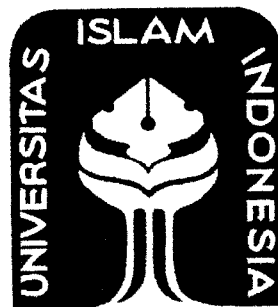


**PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA (*AIR  
HEATER*) BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN  
PENGENDALI PID**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro



**Disusun Oleh :**

**Nama : Dedy Kurniawan**  
**No. Mahasiswa : 06 524 011**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2010**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA (*AIR  
HEATER*) BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN  
PENGENDALI PID**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun oleh**

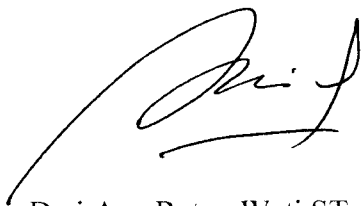
**Nama : Dedy Kurniawan**

**No. Mahasiswa : 06 524 011**

Yogyakarta, Agustus 2010

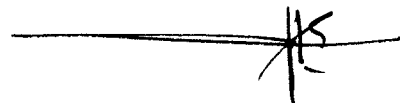
Telah Diterima Dan Disetujui Dengan Baik Oleh :

**Pembimbing I**



Dwi Ana Ratna Wati, ST., M. Eng. xvii/197

**Pembimbing II**



Medilla Kusriyanto, ST., M. Eng.

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

### HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Dedy Kurniawan

No. Mahasiswa : 06 524 011

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya saya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Agustus 2010

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dedy Kurniawan', with a large, sweeping flourish extending to the right.

( Dedy Kurniawan )

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA (*AIR HEATER*) BERBASIS  
SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID

## TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Nama : Dedy Kurniawan  
No.Mahasiswa : 06 524 011

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Agustus 2010

Tim Penguji,

Dwi Ana Ratna Wati,ST.,M.Eng.

Ketua



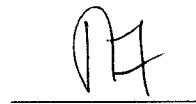
Wahyudi Budi Pramono,ST.,M.Eng.

Anggota I



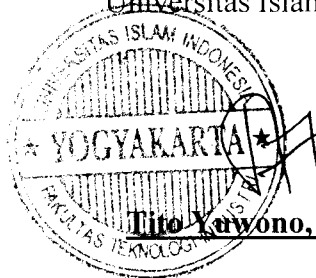
Tito Yuwono, ST.,Msc.

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro  
Universitas Islam Indonesia



Tito Yuwono, ST.,Msc.

## **PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini ku persembahkan untuk :

### **PAPA DAN MAMAKU TERCINTA (Bpk.Budi Wahyono dan Ibu Jami)**

Kasih sayang, perhatian, dukungan, nasehat, bimbingan, kesabaran, dan doa tulus yang terus mereka berikan, membuatku bisa melalui segala cobaan dan hambatan dengan mudah. Semuanya Takkan bisa terganti. Hanya prestasi dan kebanggaan yang selalu ingin kupersempahkan untuk mereka...

Terima kasihku sedalam- dalamnya untuk mama dan papa....

I LOVE U SO MUCH.....

### **ADEK-q IDA DAN DEDEK-q DICKY YANG KUSAYANGI**

Doa dan dukungan yang telah mereka berikan membuatku semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan hasil yang baik. Semoga kita selalu menyanyangi sampai kapanpun.Semoga tugas akhir ini memotivasi kalian untuk belajar lebih rajin....

### **JAPAN LUPY-q INDAH KUSUMAWHARDANI**

Terimakasih ya sayang atas kesabaran,nasehat,bantuan,dukungan,doa,dan kebersamaan kita selama ini...semoga kita bisa bersatu dalam ikatan pernikahan yang suci ...amin.....

### **ALMAMATERKU, UII**

Semoga tugas akhir ini menjadi persembahan terakhir yang bermamfaat.

