukan penyimpanan data. Data yang disimpan merupakan data pembacaan suhu *thermocouple* ketika menuju suhu yang diinginkan *user*. penyimpanan dilakukan selama 5 menit atau sebanyak 300 data. Kemudian tombol *reset* berfungsi untuk menghentikan program dan mengembalikan proses ke step awal kembali.

3.5.2 Algoritma Kecepatan Kipas

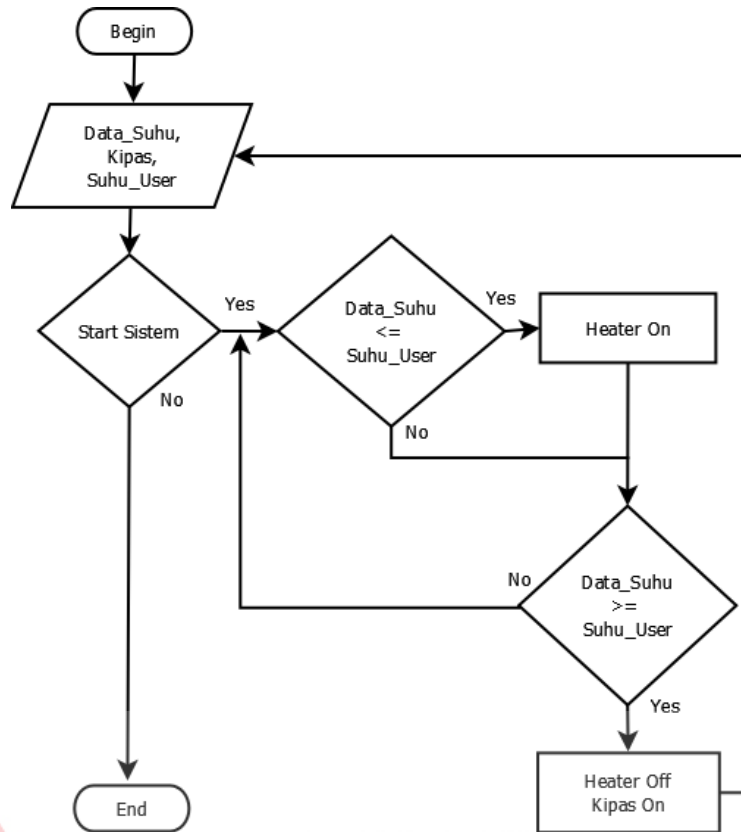


Gambar 3.15 Flowchart Penerapan Penurun Tegangan

Pada perancangan perangkat lunak bagian ini merupakan perancangan yang mengenai penurunan tegangan yang digunakan untuk memutar kipas. Penurunan tegangan dalam proyek pengerjaan tugas akhir ini tegangan dibagi menjadi 5 macam tegangan. Penurunan tegangan yang pertama adalah 12V, 10V, 8V, 5V dan 4V.

Pemilihan tegangan dapat dilakukan secara otomatis berdasarkan nilai jarak antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*. Ketika nilai jarak berada di *range* 0-20 maka *relay* A akan menyala dan mengalirkan tegangan 4V. Ketika jarak berada pada *range* 21-40 maka *relay* B akan menyala dan mengalirkan tegangan 5V, begitu seterusnya. Proses ini akan berhenti apabila suhu sudah sama dengan suhu yang diinginkan oleh *user*.

3.5.3 Algoritma Kombinasi Kipas dan Heater

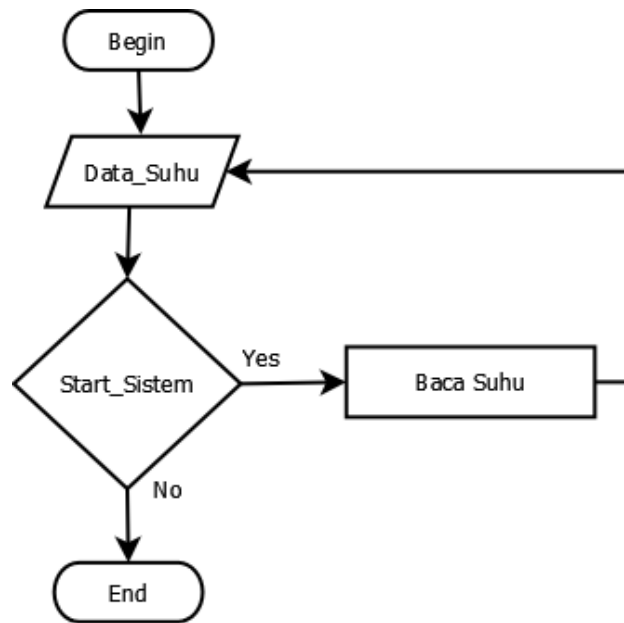


Gambar 3.16 Flowchart Kombinasi Kipas dan Heater

Penerapan kombinasi antara kipas dan heater yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah heater diaktifkan untuk mencapai suhu yang diinginkan oleh user apabila suhu sekarang (data_suhu) masih berada dibawah suhu yang diinginkan oleh user. Sistem ini akan berjalan apabila tombol start sistem sudah ditekan.

Apabila sensor suhu mendeteksi nilai data suhu berada dibawah suhu yang diinginkan oleh user maka heater akan dinyalakan untuk mendekati setpoint suhu yang diinginkan. Namun apabila sensor suhu mendeteksi data suhu sudah lebih dari suhu yang diinginkan oleh user, maka kipas akan dinyalakan untuk mendekati setpoint yang diinginkan.

3.5.4 Algoritma Pembacaan Sensor Thermocouple

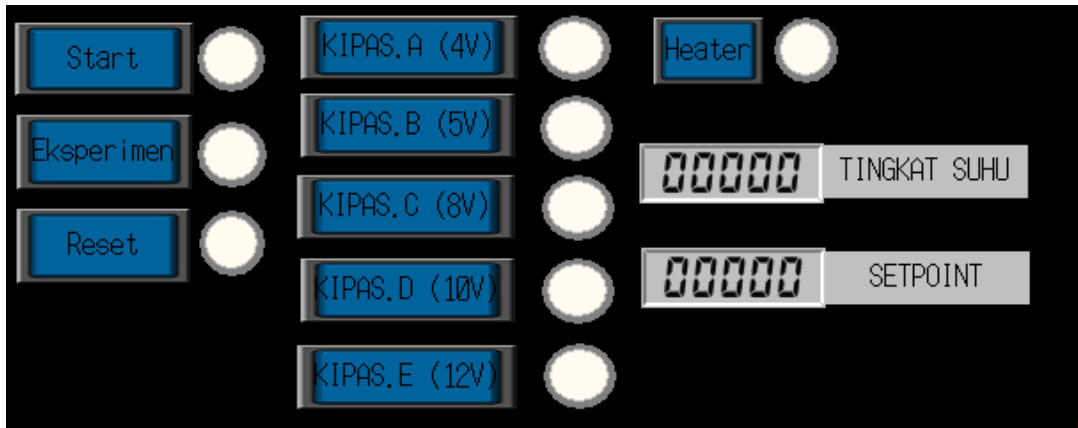


Gambar 3.17 *Flowchart Pembacaan Sensor Thermocouple*

Pengambilan nilai suhu pada pengerjaan proyek tugas akhir ini adalah menggunakan sensor suhu *thermocouple* tipe k. Sensor suhu *thermocouple* ini selalu memantau suhu yang berada di perangkat *heater*, karena suhu yang berada pada perangkat *heater* inilah yang dijadikan sebagai *setpoint* sistem. Pengambilan suhu *thermocouple* akan diolah oleh modul CJ1W-TC001 sebagai masukan.

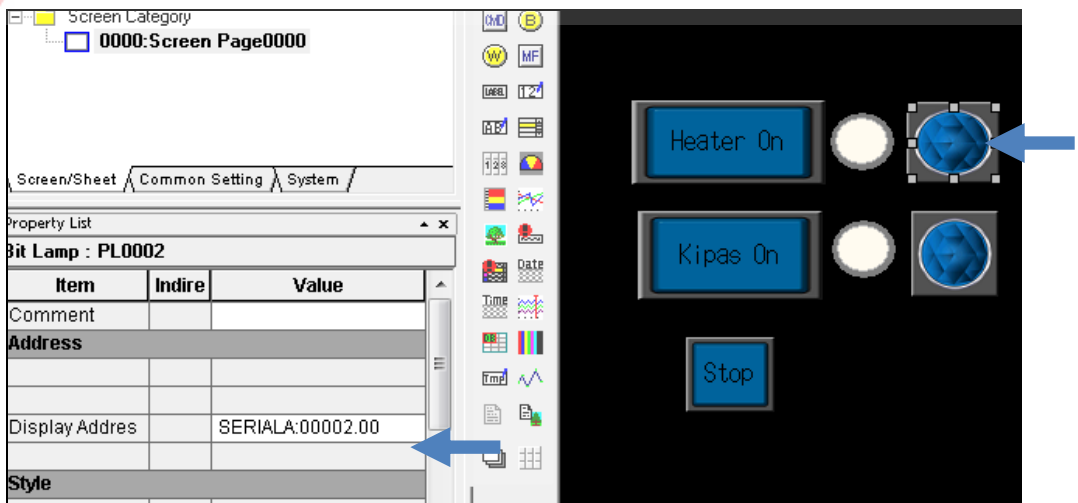
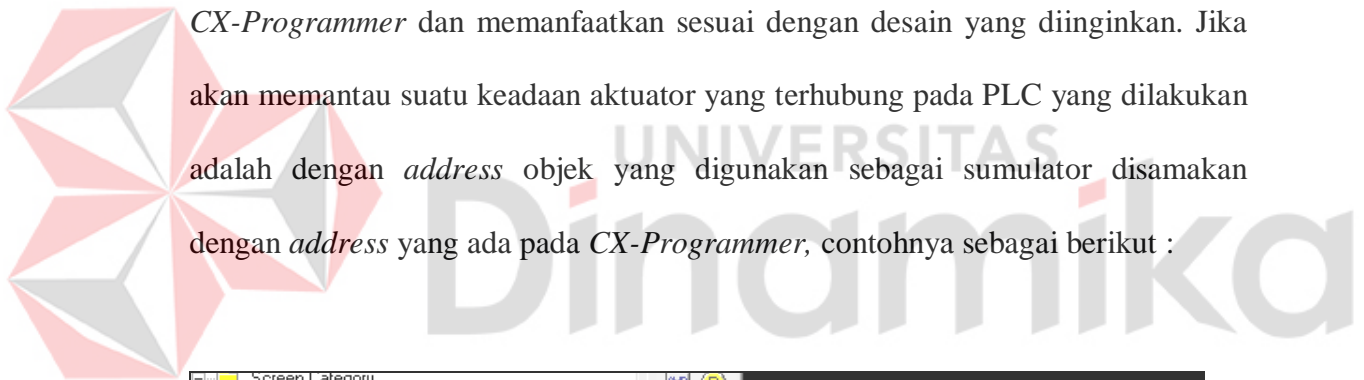
3.5.5 *CX-Designer*

Pada aplikasi *CX-Designer* ini adalah membuat aplikasi yang menampilkan kondisi suhu yang ditangkap oleh *thermocouple*. Sedangkan *thermocouple* sendiri dipengaruhi oleh panas dari elemen *heater*. Aplikasi yang dibuat ini merupakan sebagai indikator agar operator dapat mengetahui seperti apa tingkat suhu pada elemen *heater*.



Gambar 3.18 Desain Penampil Suhu Pada Heater

Dalam pembuatan aplikasi ini menggunakan *CX-Programmer* sama sekali tidak menggunakan bahasa pemrograman, namun hanya memanfaatkan *menu tool* pada *CX-Programmer* dan memanfaatkan sesuai dengan desain yang diinginkan. Jika akan memantau suatu keadaan aktuatur yang terhubung pada PLC yang dilakukan adalah dengan *address* objek yang digunakan sebagai sumulator disamakan dengan *address* yang ada pada *CX-Programmer*, contohnya sebagai berikut :



Gambar 3.19 Pengaturan Alamat Objek

3.6 Metode Analisa

Pada pengerjaan proyek tugas akhir yang mengenai PLC Omron CJ2H ini, setelah melakukan pembuatan perangkat keras dan lunak yang dilakukan selanjutnya adalah menganalisa kinerja sistem apakah sistem yang dibuat dapat bekerja sesuai yang rencana yang telah ditentukan.

3.6.1 Peletakan Sensor *Thermocouple*

Hal yang tidak kalah penting untuk diperhitungkan adalah tentang penempatan sensor *thermocouple*. Penempatan sensor suhu ini dianggap penting karena penerapan metode diawali dari pengambilan data suhu dari sensor *thermocouple* ini.

Dari hasil uji coba mengenai penempatan sensor suhu *thermocouple* adalah berada didalam atau disekitar lempengan *heater*. Banyaknya *heater* yang digunakan sebanyak dua buah.