## HALAMAN MOTTO

*"...Jadilah sabar dan sholat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar".*

( Q.S. Al Baqarah ayat 153 )

*"Dan Barang Siapa yang bertaqwa kepada Allah niscaya Dia akan menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya"*

(Q.S Asy Syuraa : 45)

*"Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat"*

( Q.S. Al-Mujaadilah ayat 11 )

*"Ilmu membisikkan untuk diamalkan, kalau seseorang menyambut (maka ilmu itu akan bertahan bersama dirinya). Bila tidak demikian, maka ilmu itu akan pergi."*

( Ali bin Abi Thalib radiyallahu 'anhu)

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat, hidayah dan inayah-Nya, sehingga penulisan laporan tugas akhir yang berjudul ***Pengendalian Suhu Pemanas Udara (Air Heater) Berbasis Scada Menggunakan Pengendali PID*** dapat penulis selesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah Shallallahu 'alaihi wa sallam, keluarga, para sahabat dan para pengikutnya yang setia mengikuti sunnah beliau hingga akhir zaman.

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Universitas Islam Indonesia. Dan juga sebagai sarana untuk mempraktekkan secara langsung ilmu dan teori yang telah diperoleh selama menjalani masa studi di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orangtua saya yang telah memberikan dukungan baik materi maupun non materi dan restunya. Dan kedua adikku yang telah memberikan dukungan selama ini.

2. Bapak Tito Yuwono, ST., M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Dwi Ana Ratnawati, ST. , M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan saran-saran, kritik serta bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan baik.
4. Bapak Medilla Kusriyanto, ST. , M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan saran-saran, kritik serta bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan baik.
5. Dosen-dosen selaku staf pengajar di Jurusan Teknik Elektro UII, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan.
6. Mbak Umi dan Mas Agung, yang selama ini membantu sehingga mempermudah kita dalam segala urusan di jurusan teknik elektro.
7. Pacarku Indah Kusumawhardani, banyak hal yang telah kita lalui bersama selama di Jogja ini, baik senang maupun susah. Terimakasih ya sayang sudah memberikan segala hal yang terbaik untukku.
8. Sahabat terdekatku Farchan manusia yang paling terobsesi kaya, orang paling konyol dan ceroboh, kadang sok pintar dan sok beriman , banyak sekali kisah yang telah kita ciptakan. Semoga kita jadi orang yang sukses. Jangan lupa ma temanmu ini brai...
9. Teman-teman kost “ Aquila” dan “ Amalul”.
10. Teman- teman “ Elektro“ Adit, Riski, Roni, Robi, Budi, Radit, Fajar, Hardika, Niko, Mas Pale, Mintra, Nandang, Indra,Pace dll.



11. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah mendukung, membantu, dan memberi semangat sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan laporan tugas akhir ini Semoga Allah Subhanahu Wa ta'ala melimpahkan rahmat dan hidayahnya dan membalas semua kebaikan kalian

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekeliruan dan kekurangan. Untuk itu penulis menyampaikan permohonan maaf sebelumnya serta sangat diharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk penyempurnaan di masa yang akan datang.

Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pembaca.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, Agustus 2010

Dedy Kurniawan

## ABSTRAKSI

Sistem SCADA dalam tugas akhir ini sebagai *Human Machine Interface* yang digunakan sebagai sistem *monitoring* dan pengendali suhu udara. Sebagai elemen SCADA, PLC berperan sebagai perangkat kontrol PID. Pada tugas akhir ini PLC digunakan sebagai kendali kenaikan suhu pemanas udara agar suhu yang diinginkan (*set value*) sesuai dengan suhu sebenarnya (*present value*). Suatu sistem kendali harus mempunyai ketahanan terhadap *disturbance* dan mempunyai respon yang cepat dan akurat, dan dapat menghasilkan output dengan *risetime* yang tinggi dan *error* yang kecil. Ketiga aksi kontrol *proportional, integral, derivative*, digabungkan menjadi aksi kontrol PID. Dalam tugas akhir ini digunakan *sensor* suhu LM 35 yang outputnya merupakan nilai *present value*. Konstanta PID dan *set value* dimasukkan melalui *software* CIMON. Pengaturan parameter dan pemograman dilakukan menggunakan *software* KGL-WIN 3.65. Aspek yang sangat penting dalam desain PID ialah penentuan parameter controller PID supaya sistem *close-loop* memenuhi kriteria performansi yang diinginkan. Dari perancangan sistem pengendali PID yang telah dibuat berdasarkan akuisisi dan identifikasi *plan* serta dengan beberapa pengamatan, nilai  $K_p=1000$ ,  $T_i=100$ , dan  $T_d=10$ . Pengujian sistem keseluruhan dilakukan dengan menggunakan nilai setpoint  $40^{\circ}C$  sampai  $60^{\circ}C$ . Secara umum, dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa *rise time* dan *setting time* cukup cepat serta maksimum *overshoot* kurang dari 10%.