Berikut ini gambar penempatan sensor suhu :

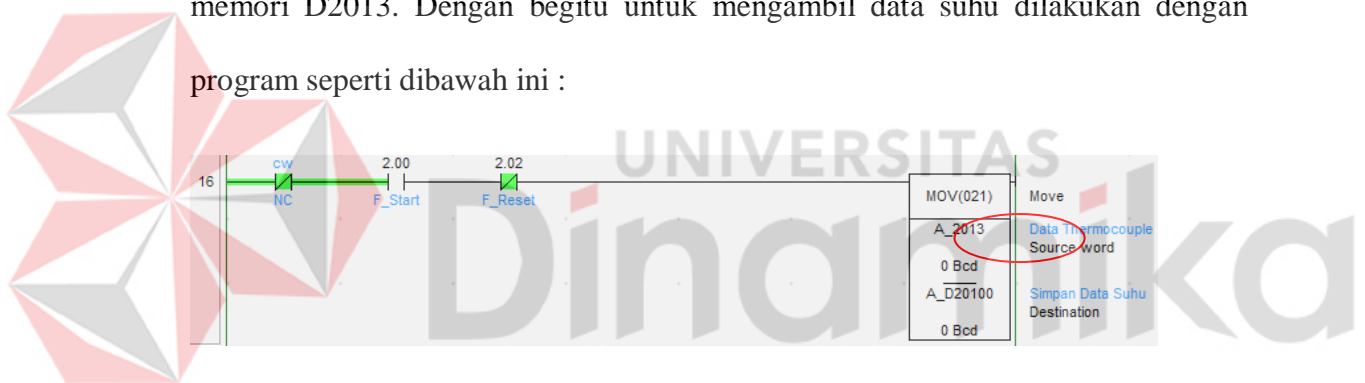


Gambar 3.20 Penempatan Sensor Suhu dan *Heater*

3.6.2 Pengambilan Data Sensor Suhu *Thermocouple*

Proses pengambilan data yang terdapat pada sensor suhu *thermocouple* analisanya dilakukan dengan cara menyambungkan semua *wiring* yang berhubungan dengan sensor suhu ini. Mulai dari *wiring* sensor suhu ke module TC001 dan program yang mengolah data masukkan dari sensor suhu *thermocouple*.

Data suhu yang diolah oleh module TC001 disimpan pada alamat memori D2013. Dengan begitu untuk mengambil data suhu dilakukan dengan program seperti dibawah ini :



Gambar 3.21 Memori Penyimpan Data Suhu

Data yang telah diambil pada alamat D2013 diatas selanjutnya akan diolah kembali untuk memanfaatkan data sensor sebagai setpoint untuk menentukan kecepatan putaran kipas.

3.6.3 Analisa Data Sensor Suhu *Thermocouple*


Proses selanjutnya yang dilakukan setelah pengambilan suhu adalah analisa keluaran data suhu yang didapatkan dari penyimpanan pada alamat memori D20100. Cara menganalisa data hasil keluaran suhu ini adalah dengan menggunakan program *CX-Programmer*, *thermometer* dan juga yang pasti

perangkat sensor suhu *thermocouple* beserta *programmable logic controller* sebagai pengolahnya.

Analisa data suhu dilakukan dengan cara membandingkan suhu pada *thermometer* dan keluaran pada program. Dengan menggunakan cara analisa ini nantinya akan memperoleh hasil perbandingan antara suhu yang dibaca oleh *thermometer* dan suhu yang diolah oleh program.

Berikut ini analisa pengambilan suhu pertama yang perbandingannya menggunakan sensor suhu LM35 :

Tabel 3.1. Analisa Data Suhu



No.	Suhu LM35	Data PLC
1	25.324	253
2	26.301	263
3	26.902	269
4	30.273	302
5	32.953	329
6	34.988	349
7	35.783	357
8	36.982	369
9	38.372	383
10	48.274	482
11	51.996	519
12	69.103	691
13	73.366	733
14	82.959	829
15	86.673	866
16	89.127	891
17	89.238	892
18	96.922	969
19	99.382	993
20	100.083	1000

Dari hasil analisa yang dilakukan terhadap data sensor suhu *thermocouple* yang dibandingkan dengan data suhu dari LM35, apabila penempatan sensor LM35 berada pada posisi yang tepat maka perbandingan data yang dihasilkan akan sama. Namun apabila penempatan sensor suhu LM35 tidak tepat maka perbandingan data suhu LM35 dan data suhu *thermocouple* akan berbeda.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PENGAMATAN

Pengujian dan pengamatan yang dilakukan penulis merupakan pengujian dan pengamatan yang dilakukan terhadap perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem secara keseluruhan yang telah selesai dibuat untuk mengetahui komponen-komponen, modul atau program yang digunakan dalam sistem ini apakah berjalan dengan baik sesuai yang diharapkan. Terdapat beberapa pengujian sistem yang dilakukan, antara lain :

4.1 Pengujian Perangkat *Programmable Logic Controller* Omron CJ2H

Pengujian yang pertama ini merupakan pengujian yang dilakukan terhadap modul pengontrol utama yaitu *Programmable Logic Controller* Omron tipe CJ2H. Pengujian yang dilakukan terhadap PLC ini adalah menggunakan program CX-Programmer dimana aplikasi ini adalah aplikasi resmi dari pabrikan omron yang berfungsi untuk memprogram dan memantau jalannya program.

4.1.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat *Programmable Logic Controller* yang digunakan dapat berfungsi dengan baik. Indikator keberhasilannya adalah PLC dapat memberikan informasi PLC yang digunakan serta modul-modul yang terhubung dengan PLC tersebut.

4.1.2 Alat yang digunakan

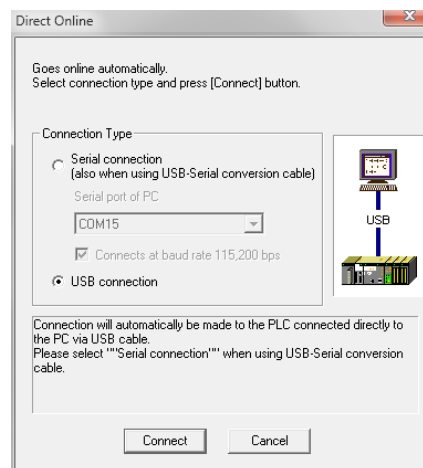
Untuk melakukan percobaan ini maka diperlukan beberapa alat. Alat yang digunakan diantaranya sebagai berikut :

- a. Perangkat *Programmable Logic Controller* Omron CJ2H
- b. *Usb Downloader*
- c. Laptop atau Komputer
- d. Program CX-Programmer

4.1.3 Prosedur Pengujian

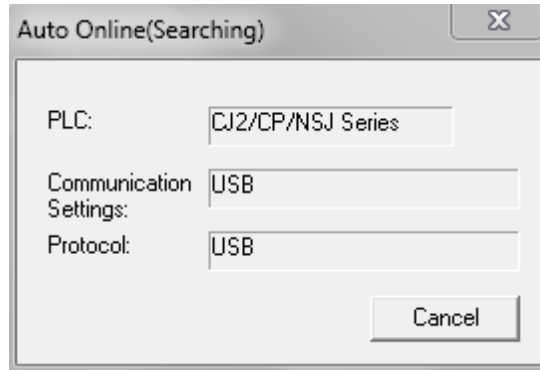
Prosedur pengujian perangkat :

- a. Aktifkan semua *switchpower* pada perangkat PLC Omron CJ2H .
- b. Sambungkan PLC dengan Laptop atau Komputer menggunakan kabel *downloader*.
- c. Buka aplikasi CX-Programmer dan pilih menu PLC → *Auto Online* → *Direct Online* → pilih menggunakan media *USB Connection* dan tekan tombol *connect*



Gambar 4.1 Tampilan pemilihan media koneksi penghubung

- d. Tunggu sampai proses pencarian program pada memori dan pengecekan modul-modul yang terhubung dengan PLC hingga selesai.

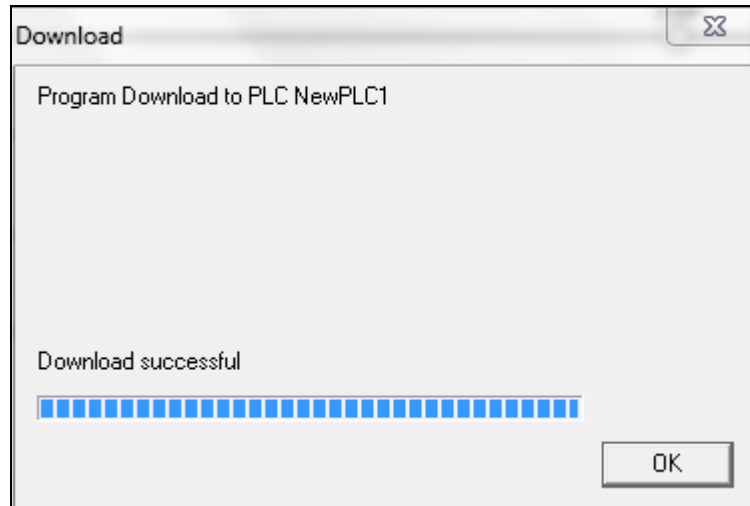


Gambar 4.2 Tampilan pencarian pada *Auto Online*

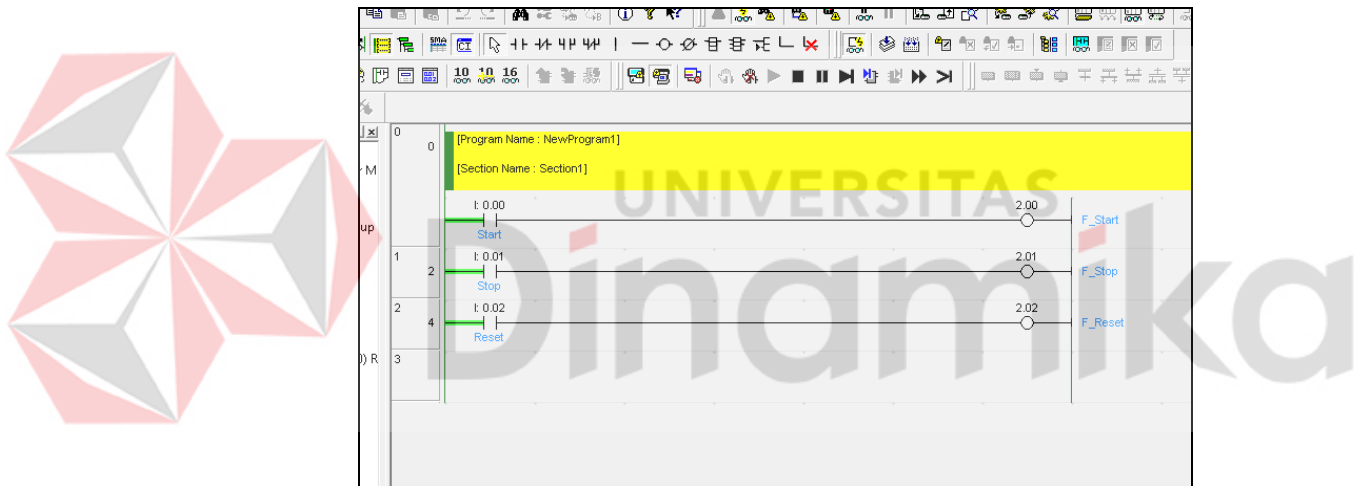
- e. Setelah proses pencarian selesai, maka akan keluar tampilan utama pada aplikasi CX-Programmer. Pada bagian ini, program akan menampilkan program yang tersimpan pada memori PLC.
- f. Setelah itu pilih menu *IO Table and Unit Setup* untuk mengetahui modul apa saja yang terhubung dengan PLC.

4.1.4 Hasil Pengujian

Pada hasil percobaan diatas apabila langkah ke “d” atau langkah menunggu pencarian program yang ada pada PLC ini berhasil dikerjakan maka perangkat PLC dapat dikatakan bekerja dan mampu berkomunikasi dengan baik. Tampilan dari program yang berhasil di *download* yang sebelumnya tersimpan pada memori PLC CJ2H, hasil pengujiannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.3 Proses Pengambilan Program Dari Memori PLC

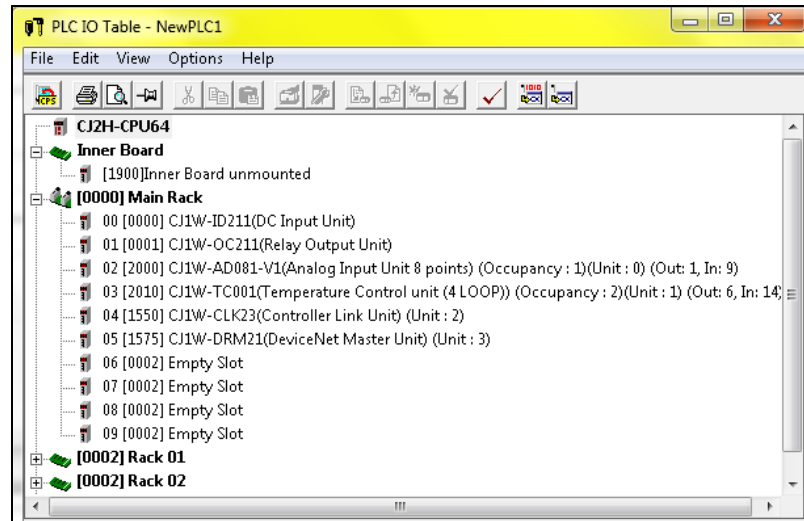


Gambar 4.4 Tampilan Hasil *Download* Program Dari Memori PLC

Gambar diatas merupakan program yang berhasil diambil dari memori perangkat Programmable Logic Controller yang sudah tersimpan sebelumnya. Proses pengambilan program ini menggunakan fitur dari PLC yaitu *download program from PLC*.

Pada gambar 4.5 dibawah ini membuktikan bahwa perangkat *Programmable logic controller* berhasil mengirimkan informasi mengenai tipe PLC dan juga

modul-modul yang terhubung dengan perangkat PLC tipe CJ2H ini. Berikut gambar hasil pengujiannya :



Gambar 4.5 Informasi Tipe PLC Dan Modul Yang Terhubung Dengan PLC.

4.2 Pengujian Tombol Masukkan Utama

4.2.1 Tujuan

Pengujian tombol masukkan ini dilakukan untuk menguji apakah tombol yang dibuat dapat berfungsi dengan baik. Tombol ini nantinya akan digunakan sebagai masukkan untuk melakukan ke program berikutnya.

4.2.2 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain :

- Perangkat PLC Omron CJ2H
- USB *Downloader*
- Tombol Masukkan dari Modul *Trainer*
- Komputer/ Laptop
- Program *CX-Programmer*

4.2.3 Prosedur Pengujian

- a. Lakukan proses sesuai dengan proses pada pengujian 4.1 (Pengujian perangkat *Programmable Logic Controller Omron CJ2H*)
- b. Buat program pada aplikasi *CX-Programmer* dimana pengalamatannya *input* dan *output*-nya disesuaikan dengan keperluan kegunaan. Contoh pengalamatannya sebagai berikut :

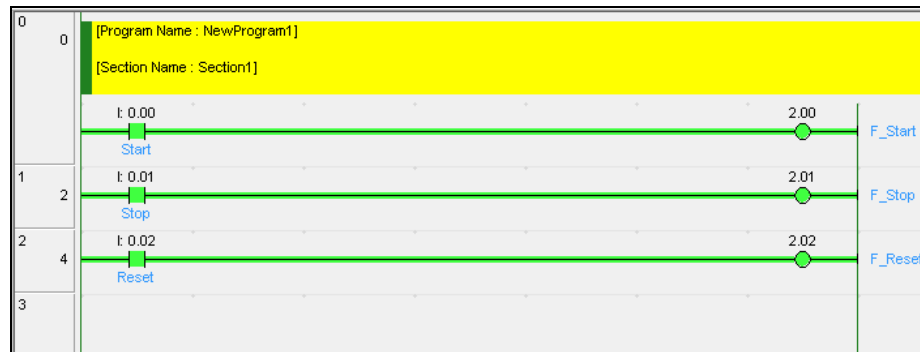
Tabel 4.1 *Input Output Address*

Sensor / Aktuator	Nama Simbolis	Input / Output	Alamat
Start	Tombol_Start	Input	00.00
Stop	Tombol_Stop		00.01
Reset	Tombol_Reset		00.02
Start Output	F_Start	Output	02.00
Stop Output	F_Stop		02.01
Reset Output	F_Reset		02.02

- c. Sambungkan perangkat *input* ke alamat *input* yang ada pada PLC.
- d. Aktifkan *power supply* dari modul *trainer*.
- e. Tekan tombol masukkan dan pantau pada aplikasi *CX-Programmer* untuk mengetahui apakah masukkan dari tombol dapat diterima PLC.

4.2.4 Hasil Pengujian

Berikut ini adalah hasil pengujian pada tombol masukkan *start*, *stop* dan *reset* yang ada pada modul *trainer* dan dipantau dari aplikasi *CX-Programmer* untuk mengetahui masukkan mana saja yang sudah diterima oleh perangkat PLC. Hasil dari percobaan ditampilkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.6 Pembacaan Tombol Masukkan

Gambar diatas merupakan indikator pada program yang mengindikasikan bahwa sensor atau aktuatot yang terhubung pada alamat tersebut telah aktif.



Gambar 4.7 Indikator Pada *Output Card*

Pada gambar diatas merupakan indikator yang terdapat pada modul *output*, lampu indikator yang nyala mengindikasikan bahwa alamat tersebut telah aktif. Lampu indikator yang nyala adalah indikator nomer 0,1 dan 2 karena alamat yang diaktifkan pada program merupakan alamat 00, 01 dan 02. Lampu indikator juga dapat menyala apabila alamatnya digunakan pada program.

Pada percobaan ini ketiga masukkan dari modul *trainer* telah berhasil dibaca dengan baik oleh perangkat PLC.

4.3 Pengujian Pengambilan Data *Thermocouple*

Pengujian ini merupakan pengujian yang dilakukan pada sensor suhu *thermocouple*. Dimana sensor inilah yang akan mendeteksi tingkat suhu pada perangkat pemanas *heater*.

4.3.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor suhu *thermocouple* ini dapat menerima suhu yang ada disekitar sensor tersebut. Serta data yang didapat oleh sensor suhu dapat diterima pada perangkat PLC untuk dijadikan data untuk diolah.

4.3.2 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan untuk pengujian sistem ini antara lain:

- a. PLC Omron CJ2H (*Module TC001*)
- b. *Thermocouple* tipe K
- c. *Module Trainer*
- d. Kabel USB *downloader*
- e. Komputer/laptop
- f. *SoftwareCX-Programmer*

4.3.3 Prosedur Pengujian

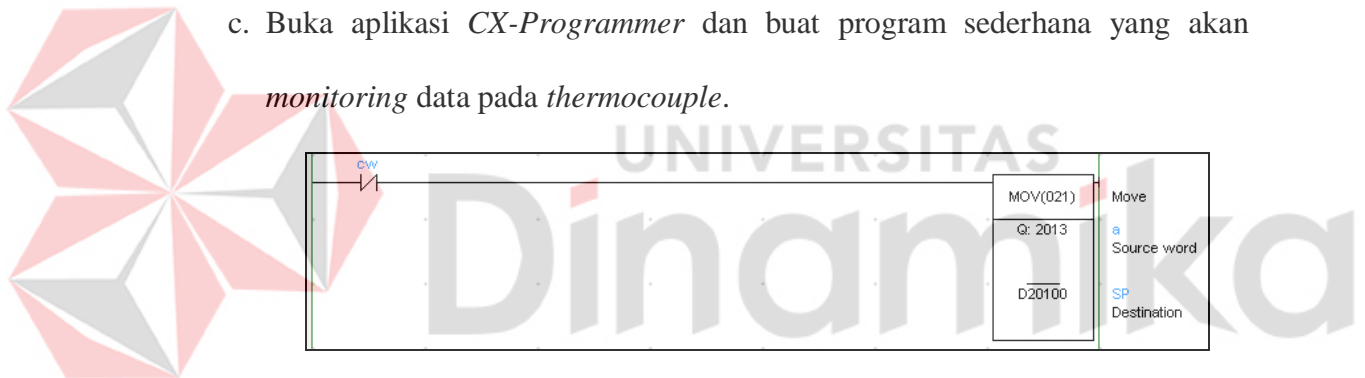
- a. Hubungkan PLC Omron dengan Laptop atau Komputer menggunakan kabel USB *downloader*

- b. Pastikan sensor suhu *thermocouple* yang ada pada *module trainer* sudah terhubung dengan *module TC001*. Dalam pengujian ini kutub + dan – sensor dihubungkan pada + dan – pada *input loop 1 module TC001*.

Input 2 –	B1	A1	Input 1 –
Input 2 +	B2	A2	Input 1 +
Cold-junction comp.	B3	A3	N.C.
Cold-junction comp.	B4	A4	N.C.
Input 4 –	B5	A5	Input 3 –
Input 4 +	B6	A6	Input 3 +
Output 2	B7	A7	Output 1
Output 4	B8	A8	Output 3
0 V COM (-)	B9	A9	24 V

Gambar 4.8 Terminal modul TC001

- c. Buka aplikasi *CX-Programmer* dan buat program sederhana yang akan *monitoring* data pada *thermocouple*.



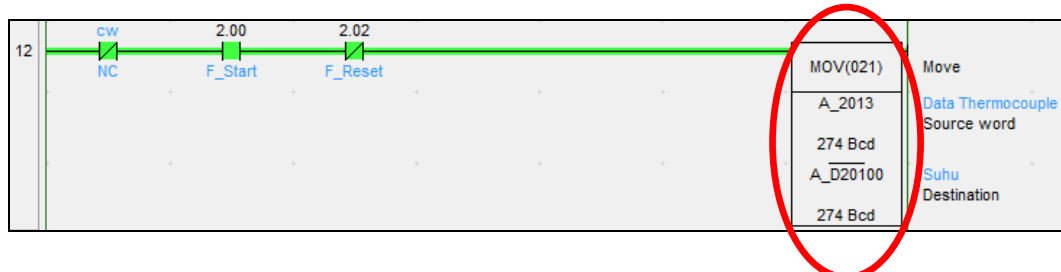
Gambar 4.9 program *ladder* mengambil data suhu

Pada pengambilan suhu ini, *memory address* yang sudah ditentukan yaitu *address* D2013.

- d. Aktifkan *power* pada PLC dan modul *trainer*, kemudian amati data pada D2013 pada aplikasi *CX-Programmer*. Data keluaran dari *modul* bertipe data BCD.

4.3.4 Hasil Pengujian

Berikut ini adalah hasil pengujian terhadap sensor suhu *thermocouple* yang di *monitoring* langsung dalam aplikasi *CX-Programmer* :



Gambar 4.10 pengambilan data sensor suhu *thermocouple*

Gambar diatas membuktikan bahwa data dari sensor *thermocouple* yang semula disimpan pada alamat D2013 kemudian dipindahkan menggunakan perintah program *MOV* yang kemudian data dipindahkan pada alamat D20100 untuk disimpan.

2013	UINT_BCD (Bcd,Channel)	274 Bcd	0000 0010 0111 0100	Data Thermocouple
D20100	UINT_BCD (Bcd,Channel)	274 Bcd	0000 0010 0111 0100	Suhu

Gambar 4.11 Memantau isi data memori

Gambar yang diblok dengan warna kuning merupakan isi yang terdapat pada memori, dengan begitu data berhasil tersimpan pada D2013 dan dipindahkan ke alamat D20100.

4.4 Pengujian *Heater* atau Pemanas

4.4.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *heater* yang berfungsi untuk memberikan efek suhu terhadap sensor *thermocouple* dapat bekerja dengan baik.

4.4.2 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan untuk pengujian sistem ini antara lain:

- Programmable Logic Controller Omron CJ2H*
- Module Trainer (rangkaian heater)*
- Kabel USB *downloader*
- Komputer/laptop
- Software CX-Programmer*

4.4.3 Prosedur Pengujian

- Hubungkan komputer atau laptop dengan perangkat *Programmable Logic Controller* tipe CJ2H menggunakan USB *Downloader*.
- Pastikan rangkaian yang menghubungkan antara *card output* → *relay* → *heater* sudah terhubung dengan baik dan benar.
- Buat program sederhana untuk mengaktifkan *address output* untuk menyalakan *heater*. Perangkat *heater* menggunakan *output address* 01.00 dan *input address* 00.03.



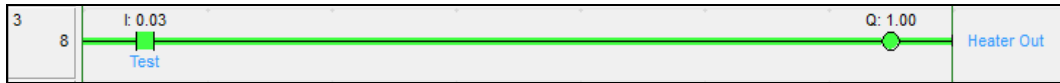
Gambar 4.12 Program menyalakan *heater*

- Amati apakah *heater* akan menyala apabila *input address* 00.03 diaktifkan.

4.4.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang dilakukan terhadap *heater* adalah *heater* dapat aktif sesuai dengan perintah yang diberikan, apabila kontak dengan *address* 00.03 aktif

maka *heater* akan aktif. Berikut ini adalah hasil pengujian yang dilakukan terhadap *heater* :



Gambar 4.13 *Monitoring pada ladder*

Indikator diatas membuktikan bahwa alamat 01.00 aktif ketika alamat 03.00 aktif. Serta pada gambar dibawah ini indikator alamat yang aktif digambarkan dengan menyalanya lampu indikator tiap alamatnya. Dalam hal pengujian ini indikator yang aktif adalah alamat 01.00.



Gambar 4.14 *Output Address Setelah Input Diaktifkan*

Pada percobaan terhadap ini *heater* dapat aktif sesuai dengan logika masukan yang diberikan, dengan demikian dapat disimpulkan *heater* dan rangkaian perangkat *heater* dalam kondisi baik dan benar.

4.5 Pengujian Kipas

Pengujian kipas dilakukan dengan memasukkan variasi tegangan 0-12 VDC pada *motor driver* yang terhubung dengan kipas. *Motor driver* dan kipas yang baik dapat bekerja sesuai dengan tegangan yang diberikan oleh *power supply*.

4.5.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *motor driver* dan kipas yang digunakan tidak mengalami kerusakan. Sehingga saat *motor driver* dan kipas digunakan pada sistem dapat berjalan dengan baik.

4.5.2 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain :

- a. *Power Supply*
- b. PLC Omron CJ2H
- c. *Motor Driver* dan Kipas

4.5.3 Prosedur Pengujian

- a. Pastikan *motor driver* dan kipas sudah terhubung dengan baik. Hubungkan *motor driver* pada dengan *Power Supply* (12VDC dan 0VDC) dan Tegangan Referensi pada pin DIR (5VDC).
- b. Berikan variasi tegangan pada masukkan *motor driver* mulai dari 0VDC-12VDC.
- c. Amati hasil putaran kipas.

4.5.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang dilakukan terhadap *motor driver* dan kipas adalah kipas dapat berputar sesuai dengan tegangan yang diberikan oleh *power supply*. Dengan hasil kipas yang dapat berputar sudah berarti keadaan motor *driver* juga dalam keadaan yang baik. Pengamatan pada kipas dilakukan dengan cara menganalisa putaran kipas secara langsung dikarenakan pada motor tidak terdapat sensor.

Berikut ini adalah data variasi tegangan yang diberikan ke motor *driver* dan hasil putaran yang dihasilkan oleh kipas :

Tabel 4.2. Tabel Pengujian Kecepatan Kipas

No.	Tegangan (V)	Kecepatan Putaran
1	0	Mati
2	3	Sangat Pelan Sekali
3	4	Sangat Pelan
4	5	Pelan
5	8	Agak Cepat
6	10	Cepat
7	12	Sangat Cepat

4.6 Pengujian *Relay* Pengatur Kecepatan Kipas

4.6.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah *relay* dapat bekerja dengan baik dalam mengolah data masukkan dari *switch* serta mengalirkan tegangan yang sebelumnya sudah ditentukan.