**Kata kunci :** PLC, PID, *set value*, *present value*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	Iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 <i>Proportional Integral Derivative</i> (PID) .....	8
2.2.1 Kontrol P (Kontrol Proporsional) .....	8
2.2.2 Kontrol I (Kontrol Integral) .....	11

2.2.3	Kontrol D (Kontrol Derivatif) .....	13
2.2.4	Kombinasi Kontrol P, I dan D .....	15
2.3	<i>Tuning</i> KONTROLLER PID .....	16
2.4	Sensor suhu LM 35 .....	18
2.5	Penguat Operasional .....	20
2.5.1	IC LM 358 .....	20
2.5.2	Penguat <i>non-Inverting</i> .....	21
2.6	MOC 3020.....	22
2.7	TRIAC .....	23
2.8	Definisi SCADA .....	24
2.9	<i>Progammable logic controller</i> ( PLC ) .....	27
2.9.1	Definisi PLC .....	27
2.9.2	Prinsip Kerja PLC .....	27
2.9.3	Bagian-Bagian PLC .....	28
2.9.4	Jenis – Jenis PLC LG .....	29

### **BAB III PERANCANGAN SISTEM**

3.1	Perancangan Sistem .....	34
3.2	Perancangan <i>Hardware</i> .....	36
3.2.1	Rangkaian Catu Daya .....	36
3.2.2	Sensor suhu LM 35 .....	36
3.2.3	Rangkaian Penguat OP-AMP .....	37
3.2.4	Rangkaian <i>Driver Heater</i> .....	38

3.2.5	Rangkaian Pegatur tegangan fan.....	39
3.3	Perancangan <i>Software</i> .....	41
3.3.1	Diagram Alir Sistem .....	41
3.3.2	Diagram <i>Ladder</i> .....	42
3.3.3	Perancangan Simulasi .....	48

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Pengujian <i>Hardware</i> .....	61
4.1.2	Pengujian Rangkaian Op – Amp dan Sensor LM 35 .....	61
4.1.2	Pengujian Modul Ekspansi PLC G7F-ADHA Sebagai ADC/DAC .....	63
4.1.2.1	G7F-ADHA Sebagai ADC .....	64
4.1.2.2	G7F-ADHA Sebagai DAC .....	65
4.1.3	Pengujian <i>Driver</i> AC .....	65
4.1.3.1	Pengujian Penyulutan Pada TRIAC .....	65
4.1.3.2	Pengujian <i>Driver</i> AC Terhubung Beban .....	68
4.2	Pengujian SCADA dengan software CimonD.....	69
4.3	Analisis Kendali PID Untuk Menjaga Kestabilan Suhu .....	71
4.3.2	Nilai $K_p$ , $T_i$ , $T_d$ dari hasil Pemodelan dan Identifikasi Sistem .....	72
4.3.1	Metode <i>trial and error</i> .....	78
4.3.3	Perbandingan Karakteristik Tanggapan Transien Masing-Masing Parameter .....	86