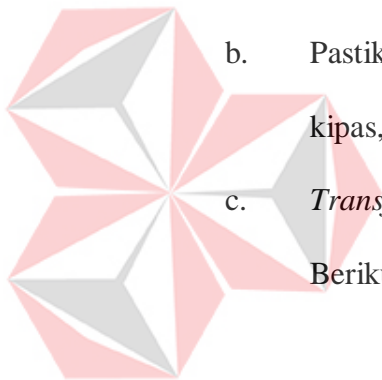
4.6.2 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan untuk pengujian sistem ini antara lain:

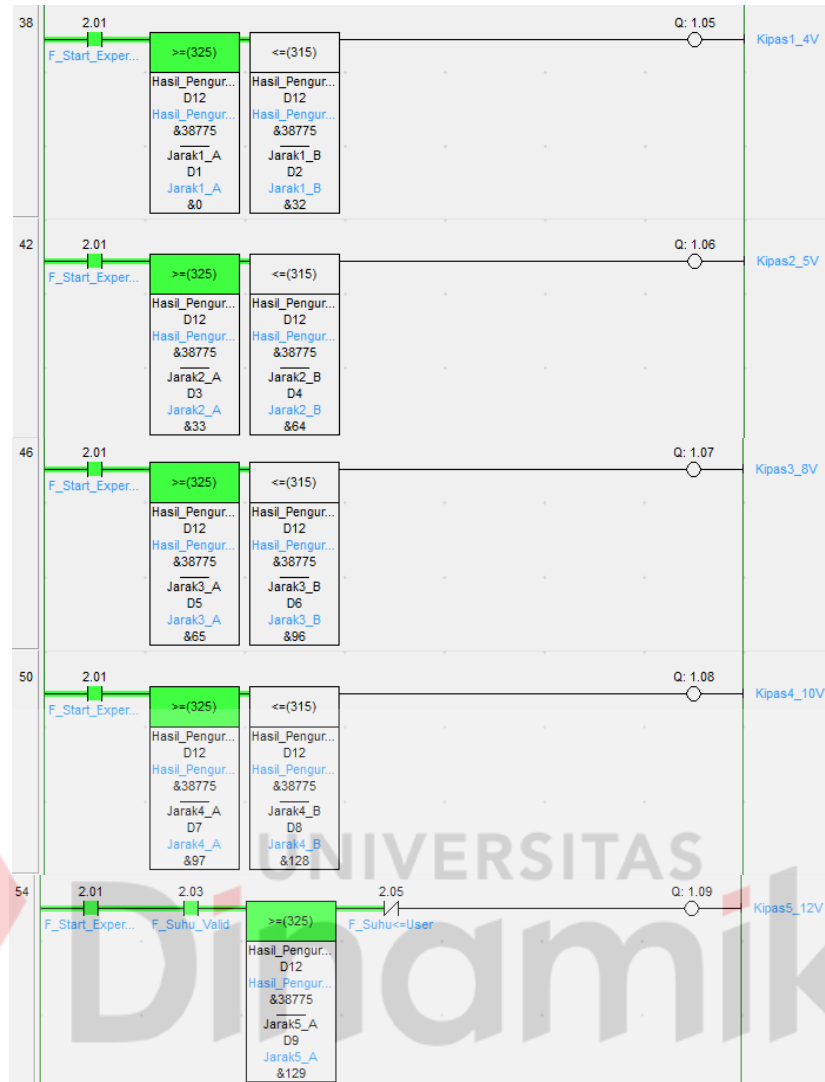
- a. *Programmable Logic Controller Omron CJ2H.*
- b. Rangkaian *input switch* pada *Module Trainer*
- c. Kabel USB *Downloader*
- d. Komputer/laptop
- e. *Software CX-Programmer*

4.6.3 Prosedur Pengujian

- a. Hubungkan Komputer atau Laptop dengan PLC Omron CJ2H dengan menggunakan kabel *downloader*.
- b. Pastikan rangkaian *addressoutput terminal* PLC → rangkaian *relay* → kipas, sudah terhubung dengan baik dan benar.
- c. *Transfer* program ke PLC Omron CJ2H untuk melakukan pengujian ini, Berikut ini programnya :



UNIVERSITAS
Dinamika



Gambar 4.15 Program Pengujian Relay

- d. Isikan *Value* pada memori yang dituliskan pada tabel 4.3 dibawah ini, pengisian memori bertujuan untuk memberikan *range* nilai jarak antara suhu yang dideteksi dari sensor suhu dan inputan nilai suhu yang diinginkan oleh *user*.

Proses perhitungan untuk mendapatkan nilai jarak adalah sebagai berikut :

$$\text{Jarak} = \text{Suhu_Sekarang} - \text{Suhu_User}$$

Keterangan :

- Jarak = merupakan nilai yang didapatkan dari hasil pengurangan keadaan suhu saat ini dikurangi dengan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- Suhu_Sekarang = suhu yang diambil dari sensor suhu *thermocouple*.
- Suhu_User = input nilai suhu yang didapatkan dari suhu yang diinginkan oleh *user*.

Output address akan aktif apabila *value* (jarak) berada pada *range* nilai yang sudah ditentukan pada setiap *address* memori dibawah ini :

Tabel 4.3.*Range Value* Jarak

No.	Input		Output Address	Keterangan	Output Address yang Aktif
	Address	Range Value (Jarak)			
1	D1	0	01.05	01.05 akan aktif apabila <i>Value</i> (Jarak) berada pada <i>range</i> nilai dari memori D1 sampai D2	01.05
2	D2	20			
3	D3	21	01.06	01.06 akan aktif apabila <i>Value</i> (Jarak) berada pada <i>range</i> nilai dari memori D3 sampai D4	01.06
4	D4	40			
5	D5	41	01.07	01.07 akan aktif apabila <i>Value</i> (Jarak) berada pada <i>range</i> nilai dari memori D5 sampai D6	01.07
6	D6	60			
7	D7	61	01.08	01.08 akan aktif apabila <i>Value</i> (Jarak) berada pada <i>range</i> nilai dari memori D7 sampai D8	01.08
8	D8	80			
9	D9	81	01.09	01.09 akan aktif apabila <i>Value</i> (Jarak) lebih dari nilai memori D9	01.09

D1	UINT_BCD (Bcd,Channel)	0 Bcd	0000 00...	Jarak1_A
D2	UINT_BCD (Bcd,Channel)	20 Bcd	0000 00...	Jarak1_B
D3	UINT_BCD (Bcd,Channel)	21 Bcd	0000 00...	Jarak2_A
D4	UINT_BCD (Bcd,Channel)	40 Bcd	0000 00...	Jarak2_B
D5	UINT_BCD (Bcd,Channel)	41 Bcd	0000 00...	Jarak3_A
D6	UINT_BCD (Bcd,Channel)	60 Bcd	0000 00...	Jarak3_B
D7	UINT_BCD (Bcd,Channel)	61 Bcd	0000 00...	Jarak4_A
D8	UINT_BCD (Bcd,Channel)	80 Bcd	0000 00...	Jarak4_B
D9	UINT_BCD (Bcd,Channel)	81 Bcd	0000 00...	Jarak5_A

Gambar 4.16 Range Value PadaMemori

Gambar diatas menampilkan isi memori setelah proses memasukkan data sesuai dengan nilai yang tertera pada tabel 4.3.

- e. Berikan variasi masukkan nilai terhadap memori D0. Alamat memori D0 ini adalah alamat yang menyimpan inputan nilai suhu yang diinginkan oleh *user*.
- f. Pada bagian ini, sistem akan melakukan kalkulasi untuk mendapatkan nilai jarak antara **Suhu Sekarang** dan **Suhu Input User**.

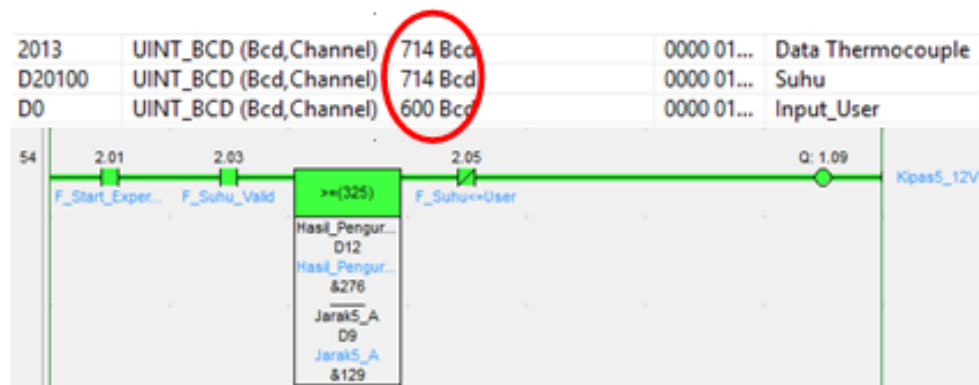
4.6.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian terhadap *relay* yang digunakan sebagai *switch electric* pengatur tingkat kecepatan kipas adalah sebagai berikut :

Ketika nilai suhu saat ini **714BCD (71.4 °C)** dan suhu yang diharapkan *user* untuk menjaga pada suhu **600BCD (60 °C)**. Dari data tersebut, maka sistem akan melakukan **Pendinginan** untuk mendekati suhu permintaan *user*. Sistem akan melakukan kalkulasi untuk mendapatkan berapa jarak antara Suhu Sekarang dan Suhu yang diinginkan oleh *User*.

$$\begin{aligned} \text{Jarak} &= 714 - 600 \\ &= \mathbf{114} \end{aligned}$$

Nilai jarak yang didapatkan adalah **114 (11.4 °C)**, dengan nilai ini berarti masuk pada bagian **data** ≥ 81 maka alamat **01.09 (Kipas5_12V)** akan aktif. Dibawah ini merupakan tampilan aktifitas program ketika nilai jarak pada *range value jarakke-5*.

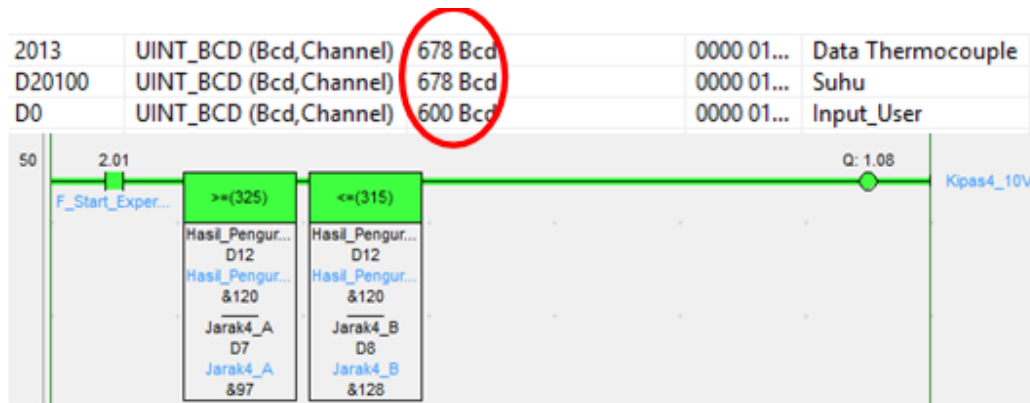


Gambar 4.17 Pengujian Coil 01.09

Alamat **01.09** aktif apabila nilai hasil pengurangan berada pada *range value* (jarak) nilainya ≥ 81 . Dengan ini artinya **01.09** akan mengaktifkan **kipas5** dengan tegangan **12 V** untuk mendinginkan suhu.

Ketika nilai suhu saat ini **678BCD (67.8 °C)** dan suhu yang diharapkan *user* untuk menjaga pada suhu **600BCD (60 °C)**. Dari data tersebut, maka sistem akan melakukan **Pendinginan** untuk mendekati suhu permintaan *user*. Sistem akan melakukan kalkulasi untuk mendapatkan berapa jarak antara Suhu Sekarang dan Suhu *InputUser*.

Nilai jarak yang didapatkan adalah **78 (7.8 °C)**, dengan nilai ini berarti masuk pada bagian *range value* (jarak) **61-80** maka alamat **01.08 (Kipas4_10V)** akan aktif. Dibawah ini merupakan tampilan aktifitas program ketika nilai jarak pada *range value jarakke-4*.

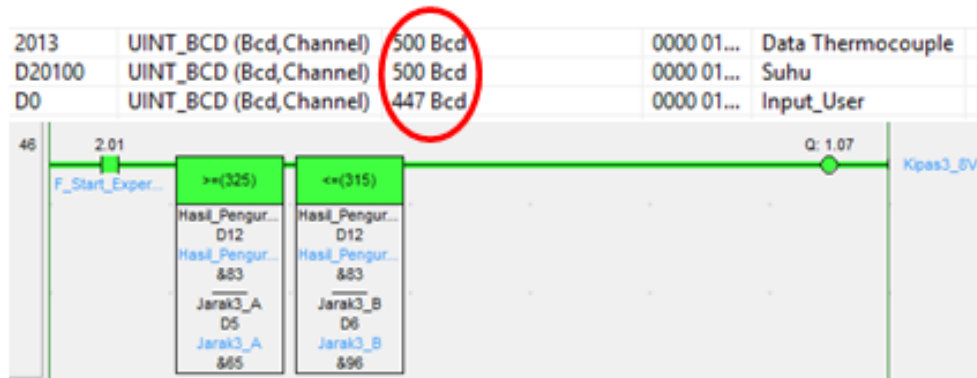


Gambar 4.18 Pengujian *Coil* 01.08

Alamat **01.08** aktif apabila nilai hasil pengurangan berada pada *range value* (jarak) nilainya **61-80**. Dengan ini artinya **01.08** akan mengaktifkan **kipas4** dengan tegangan **10 V** untuk mendinginkan suhu.

Ketika nilai suhu saat ini **500BCD (50 °C)** dan suhu yang diharapkan *user* untuk menjaga pada suhu **447BCD (44.7 °C)**. Dari data tersebut, maka sistem akan melakukan **Pendinginan** untuk mendekati suhu permintaan *user*. Sistem akan melakukan kalkulasi untuk mendapatkan berapa jarak antara Suhu Sekarang dan Suhu *InputUser*.

Nilai jarak yang didapatkan adalah **50 (5 °C)**, dengan nilai ini berarti masuk pada bagian *range value* (jarak) **41-60** maka alamat **01.07 (Kipas3_8V)** akan aktif. Dibawah ini merupakan tampilan aktifitas program ketika nilai jarak pada *range value* **jarakke-3**.

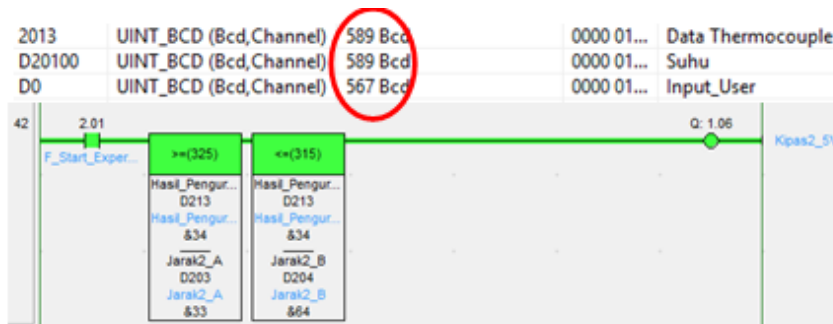


Gambar 4.19 Pengujian *Coil* 01.07

Alamat **01.07** aktif apabila nilai hasil pengurangan berada pada *range value* (jarak) nilainya **41-60**. Dengan ini artinya **01.07** akan mengaktifkan **kipas3** dengan tegangan **8 V** untuk mendinginkan suhu.

Ketika nilai suhu saat ini **589BCD (58.9 °C)** dan suhu yang diharapkan *user* untuk menjaga pada suhu **567BCD (56.7 °C)**. Dari data tersebut, maka sistem akan melakukan **Pendinginan** untuk mendekati suhu permintaan *user*. Sistem akan melakukan kalkulasi untuk mendapatkan berapa jarak antara Suhu Sekarang dan Suhu *InputUser*.

Nilai jarak yang didapatkan adalah **22 (2.2 °C)**, dengan nilai ini berarti masuk pada bagian *range value* (jarak) **21-40** maka alamat **01.06 (Kipas2_5V)** akan aktif. Dibawah ini merupakan tampilan aktifitas program ketika nilai jarak pada *range value* **jarakke-2**.

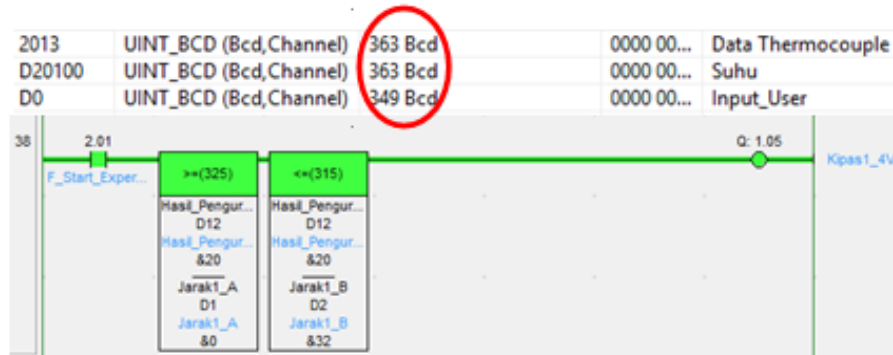


Gambar 4.20 Pengujian *Coil* 01.06

Alamat **01.06** aktif apabila nilai hasil pengurangan berada pada *range value* (jarak) nilainya **21-40**. Dengan ini artinya **01.06** akan mengaktifkan **kipas2** dengan tegangan **5 V** untuk mendinginkan suhu.

Ketika nilai suhu saat ini **363BCD (36.3 °C)** dan suhu yang diharapkan *user* untuk menjaga pada suhu **349BCD (34.9 °C)**. Dari data tersebut, maka sistem akan melakukan **Pendinginan** untuk mendekati suhu permintaan *user*. Sistem akan melakukan kalkulasi untuk mendapatkan berapa jarak antara Suhu Sekarang dan Suhu *InputUser*.

Nilai jarak yang didapatkan adalah **14 (1.4 °C)**, dengan nilai ini berarti masuk pada bagian *range value* (jarak) **0-20** maka alamat **01.05 (Kipas1_4V)** akan aktif. Dibawah ini merupakan tampilan aktifitas program ketika nilai jarak pada *range value* **jarakke-1**.



Gambar 4.21 Pengujian *Coil* 01.05

Alamat **01.05** aktif apabila nilai hasil pengurangan berada pada *range value* (jarak) nilainya **0-20**. Dengan ini artinya **01.06** akan mengaktifkan **kipas1** dengan tegangan **4 V** untuk mendinginkan suhu.

4.7 Pengujian Sistem

4.7.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data hasil pengolahan suhu yang didapat dari sensor suhu *thermocouple*. Serta menganalisa semua aktifitas aktuator apakah sudah sesuai dengan program yang telah dibuat sebelumnya.

4.7.2 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan untuk pengujian sistem ini antara lain:

- Programmable Logic Controller* Omron CJ2H
- Module Trainer*
- Sensor *Thermocouple*
- Kabel USB *Downloader*
- Komputer/laptop
- SoftwareCX-Programmer* dan *CX-Designer*

4.7.3 Prosedur Pengujian

- a. Pasangkan semua *wiring* antara PLC dan *module trainer*.
- b. Hubungkan laptop atau komputer menggunakan USB *downloader*
- c. Kirimkan program ke PLC Omron CJ2H CPU64 apabila program belum tersimpan pada memori PLC.
- d. *Online*-kan PLC dengan Laptop atau komputer sehingga dapat memantau aktifitas sensor aktuator yang sedang berjalan.
- e. Untuk membandingkan data suhu buatlah rangkaian sederhana dari sensor suhu LM35 sebagai nilai suhu perbandingan antara LM35 dan sensor *thermocouple*.
- f. Lakukan pengambilan 900 data perubahan data suhu yang didapat dari sensor suhu *thermocouple*.
- g. Tekan tombol *start* dan *start experiment* pada *module trainer* untuk memulai pengujian dan penyimpanan data baca sensor suhu *thermocouple*.
- h. Amati perubahan data pada memori *address* 2013 dan D20100 (memori menyimpan data suhu *thermocouple*) dan memori penyimpan inputan nilai suhu yang diinginkan oleh *user*.



2013	UINT_BCD (Bcd,Channel)	363 Bcd	0000 00...	Data Thermocouple
D20100	UINT_BCD (Bcd,Channel)	363 Bcd	0000 00...	Suhu
D0	UINT_BCD (Bcd,Channel)	349 Bcd	0000 00...	Input_User

Gambar 4.22. Memori *address* penyimpan data suhu

- i. Berikan variasi *setpoint* atau suhu yang diinginkan oleh *user*, dimana variasi *setpoint* ini bertujuan apakah sistem *module trainer* akan melakukan pendinginan atau pemanasan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan.

Tabel 4.4. Data Pengujian

No.	Percobaan	Suhu Sekarang	Setpoint	Aktifitas
1	Ke-1	666 (66.6 °C)	432 (43.2 °C)	Pendinginan
2	Ke-2	540 (54 °C)	358 (35.8 °C)	
3	Ke-3	70.8 (70.8 °C)	397 (39.7 °C)	
4	Ke-4	426 (42.6 °C)	758 (75.8 °C)	Pemanasan
5	Ke-5	515 (51.5 °C)	888 (88.8 °C)	
6	Ke-6	452 (45.2 °C)	752 (75.2 °C)	

Data pada tabel 4.4 merupakan data yang digunakan untuk melakukan pengujian sistem. Pada kolom *setpoint* data diinputkan oleh *user*, dimana suhu tersebutlah yang ingin dicapai oleh *user*.

4.7.4 Hasil Pengujian

Pada pengujian sistem ini dilakukan selama 15 menit, data suhu disimpan setiap detiknya yang berarti data yang disimpan sebanyak 900 suhu pada setiap percobaannya. Data suhu yang disimpan difungsikan untuk mengetahui perubahan suhu setiap detiknya hingga mencapai suhu yang diinginkan oleh *user*.

1. Percobaan 1

Pada percobaan pertama, *user* menginginkan mencapai suhu pada suhu **432 (43.2°C)** sedangkan suhu sekarang ini **666 (66.6°C)**. Tampilan datanya seperti yang ditampilkan pada gambar 4.23 dibawah. Maka yang dilakukan oleh sistem adalah **Pendinginan** untuk mencapai suhu yang diinginkan oleh *user*.

2013	UINT_BCD (Bcd,Channel)	666 Bcd	0000 01...	Data Thermocouple
D20100	UINT_BCD (Bcd,Channel)	666 Bcd	0000 01...	Suhu
D0	UINT_BCD (Bcd,Channel)	432 Bcd	0000 01...	Input_User

Gambar 4.23. Isi Memori Pengujian 1

Berikut ini adalah data 0 sampai 500 yang digunakan sebagai analisa pada percobaan 1 :

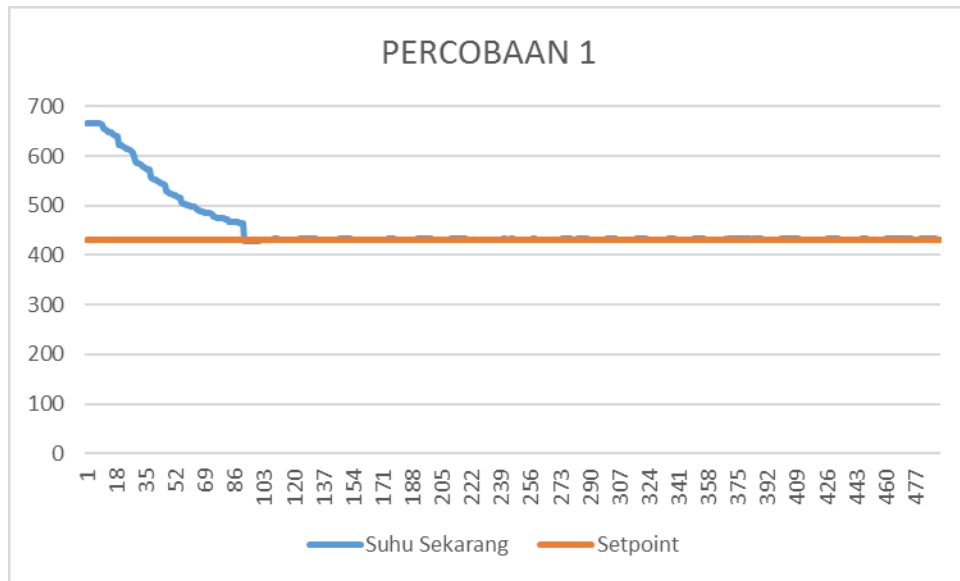
Tabel 4.5 Data Pengujian 1

<i>Address</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	666	665	665	666	665	665	665	665	665	664
110	655	653	651	649	647	645	643	641	639	637
120	623	621	619	617	615	613	611	609	607	605
130	589	587	585	583	581	579	576	574	572	570
140	557	555	553	551	549	547	545	544	542	540
150	528	527	525	523	522	520	518	517	515	514
160	505	504	502	501	500	499	498	497	496	495
170	489	489	488	487	486	485	485	484	483	482
180	478	477	476	476	475	475	474	473	472	472
190	468	467	467	467	466	466	465	465	465	464
200	428	428	428	428	428	428	428	428	428	428
210	430	430	431	431	431	432	432	432	433	433
220	433	433	432	432	432	431	431	431	430	430
230	431	432	432	432	433	433	433	433	434	433
240	434	433	433	433	433	433	432	432	432	431
250	430	430	430	430	431	431	431	432	432	432
260	433	433	433	433	433	433	433	433	432	432
270	431	431	431	431	431	431	431	432	432	432
280	432	432	432	431	431	431	430	431	430	431
290	432	433	433	433	433	433	432	432	432	432
300	430	430	430	431	431	431	432	432	432	433
310	434	434	434	434	434	434	433	433	433	433
320	432	432	431	431	431	431	431	431	431	431
330	433	433	433	433	433	433	433	433	433	433
340	432	431	431	431	431	431	431	432	432	432
350	431	431	431	431	430	431	431	431	432	432
360	433	433	433	432	432	433	433	432	432	432
370	431	431	431	432	432	432	432	433	433	433
380	432	432	432	432	432	432	431	432	431	431
390	432	432	432	432	433	433	433	433	433	433
400	432	432	432	433	433	433	433	433	433	433

410	432	432	432	431	431	431	431	431	431	431
420	433	433	433	433	433	433	432	432	432	432
430	431	431	431	431	431	431	432	433	433	433
440	433	433	433	433	432	432	432	432	431	431
450	431	432	432	432	432	433	433	433	433	433
460	432	432	432	432	432	432	431	431	431	431
470	433	433	433	433	433	433	433	432	432	432
480	431	431	431	431	431	431	432	432	433	432
490	434	434	434	434	434	434	433	433	433	433
500	433	433	433	432	433	433	433	433	433	433
510	431	431	430	430	430	430	431	431	431	431
520	433	433	433	434	434	434	433	434	434	434
530	433	432	432	432	432	431	431	431	430	430
540	430	431	431	431	432	432	433	433	433	433
550	434	433	433	433	432	432	432	432	431	431
560	431	431	432	432	432	432	433	433	433	433
570	432	432	431	432	431	431	431	431	431	431
580	433	433	434	434	434	434	434	434	434	433
590	433	433	433	433	433	433	432	432	431	431

Dari data diatas sistem dapat mencapai suhu yang diinginkan oleh *user* terdapat pada data ke **101**. Suhu yang diinginkan oleh *user* dapat dicapai pada waktu **101 detik**. Pada data berikutnya, apabila sensor mendeteksi suhu berada diatas suhu yang diinginkan *user* maka sistem akan melakukan pendinginan. Begitu sebaliknya, apabila sensor mendeteksi suhu berada dibawah suhu yang diinginkan oleh *user* maka sistem akan melakukan pemanasan.