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	90
5.2 Saran.....	91

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Tanggapan sistem kontrol PID terhadap perubahan	
Parameter .....	8
<b>Tabel 2.2</b> Aturan Metode Ziegler – Nichols.....	18
<b>Tabel 2.3</b> Fungsional LM 358 .....	21
<b>Tabel 2.4</b> <i>Special data register</i> pada G7F-ADHA.....	31
<b>Tabel 3.1</b> <i>Register address</i> .....	44
<b>Tabel 4.1</b> Pengujian OP – Amp .....	62
<b>Tabel 4.2</b> Nilai konversi suhu ke tegangan dan ke bilangan digital.....	64
<b>Tabel 4.3</b> Nilai konversi bilangan digital ke tegangan output.....	65
<b>Tabel 4.4</b> Pengujian Driver AC .....	68
<b>Table 4.5</b> Aturan Ziegler Nichols 1 .....	74
<b>Tabel 4.6</b> Karakteristik respon kendali PID untuk <i>setpoint</i> 40 ° C (1) .....	79
<b>Tabel 4.7</b> Karakteristik respon kendali PID untuk <i>setpoint</i> 50 ° C (1) .....	81
<b>Tabel 4.8</b> Karakteristik respon kendali PID untuk <i>setpoint</i> 60 ° C (1) .....	82
<b>Tabel 4.9</b> Karakteristik respon kendali PID untuk <i>setpoint</i> 40° C (2).....	83
<b>Tabel 4.10</b> Karakteristik respon kendali PID untuk <i>setpoint</i> 50° C (2).....	85
<b>Tabel 4.11</b> Karakteristik respon kendali PID untuk <i>setpoint</i> 60° C (2).....	86
<b>Tabel 4.12</b> Tanggapan transien masing-masing parameter pada	
setpoint 40 ° C.....	87
<b>Tabel 4.13</b> Tanggapan transien masing-masing parameter pada	
setpoint 50 ° C .....	88

**Tabel 4.13** Tanggapan transien masing-masing parameter pada

setpoint 60° C .....	89
----------------------	----



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Diagram blok kontroler proporsional .....	9
<b>Gambar 2.2</b> Proportional band dari kontroler proporsional tergantung pada penguatan. ....	10
<b>Gambar 2.3</b> Kurva sinyal kesalahan $e(t)$ terhadap $t$ dan kurva $u(t)$ terhadap $t$ pada pembangkit kesalahan nol .....	11
<b>Gambar 2.4</b> Blok diagram hubungan antara besaran kesalahan dengan kontroler integral .....	12
<b>Gambar 2.5</b> Perubahan keluaran sebagai akibat penguatan dan kesalahan....	12
<b>Gambar 2.6</b> Blok Diagram kontroler diferensial.....	13
<b>Gambar 2.7</b> Kurva waktu hubungan input-output kontroler diferensial .....	14
<b>Gambar 2.8</b> Blok diagram kontroler PID analog .....	15
<b>Gambar 2.9</b> Hubungan dalam fungsi waktu antara sinyal keluaran dengan masukan untuk kontroler PID .....	16
<b>Gambar 2.10</b> Respon tangga satuan sebuah sistem.....	17
<b>Gambar 2.11</b> Kurva respons berbentuk S.....	17
<b>Gambar 2.12</b> Sensor LM 35 .....	19
<b>Gambar 2.13</b> Simbol diagram dan gambar fisik Op-Amp 358.....	21
<b>Gambar 2.14</b> Penguat <i>non-inverting</i> .....	21
<b>Gambar 2.15</b> Skematik MOC .....	22
<b>Gambar 2.16</b> TRIAC dan Ekuivalensi Simbolnya .....	23
<b>Gambar 2.17</b> Karakteristik TRIAC .....	24

<b>Gambar 2.18</b> Diagram struktur SCADA .....	26
<b>Gambar 2.19</b> PLC LG Master K 120S .....	29
<b>Gambar 2.20</b> Diagram blok aksi control PID dengan menggunakan PLC.....	30
<b>Gambar 2.21</b> GLOFA G7F-ADHA .....	31
<b>Gambar 2.22</b> Karakteristik <i>A/D conversion</i> (tegangan input).....	32
<b>Gambar 2.23</b> Karakteristik <i>A/D conversion</i> ( Arus Input ) .....	32
<b>Gambar 2.24</b> Karakteristik <i>D/A conversion</i> ( tegangan output ).....	33
<b>Gambar 2.25</b> Karakteristik <i>D/A conversion</i> ( Arus output) .....	33
<b>Gambar 3.1</b> Blok Diagram Sistem .....	34
<b>Gambar 3.2</b> Rangkaian Catu Daya .....	36
<b>Gambar 3.3</b> Konfigurasi rangkaian LM 35 .....	37
<b>Gambar 3.4</b> Rangkaian penguat OP-AMP .....	37
<b>Gambar 3.5</b> Rangkaian <i>Driver AC</i> .....	38
<b>Gambar 3.6</b> Rangkaian Pengatur Tegangan <i>Fan</i> .....	40
<b>Gambar 3.7</b> Diagram Alir Sistem Kendali Suhu.....	41
<b>Gambar 3.8</b> Diagram <i>Ladder</i> Pengendalian suhu udara .....	43
<b>Gambar 3.9</b> <i>Setting</i> analog untuk modul ekspansi G7F-ADHA .....	45
<b>Gambar 3.10</b> <i>Setting</i> PID .....	46
<b>Gambar 3.11</b> <i>Database</i> Pada CIMOND .....	48
<b>Gambar 3.12</b> Konfigurasi Pada <i>Database POWER</i> .....	49
<b>Gambar 3.13</b> Konfigurasi Pada <i>Database Present_Value</i> .....	50
<b>Gambar 3.14</b> Konfigurasi Pada <i>Database Manipulated_Value</i> .....	50
<b>Gambar 3.15</b> Konfigurasi Pada <i>Database Proportional</i> .....	51

<b>Gambar 3.16</b> Konfigurasi Pada <i>Database Derivative</i> .....	51
<b>Gambar 3.17</b> Konfigurasi Pada <i>Database Integral</i> .....	52
<b>Gambar 3.18</b> Konfigurasi Pada <i>Database SET_VALUE</i> .....	52
<b>Gambar 3.19</b> <i>Monitoring</i> Simulasi Kendali Suhu Udara .....	53
<b>Gambar 3.20</b> Konfigurasi Tombol Power .....	54
<b>Gambar 3.21</b> Konfigurasi <i>Dynamic Tag Present Value Digital</i> .....	55
<b>Gambar 3.22</b> Konfigurasi <i>Dynamic Tag Present Value</i> Tegangan .....	55
<b>Gambar 3.23</b> Konfigurasi <i>Dynamic Tag Present Value</i> Suhu.....	56
<b>Gambar 3.24</b> Konfigurasi <i>Dynamic Tag Manipulated Value</i> .....	56
<b>Gambar 3.25</b> Konfigurasi <i>Entry Data Proportional</i> .....	57
<b>Gambar 3.26</b> Konfigurasi <i>Entry Data Derivative</i> .....	57
<b>Gambar 3.27</b> Konfigurasi <i>Entry Data Integral</i> .....	58
<b>Gambar 3.28</b> Konfigurasi <i>Entry Data Set Value</i> .....	58
<b>Gambar 3.29</b> Konfigurasi <i>Dynamic Tag Set Value</i> Suhu .....	59
<b>Gambar 3.30</b> Konfigurasi Tampilan Grafik <i>Present Value</i> dan <i>Set Value</i> .....	59
<b>Gambar 3.31</b> Konfigurasi Tampilan Grafik <i>Manipulated Value</i> .....	60
<b>Gambar 4.1</b> Perbandingan suhu termometer dengan tegangan <i>output</i> op-amp .....	63
<b>Gambar 4.2</b> Gelombang Output Triac untuk 1.76 Vdc .....	66
<b>Gambar 4.3</b> Gelombang Output Triac untuk 2.00 Vdc.....	67
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Pengujian Driver AC.....	69
<b>Gambar 4.5</b> Simulasi untuk kendali suhu udara .....	70
<b>Gambar 4.6</b> Step Respon Sistem <i>Plant heater</i> .....	73

<b>Gambar 4.7</b> Grafik <i>Setpoint</i> 40 <sup>0</sup> C (1).....	75
<b>Gambar 4.8</b> Grafik <i>Setpoint</i> 50° C (2).....	76
<b>Gambar 4.9</b> Grafik <i>Setpoint</i> 60° C (3).....	77
<b>Gambar 4.10</b> Grafik <i>Setpoint</i> 40° C (4).....	78
<b>Gambar 4.11</b> Grafik <i>Setpoint</i> 50° C (5) .....	80
<b>Gambar 4.12</b> Grafik <i>Setpoint</i> 60° C (6).....	81
<b>Gambar 4.13</b> Grafik <i>Setpoint</i> 60° C (7).....	83
<b>Gambar 4.14</b> Grafik <i>Setpoint</i> 60° C (8).....	84
<b>Gambar 4.15</b> Grafik <i>Setpoint</i> 60° C (9).....	85

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Di dunia Industri saat ini telah memiliki sistem otomasi yang berkembang sangat pesat. Hal ini dapat dilihat dari sistem kontrol dengan suatu sistem yang terprogram sehingga dapat mempermudah peran serta manusia. Keberadaan kontroller dalam sebuah sistem kontrol mempunyai kontribusi yang besar terhadap perilaku sistem. Pada prinsipnya hal itu disebabkan oleh tidak dapat diubahnya komponen penyusun sistem tersebut. Artinya, karakteristik plan harus diterima sebagaimana adanya, sehingga perubahan perilaku sistem hanya dapat dilakukan melalui penambahan suatu sub sistem, yaitu kontroller. Salah satu sistem kontrol adalah dengan SCADA.