Berikut ini grafik hasil analisa data pada tabel diatas :



Gambar 4.24. Grafik hasil percobaan 1

Grafik diatas menggambarkan data ke 0 sampai data ke 500 yang terdapat pada tabel 4.5 diatas. Garis biru merupakan suhu sekarang yang mendekati suhu yang diinginkan oleh *user*. sedangkan garis orange adalah *setpoint* yang diinginkan oleh *user*.

Dari hasil analisa percobaan 1 berikut ini adalah data yang berhasil didapatkan :

Count	400	
Min	0.000	0.000 °C
Max	4.000	0.400 °C
Average	0.920	0.092 °C
Standar Deviasi	0.768	0.077 °C

Keterangan :

- *Count* merupakan banyak data yang digunakan untuk analisa sistem, data mulai dihitung ketika suhu sekarang sudah kurang atau sama dengan suhu yang diinginkan oleh *user* pada proses pendinginan.

- *Min* merupakan jarak data terkecil antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Max* merupakan jarak suhu terbesar antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Average* merupakan rata-rata simpangan jarak yang terjadi antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan user selama proses mencapai suhu yang diinginkan.
- Standar Deviasi Merupakan simpangan sinyal terhadap rata-rata.

2. Percobaan 2

Pada percobaan ke dua, *user* menginginkan mencapai suhu pada suhu **358 (35.8°C)** sedangkan suhu sekarang ini **540 (54°C)**. Tampilan datanya seperti yang ditampilkan pada gambar 4.25 dibawah. Maka yang dilakukan oleh sistem adalah **Pendinginan** untuk mencapai suhu yang diinginkan oleh *user*.

2013	UINT_BCD (Bcd,Channel)	540 Bcd	0000 01...	Data Thermocouple
D20100	UINT_BCD (Bcd,Channel)	540 Bcd	0000 01...	Suhu
D0	UINT_BCD (Bcd,Channel)	358 Bcd	0000 00...	Input_User

Gambar 4.25. Isi Memori Pengujian 2

Berikut ini adalah data pada alamat 310 sampai 929 yang digunakan sebagai analisa pada percobaan 2 :

Tabel 4.6 Data Pengujian 2

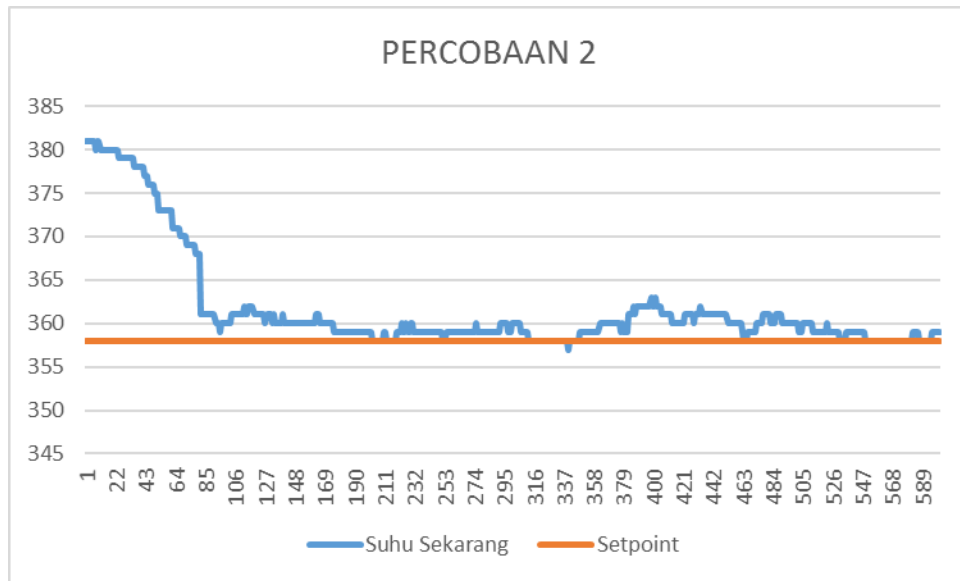
<i>Address</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
310	381	381	381	381	381	381	381	381	381	381
320	381	381	381	381	381	381	380	381	381	380
330	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380
340	380	380	379	379	379	379	379	379	379	379
350	379	379	379	378	378	378	378	378	378	378

360	377	377	377	376	376	376	376	375	375	375
370	373	373	373	373	373	373	373	373	373	373
380	371	371	371	371	371	370	370	370	370	370
390	369	369	369	369	369	369	368	368	368	368
400	361	361	361	361	361	361	361	361	361	361
410	360	360	360	359	360	360	360	360	360	360
420	360	361	361	361	361	361	361	361	361	361
430	362	361	361	362	362	362	362	361	361	361
440	361	361	361	361	361	360	361	361	361	361
450	360	361	360	360	360	360	360	361	360	360
460	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
470	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
480	360	361	361	360	360	360	360	360	360	360
490	360	360	360	359	359	359	359	359	359	359
500	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
510	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
520	358	358	358	358	358	358	358	358	359	359
530	358	358	358	358	358	358	358	359	359	359
540	359	360	359	359	360	359	359	360	360	359
550	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
560	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
570	358	358	359	359	359	359	359	359	359	359
580	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
590	359	359	359	360	359	359	359	359	359	359
600	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
610	360	360	360	360	360	360	359	359	360	360
620	360	360	360	360	360	359	359	359	359	359
630	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358
640	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358
650	358	358	358	358	358	358	358	358	357	358
660	358	358	358	358	358	358	359	359	359	359
670	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
680	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
690	360	360	360	360	360	359	360	359	359	359
700	361	361	361	361	362	361	362	362	362	362
710	362	362	362	362	362	362	363	362	362	363
720	362	362	362	362	361	361	361	361	361	361
730	361	360	360	360	360	360	360	360	360	360
740	361	361	361	361	361	361	360	361	361	361
750	361	362	361	361	361	361	361	361	361	361
760	361	361	361	361	361	361	361	361	361	361
770	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
780	359	358	358	358	359	359	359	359	359	359

790	360	360	360	360	360	361	361	361	361	361
800	360	360	360	360	361	361	361	361	360	360
810	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
820	359	359	359	360	360	360	360	360	360	360
830	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
840	360	359	359	359	359	359	359	359	359	358
850	358	358	358	359	359	359	359	359	359	359
860	359	359	359	359	359	359	359	358	358	358
870	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358
880	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358
890	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358
900	359	359	359	359	359	358	358	358	358	358
910	358	358	358	358	359	359	359	359	359	359
920	360	359	359	359	359	359	359	359	359	359

Dari data diatas sistem dapat mencapai suhu yang diinginkan oleh *user* terdapat pada data ke **421**. Suhu yang diinginkan oleh *user* dapat dicapai pada waktu **421 detik**. Pada data berikutnya, apabila sensor mendeteksi suhu berada diatas suhu yang diinginkan *user* maka sistem akan melakukan pendinginan. Begitu sebaliknya, apabila sensor mendeteksi suhu berada dibawah suhu yang diinginkan oleh *user* maka sistem akan melakukan pemanasan.

Berikut ini grafik hasil analisa data pada tabel diatas :



Gambar 4.26. Grafik hasil percobaan 2

Grafik diatas menggambarkan data ke 0 sampai data ke 620 yang terdapat pada tabel 4.6 diatas. Garis biru merupakan suhu sekarang yang mendekati suhu yang diinginkan oleh *user*. sedangkan garis orange adalah *setpoint* yang diinginkan oleh user.

Dari hasil analisa percobaan 2 berikut ini adalah data yang berhasil didapatkan :

Count	400
Min	0.000 0.000 °C
Max	5.000 0.500 °C
Average	1.355 0.136 °C
Standar Deviasi	1.146 0.115 °C

Keterangan :

- *Count* merupakan banyak data yang digunakan untuk analisa sistem, data mulai dihitung ketika suhu sekarang sudah kurang atau sama dengan suhu yang diinginkan oleh *user* pada proses pendinginan.

- *Min* merupakan jarak data terkecil antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Max* merupakan jarak suhu terbesar antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Average* merupakan rata-rata simpangan jarak yang terjadi antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan user selama proses mencapai suhu yang diinginkan.
- Standar Deviasi Merupakan simpangan sinyal terhadap rata-rata.

3. Percobaan 3

Pada percobaan ketiga, *user* menginginkan mencapai suhu pada suhu **397 (39.7°C)** sedangkan suhu sekarang ini **708 (70.8°C)**. Tampilan datanya seperti yang ditampilkan pada gambar 4.27 dibawah. Maka yang dilakukan oleh sistem adalah **Pendinginan** untuk mencapai suhu yang diinginkan oleh *user*.

2013	UINT_BCD (Bcd,Channel)	708 Bcd	0000 01...	Data Thermocouple
D20100	UINT_BCD (Bcd,Channel)	708 Bcd	0000 01...	Suhu
D0	UINT_BCD (Bcd,Channel)	397 Bcd	0000 00...	Input_User

Gambar 4.27. Isi Memori Pengujian 3

Berikut ini adalah data pada alamat 240 sampai 749 yang digunakan sebagai analisa pada percobaan 3 :

Tabel 4.7 Data Pengujian 3

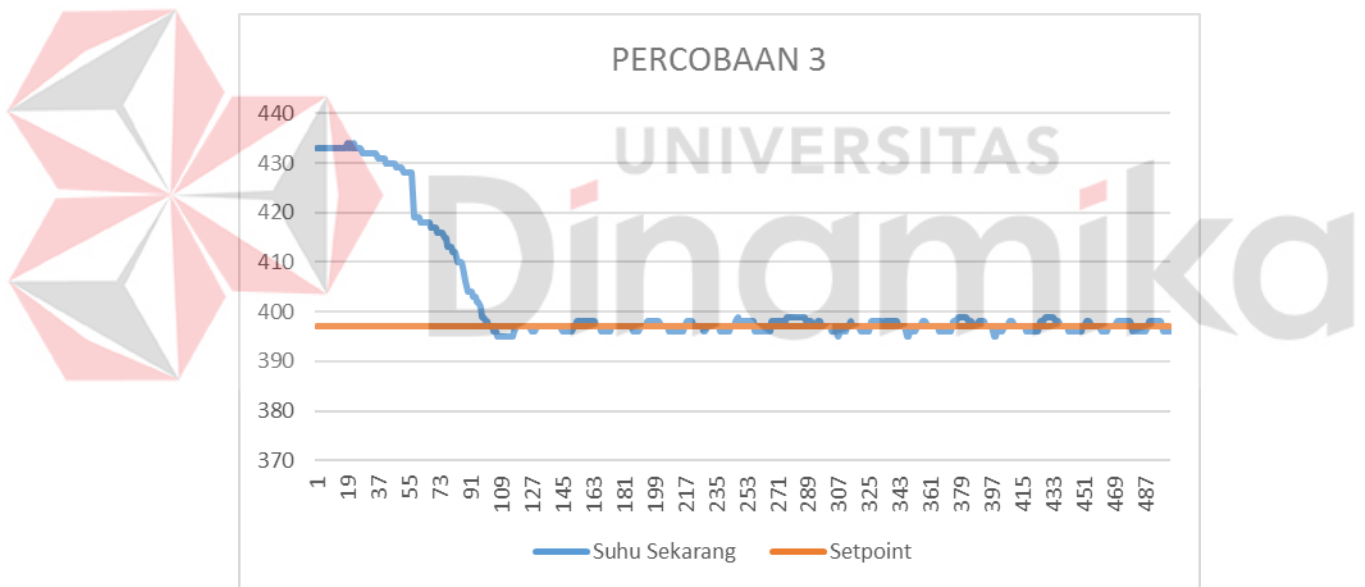
<i>Address</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
240	433	433	433	433	433	433	433	433	433	433
250	433	433	433	433	433	433	433	433	433	433
260	433	434	433	434	433	434	433	433	433	433
270	432	432	432	432	432	432	432	432	432	431
280	431	431	431	431	430	430	430	430	430	430

290	429	429	429	429	428	428	428	428	428	428
300	419	419	419	419	418	418	418	418	418	418
310	417	417	417	417	416	416	416	416	415	415
320	413	413	413	412	412	411	410	410	410	409
330	406	405	404	404	404	403	403	402	402	401
340	399	399	398	398	397	397	397	396	396	395
350	395	395	395	395	395	395	395	395	395	396
360	397	397	397	397	397	397	397	397	397	396
370	396	396	397	397	397	397	397	397	397	397
380	397	397	397	397	397	397	397	396	396	396
390	396	396	396	396	397	397	398	398	398	398
400	398	398	398	398	398	398	398	397	397	397
410	396	396	396	396	396	396	397	397	397	397
420	397	397	397	397	397	397	397	397	397	396
430	396	396	396	397	397	397	397	398	398	398
440	398	398	398	398	398	397	397	397	397	397
450	396	396	396	396	396	396	396	396	396	397
460	398	398	398	398	397	397	397	397	397	397
470	396	396	397	397	397	397	397	397	397	397
480	396	396	396	396	396	396	397	397	397	398
490	399	398	398	398	398	398	398	398	398	398
500	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396
510	398	398	398	398	398	398	398	398	398	399
520	399	399	399	399	399	399	399	399	399	399
530	398	398	398	398	397	397	397	398	398	397
540	397	397	397	397	397	396	396	396	396	395
550	396	396	396	396	397	397	398	397	397	398
560	397	397	397	396	396	396	396	396	396	397
570	398	398	398	398	398	398	398	397	398	398
580	398	398	398	359	359	359	359	359	359	359
590	359	359	359	360	359	359	359	359	359	359
600	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
610	360	360	360	360	360	360	359	359	360	360
620	360	360	360	360	360	359	359	359	359	359
630	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358
640	398	398	398	398	397	397	397	397	397	396
650	395	395	396	396	396	396	397	397	397	397
660	398	398	398	397	397	397	397	397	397	397
670	397	396	396	396	396	396	396	396	396	396
680	398	398	398	399	399	399	399	399	399	398
690	398	398	398	397	397	397	397	397	396	396
700	396	396	396	396	396	396	396	397	397	397
710	398	398	398	397	397	397	397	397	397	397

720	396	396	396	396	397	397	397	397	397	397
730	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398
740	396	396	396	396	396	396	396	396	396	397

Dari data diatas sistem dapat mencapai suhu yang diinginkan oleh *user* terdapat pada data ke **105**. Suhu yang diinginkan oleh *user* dapat dicapai pada waktu **105 detik**. Pada data berikutnya, apabila sensor mendeteksi suhu berada diatas suhu yang diinginkan *user* maka sistem akan melakukan pendinginan. Begitu sebaliknya, apabila sensor mendeteksi suhu berada dibawah suhu yang diinginkan oleh *user* maka sistem akan melakukan pemanasan.

Berikut ini grafik hasil analisa data pada tabel diatas :



Gambar 4.28. Grafik hasil percobaan 3

Grafik diatas menggambarkan data ke 0 sampai data ke 510 yang terdapat pada tabel 4.7 diatas. Garis biru merupakan suhu sekarang yang mendekati suhu yang diinginkan oleh *user*. sedangkan garis orange adalah *setpoint* yang diinginkan oleh *user*.

Count	400	
Min	0	0 °C
Max	2	0.2 °C
Average	0.745	0.0745 °C
Standar Deviasi	0.621	0.0621 °C

Keterangan :

- *Count* merupakan banyak data yang digunakan untuk analisa sistem, data mulai dihitung ketika suhu sekarang sudah kurang atau sama dengan suhu yang diinginkan oleh *user* pada proses pendinginan.
- *Min* merupakan jarak data terkecil antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Max* merupakan jarak suhu terbesar antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Average* merupakan rata-rata simpangan jarak yang terjadi antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan user selama proses mencapai suhu yang diinginkan.
- Standar Deviasi Merupakan simpangan sinyal terhadap rata-rata.

4. Percobaan 4

Pada percobaan ke empat, *user* menginginkan mencapai suhu pada suhu **758 (75.8°C)** sedangkan suhu sekarang ini **426 (42.6°C)**. Tampilan datanya seperti yang ditampilkan pada gambar 4.29 dibawah. Maka yang dilakukan oleh sistem adalah **Pemanasan** untuk mencapai suhu yang diinginkan oleh *user*.

2013	UINT_BCD (Bcd,Channel)	426 Bcd	0000 01...	Data Thermocouple
D20100	UINT_BCD (Bcd,Channel)	426 Bcd	0000 01...	Suhu
D0	UINT_BCD (Bcd,Channel)	758 Bcd	0000 01...	Input_User

Gambar 4.29. Isi Memori Pengujian 4

Berikut ini adalah data pada alamat 160 sampai 669 yang digunakan sebagai analisa pada percobaan 4 :

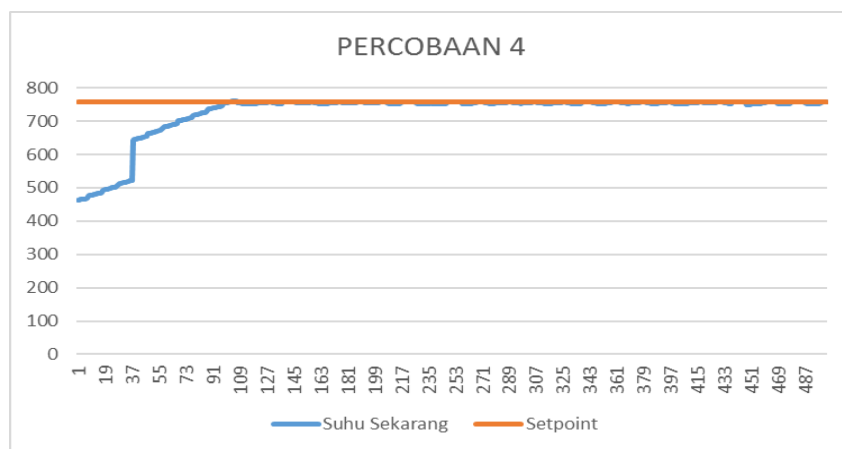
Tabel 4.8 Data Pengujian 4

<i>Address</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
160	460	461	462	463	464	465	465	467	467	468
170	476	477	478	479	480	481	483	483	484	486
180	493	494	495	496	497	498	500	501	502	503
190	511	513	514	515	516	517	518	520	521	522
200	644	645	646	648	649	650	651	652	654	655
210	663	664	665	666	667	669	670	671	672	674
220	682	683	684	685	687	688	689	690	691	693
230	701	702	703	704	705	706	708	709	710	711
240	718	719	720	721	722	723	725	726	727	728
250	736	737	738	739	740	741	743	744	744	746
260	753	755	755	756	758	759	760	761	761	761
270	756	755	754	753	753	752	752	752	752	751
280	752	752	753	754	754	754	755	755	756	756
290	759	758	757	756	755	754	753	753	753	753
300	757	757	758	758	759	759	758	758	757	756
310	754	754	754	754	754	755	755	756	756	757
320	757	756	755	754	753	752	752	752	752	751
330	753	754	754	755	755	756	756	757	757	758
340	756	755	755	755	754	754	754	754	755	755
350	758	758	758	758	757	756	756	755	754	754
360	755	755	755	756	756	757	757	758	758	758
370	754	753	753	753	753	753	753	753	753	754
380	757	758	758	759	759	759	758	758	757	756
390	752	752	752	752	752	752	752	753	753	754
400	752	752	752	752	752	752	752	752	753	753
410	757	757	757	758	759	759	759	759	758	758
420	753	753	753	753	753	753	753	754	755	755
430	759	759	758	758	757	756	755	754	753	753
440	753	753	754	754	754	754	755	755	756	756
450	759	758	758	757	756	755	754	754	754	753
460	754	755	755	755	755	756	756	757	757	758
470	756	756	755	754	754	753	753	753	753	753
480	754	754	755	755	756	756	756	757	757	758
490	756	755	754	753	753	753	752	753	753	753
500	758	758	759	759	758	758	757	756	755	754
510	752	752	753	753	753	753	754	754	754	755

520	759	759	759	758	758	757	756	755	754	754
530	753	753	754	754	754	755	755	756	756	757
540	759	758	757	756	755	754	753	753	753	753
550	753	754	754	755	755	756	756	757	758	758
560	756	755	753	752	752	752	751	751	751	751
570	753	754	754	754	755	755	755	756	757	757
580	757	756	755	754	754	754	754	754	755	755
590	758	759	759	758	758	756	755	754	753	752
600	757	758	759	759	759	759	758	758	757	756
610	750	750	750	751	751	751	751	751	752	752
620	755	756	756	757	758	759	759	759	759	759
630	754	753	753	753	753	753	753	753	753	754
640	758	758	759	759	759	759	758	758	757	756
650	752	752	752	752	752	752	753	753	753	754
660	757	758	759	759	759	758	758	756	755	754

Dari data diatas sistem dapat mencapai suhu yang diinginkan oleh *user* terdapat pada data ke **105**. Suhu yang diinginkan oleh *user* dapat dicapai pada waktu **105 detik**. Pada data berikutnya, apabila sensor mendeteksi suhu berada diatas suhu yang diinginkan *user* maka sistem akan melakukan pendinginan. Begitu sebaliknya, apabila sensor mendeteksi suhu berada dibawah suhu yang diinginkan oleh *user* maka sistem akan melakukan pemanasan.

Berikut ini grafik hasil analisa data pada tabel diatas :



Gambar 4.30. Grafik hasil percobaan 4

Grafik diatas menggambarkan data ke 0 sampai data ke 510 yang terdapat pada tabel 4.8 diatas. Garis biru merupakan suhu sekarang yang mendekati suhu yang diinginkan oleh *user*. sedangkan garis orange adalah *setpoint* yang diinginkan oleh *user*.

Dari hasil analisa percobaan 4 berikut ini adalah data yang berhasil didapatkan :

Count	400	
Min	0	0 °C
Max	8	0.8 °C
Average	3.115	0.3115 °C
Standar Deviasi	2.068	0.20682 °C

Keterangan :

- *Count* merupakan banyak data yang digunakan untuk analisa sistem, data mulai dihitung ketika suhu sekarang sudah kurang atau sama dengan suhu yang diinginkan oleh *user* pada proses pendinginan.
- *Min* merupakan jarak data terkecil antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Max* merupakan jarak suhu terbesar antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Average* merupakan rata-rata simpangan jarak yang terjadi antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan *user* selama proses mencapai suhu yang diinginkan.
- Standar Deviasi Merupakan simpangan sinyal terhadap rata-rata.

5. Percobaan 5

Pada percobaan kelima, *user* menginginkan mencapai suhu pada suhu **888 (88.8°C)** sedangkan suhu sekarang ini **515 (51.5°C)**. Tampilan datanya seperti yang ditampilkan pada gambar 4.31 dibawah. Maka yang dilakukan oleh sistem adalah **Pemanasan** untuk mencapai suhu yang diinginkan oleh *user*.

2013	UINT_BCD (Bcd,Channel)	515 Bcd	0000 01...	Data Thermocouple
D20100	UINT_BCD (Bcd,Channel)	515 Bcd	0000 01...	Suhu
D0	UINT_BCD (Bcd,Channel)	888 Bcd	0000 10...	Input_User

Gambar 4.31. Isi Memori Pengujian 5

Berikut ini adalah data pada alamat 100 sampai 719 yang digunakan sebagai analisa pada percobaan 5 :

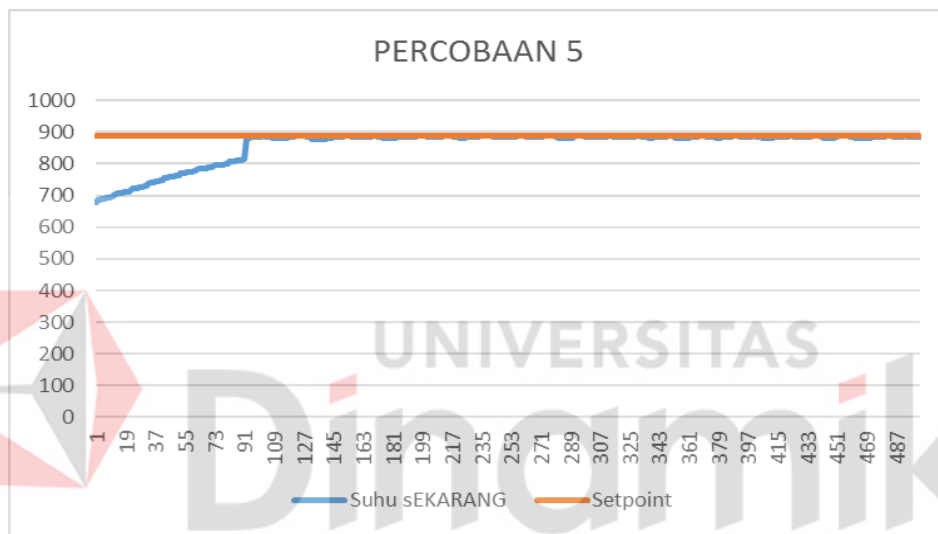
Tabel 4.9 Data Pengujian 5

Address	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	516	516	516	515	515	515	514	514	514	514
110	512	512	512	511	511	511	511	511	510	510
120	509	509	508	508	508	508	508	508	508	507
130	506	507	507	507	507	506	507	507	507	507
140	507	507	507	507	508	508	508	509	509	509
150	511	512	512	512	513	513	514	514	514	515
160	518	518	519	519	520	520	521	522	522	523
170	528	528	529	529	530	531	531	532	533	534
180	539	539	540	541	542	543	544	545	545	546
190	553	554	555	556	557	558	558	560	561	561
200	668	669	670	671	673	674	675	676	677	678
210	686	687	689	690	691	692	693	694	696	696
220	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713
230	720	721	722	723	724	725	726	728	729	730
240	738	739	740	741	742	744	745	746	747	748
250	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764
260	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778
270	783	784	784	785	785	786	787	788	788	789
280	794	795	795	796	797	798	798	799	800	801
290	806	807	808	809	810	811	811	812	813	813
300	881	882	882	883	884	884	885	885	886	886
310	888	887	886	885	884	883	882	881	881	880

320	881	881	881	881	882	882	883	883	883	884
330	887	887	888	888	888	888	887	886	885	883
340	878	878	879	879	879	879	879	879	879	880
350	882	882	882	883	883	884	884	885	885	885
360	888	888	888	887	886	885	884	884	884	884
370	885	885	885	886	886	886	886	887	888	888
380	885	884	883	882	882	882	881	881	881	881
390	882	882	883	883	883	884	884	884	885	885
400	886	886	886	886	887	887	888	888	888	888
410	884	883	883	883	883	883	884	884	884	885
420	888	888	888	888	888	887	886	885	884	884
430	882	882	882	882	883	883	883	883	884	884
440	886	886	887	887	887	888	888	888	888	887
450	883	883	883	883	883	883	883	883	884	884
460	885	886	886	886	886	887	887	887	887	888
470	885	884	884	883	883	883	883	883	883	883
480	886	887	887	888	888	888	888	887	886	885
490	882	882	881	881	881	882	882	882	882	883
500	888	888	888	888	887	887	886	885	884	884
510	883	883	883	884	884	885	885	885	886	886
520	888	888	887	886	885	884	884	883	883	883
530	884	884	885	885	886	886	886	887	887	887
540	885	884	883	883	883	882	882	882	883	883
550	885	885	886	886	886	886	887	887	888	888
560	883	882	882	882	882	882	881	881	882	882
570	884	885	885	886	886	887	887	888	888	888
580	883	883	883	883	883	883	882	882	882	883
590	885	885	885	886	886	886	887	887	887	888
600	885	884	885	885	885	885	886	886	887	887
610	886	885	884	883	882	882	882	881	881	881
620	882	883	883	883	883	884	884	885	885	886
630	888	888	887	886	885	884	884	884	883	884
640	885	886	886	886	887	887	888	888	888	888
650	883	882	882	881	881	882	882	882	883	883
660	887	888	888	889	888	888	887	886	885	884
670	881	882	881	882	881	881	881	882	882	882
680	884	884	885	885	885	886	886	886	886	887
690	888	887	887	885	885	884	883	883	883	883
700	887	887	886	885	885	884	884	884	884	884
710	885	885	885	886	886	886	886	887	887	888

Dari data diatas sistem dapat mencapai suhu yang diinginkan oleh *user* terdapat pada data ke **211**. Suhu yang diinginkan oleh *user* dapat dicapai pada waktu **211 detik**. Pada data berikutnya, apabila sensor mendeteksi suhu berada diatas suhu yang diinginkan *user* maka sistem akan melakukan pendinginan. Begitu sebaliknya, apabila sensor mendeteksi suhu berada dibawah suhu yang diinginkan oleh *user* maka sistem akan melakukan pemanasan.

Berikut ini grafik hasil analisa data pada tabel diatas :



Gambar 4.32. Grafik hasil percobaan 5

Grafik diatas menggambarkan data ke 0 sampai data ke 620 yang terdapat pada tabel 4.9 diatas. Garis biru merupakan suhu sekarang yang mendekati suhu yang diinginkan oleh *user*. sedangkan garis orange adalah *setpoint* yang diinginkan oleh user.

Dari hasil analisa percobaan 5 berikut ini adalah data yang berhasil didapatkan :

Count	400	
Min	0	0.000 °C
Max	10	1.000 °C
Average	3.5025	0.35025 °C
Standar Deviasi	2.3181	0.23181 °C

Keterangan :

- *Count* merupakan banyak data yang digunakan untuk analisa sistem, data mulai dihitung ketika suhu sekarang sudah kurang atau sama dengan suhu yang diinginkan oleh *user* pada proses pendinginan.
- *Min* merupakan jarak data terkecil antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Max* merupakan jarak suhu terbesar antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Average* merupakan rata-rata simpangan jarak yang terjadi antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan user selama proses mencapai suhu yang diinginkan.
- Standar Deviasi Merupakan simpangan sinyal terhadap rata-rata.

6. Percobaan 6

Pada percobaan ke enam, *user* menginginkan mencapai suhu pada suhu **752 (75.2°C)** sedangkan suhu sekarang ini **452 (45.2°C)**. Tampilan datanya seperti yang ditampilkan pada gambar 4.33 dibawah. Maka yang dilakukan oleh sistem adalah **Pemanasan** untuk mencapai suhu yang diinginkan oleh *user*.

2013	UINT_BCD (Bcd,Channel)	452 Bcd	0000 01...	Data Thermocouple
D20100	UINT_BCD (Bcd,Channel)	452 Bcd	0000 01...	Suhu
D0	UINT_BCD (Bcd,Channel)	752 Bcd	0000 01...	Input_User

Gambar 4.33. Isi Memori Pengujian 6

Berikut ini adalah data pada alamat 160 sampai 669 yang digunakan sebagai analisa pada percobaan 6 :

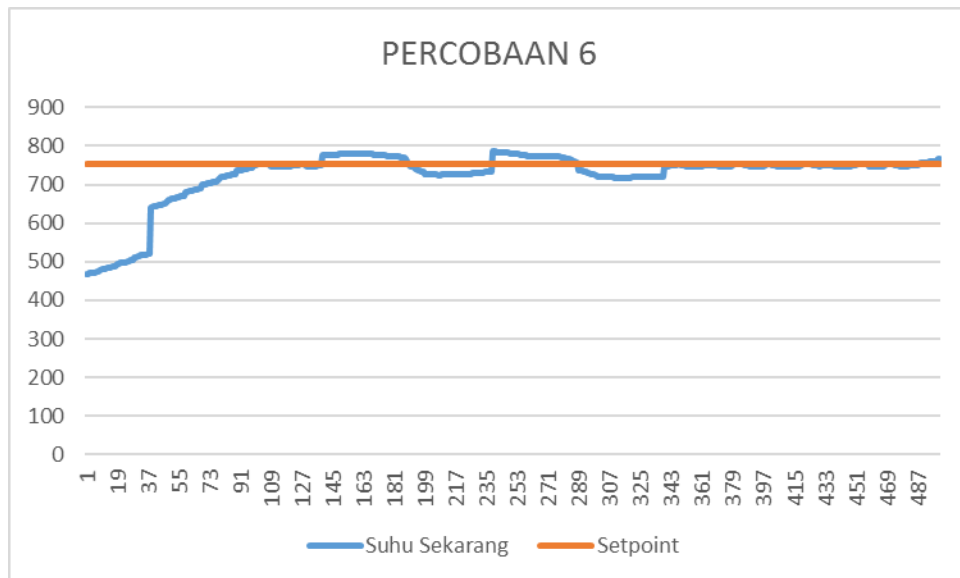
Tabel 4.10 Data Pengujian 6

Address	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
160	467	468	468	469	470	470	471	472	473	473
170	479	481	482	482	483	484	485	486	487	488
180	494	495	496	497	498	499	500	501	503	504
190	511	512	513	515	516	517	518	519	520	521
200	641	642	643	645	646	647	648	649	651	652
210	660	661	663	664	665	666	668	669	670	671
220	679	681	682	683	684	686	687	688	690	691
230	699	700	701	702	704	705	706	707	708	709
240	717	719	720	721	722	723	724	725	726	727
250	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744
260	750	751	752	753	754	754	754	754	754	753
270	747	746	746	745	745	745	745	745	745	745
280	748	748	749	749	750	751	751	752	752	753
290	749	748	748	748	748	748	748	749	749	749
300	775	775	775	776	776	776	777	777	777	777
310	779	779	779	779	780	780	780	779	780	780
320	781	780	780	780	780	780	779	779	779	779
330	777	776	776	776	775	775	775	775	774	774
340	772	772	772	772	772	772	771	770	769	767
350	753	750	747	745	742	740	738	736	734	733
360	727	726	726	725	725	725	725	725	724	724
370	725	725	725	725	725	726	726	726	726	726
380	727	727	727	727	728	728	728	728	729	729
390	730	731	731	731	731	732	732	732	733	733
400	785	785	784	784	784	784	784	784	783	783
410	781	781	780	780	779	779	778	778	777	777
420	774	774	773	773	772	772	772	772	772	773
430	773	773	773	773	772	772	772	772	772	772
440	771	771	769	768	766	765	763	761	759	757
450	738	737	735	733	732	731	730	728	727	726
460	722	721	721	721	720	720	720	719	719	719
470	719	718	718	718	718	718	718	718	718	718
480	718	719	719	719	719	719	719	719	719	719
490	720	720	720	720	720	721	721	721	721	721
500	748	748	748	749	750	750	751	751	752	753
510	750	749	749	748	748	747	747	747	747	747
520	748	748	748	749	749	749	750	750	751	751
530	750	749	748	748	748	748	748	748	748	748
540	751	752	752	752	752	752	752	751	750	749
550	746	746	747	747	747	747	748	748	748	749

560	753	752	752	751	750	749	748	747	746	746
570	745	745	746	746	746	747	747	747	748	748
580	751	752	752	753	753	753	752	751	751	750
590	749	748	749	749	749	749	749	750	750	751
600	748	748	747	747	747	747	747	747	747	747
610	750	751	751	752	752	753	753	753	753	753
620	747	747	747	747	747	748	748	748	748	749
630	752	753	753	752	752	751	750	749	748	748
640	748	748	748	749	749	750	750	751	751	752
650	756	756	757	758	758	759	759	760	760	761
660	766	767	767	768	769	769	770	771	772	772

Dari data diatas sistem dapat mencapai suhu yang diinginkan oleh *user* terdapat pada data ke **103**. Suhu yang diinginkan oleh *user* dapat dicapai pada waktu **103 detik**. Pada data berikutnya, apabila sensor mendeteksi suhu berada diatas suhu yang diinginkan *user* maka sistem akan melakukan pendinginan. Begitu sebaliknya, apabila sensor mendeteksi suhu berada dibawah suhu yang diinginkan oleh *user* maka sistem akan melakukan pemanasan.

Berikut ini grafik hasil analisa data pada tabel diatas :



Gambar 4.34. Grafik hasil percobaan 6

Grafik diatas menggambarkan data ke 0 sampai data ke 510 yang terdapat pada tabel 4.10 diatas. Garis biru merupakan suhu sekarang yang mendekati suhu yang diinginkan oleh *user*. sedangkan garis orange adalah *setpoint* yang diinginkan oleh *user*.

Dari hasil analisa percobaan 6 berikut ini adalah data yang berhasil didapatkan :

Count	400	
Min	0	0 °C
Max	34	3.4 °C
Average	14.0025	1.40025 °C
Standar Deviasi	11.7811	1.17811 °C

Keterangan :

- *Count* merupakan banyak data yang digunakan untuk analisa sistem, data mulai dihitung ketika suhu sekarang sudah kurang atau sama dengan suhu yang diinginkan oleh *user* pada proses pendinginan.
- *Min* merupakan jarak data terkecil antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Max* merupakan jarak suhu terbesar antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan oleh *user*.
- *Average* merupakan rata-rata simpangan jarak yang terjadi antara suhu sekarang dan suhu yang diinginkan user selama proses mencapai suhu yang diinginkan.
- Standar Deviasi Merupakan simpangan sinyal terhadap rata-rata.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada peralatan proyek tugas akhir ini yang dikontrol oleh *programmable logic controller*, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

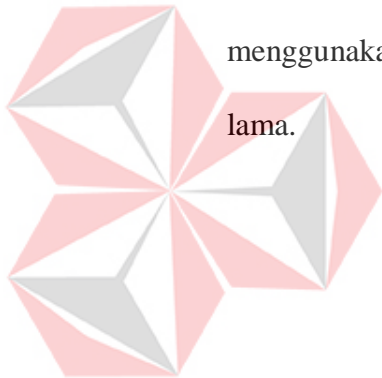
1. Terdapat 6 alamat *input* ,17 data memori dan 5 alamat *output* yang dapat dimonitor dan dikendalikan oleh PLC.
2. Miniatur dari sistem mampu bekerja dengan baik sesuai dengan program yang ditransfer ke PLC, sebagai contoh :
 - a. Jika temperatur sistem lebih kecil dari *setpoint* yang ditentukan maka *heater* akan aktif dan kipas akan tidak aktif. (Pengujian 4.4)
 - b. Jika temperatur sistem lebih besar dari *setpoint* yang ditentukan maka *heater* akan tidak aktif dan kipas akan aktif. (Pengujian 4.5)
 - c. PLC dapat memonitor dengan baik input digital (*Push Button*) dan *input* analog (sensor suhu *thermocouple*) yang berasal dari sistem. (Pengujian 4.2)
3. Elemen dan kipas dapat dikombinasikan untuk melakukan peangaturan suhu. Dari 900 data untuk tiap pengujian dapat disimpulkan rata-rata simpangan terkecil 0000 °C, rata-rata simpangan

terbesar 1.05 °C, simpangan rata-rata 0.393666 °C (Pengujian Sistem) dan rata-rata standar deviasi dari 6 percobaan adalah 0.3117 °C.

5.2 Saran

Pengembangan lebih lanjut mengenai penelitian Tugas Akhir ini, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

- Guna riset kedepannya agar dapat mendapatkan hasil yang lebih maksimal hendaknya menggunakan metode PID agar putaran kipas dapat lebih *responsive* lagi.
- Pemilihan bahan yang digunakan untuk membuat modul *trainer* dapat menggunakan bahan selain kayu untuk mendapatkan modul *trainer* yang tahan



lama.

UNIVERSITAS
Dinamika