SCADA ( *Supervisory Control and Data Acquisition* ) bisa diartikan sebagai pengumpul dan pengendali data akuisisi yang merupakan sebagai antarmuka yang dapat memudahkan proses pengontrolan. SCADA ini berfungsi layaknya tugas operator yaitu pemantauan, pengoperasi dan pengontrol. Seperti menghidupkan dan mematikan, mengumpulkan laporan – laporan pada jangka waktu pemakaian objek dan yang paling bermanfaat dapat langsung mengidentifikasi error atau kesalahan yang terjadi pada sistem, oleh alasan tersebut sistem SCADA ini sangat diperlukan pada pengendalian sistem – sistem kontrol entah kontrol produksi pada sebuah industri, kontrol otomatisasi irigasi, kontrol dan pemantau yang digunakan oleh perusahaan listrik dan lain – lain. Kontroler dalam optimasi industri seringkali menggunakan PLC untuk monitoring SCADA.

PLC sendiri mampu diprogram sebagai pengendali PID, dimana pengendali PID adalah gabungan dari pengontrol *Proportional*, pengontrol *Integral* dan pengontrol *Derivative*. Kontrol PID sangat populer dengan kelebihanannya yang mampu menekan *error* sehingga meningkatkan stabilitas sistem.

Salah satu aplikasi dari SCADA adalah untuk pengontrolan suhu pemanas udara melalui komputer. Cara ini sangat efektif untuk memonitoring dan menjaga suhu pemanas udara sesuai dengan yang diinginkan. Sebagai salah satu aplikasi dari sistem ini adalah *inkubator*. *Inkubator* berfungsi untuk menjaga suhu bayi yang terlahir prematur. Bayi prematur membutuhkan *inkubator* untuk menjaga suhu badan bayi dan membuat bayi nyaman. Berdasarkan referensi, suhu bayi yang terlahir secara prematur harus dipertahankan pada suhu 36-37°C. Selain *inkubator*, aplikasi dari sistem kendali suhu ini adalah dalam mesin penghangat ruangan dan sistem kontrol suhu dalam penetasan telur di peternakan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem kendali suhu pemanas udara dengan PLC menggunakan pengendali PID yang suhunya bisa diatur sesuai dengan keinginan.

### 1.3 Batasan Masalah

Dengan adanya permasalahan yang harus diselesaikan pada proses pengendali suhu pemanas udara ( *air heater* ), maka dalam tugas akhir ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. PLC yang digunakan adalah LG MASTER-K 120S dengan modul ekspansi G7F- ADHA dan perangkat lunaknya menggunakan KGL-WIN 3.65 untuk pemrograman dan CIMON untuk *design* dan *monitoring*.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu LM35
3. Nilai suhu yang dapat diinputkan sebagai *set point* hanya berkisar 30°C sampai 60°C dan hanya kenaikan suhu bukan penurunan suhu.
4. Pada tugas akhir ini hanya sebatas sistem kendalinya saja bukan identifikasi dan pemodelan sistem.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengaplikasikan suatu teori tentang kendali PID pada pengendalian pemanas suhu udara ( *air heater* ), sehingga dapat diperoleh nilai *set point* yang *stabil* sesuai dengan keinginan.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dan pembahasan laporan tugas akhir ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan tentang judul, latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah dan tujuan serta sistematika pembahasan dari tugas akhir ini sendiri.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini diuraikan mengenai teori-teori tentang kendali PID dengan menggunakan PLC yang mendukung dalam pelaksanaan serta penyelesaian tugas akhir.

## **BAB III PERANCANGAN SISTEM**

Dalam bab ini diuraikan tentang perancangan serta langkah-langkah dalam pembuatan perangkat keras ( plan suhu udara ) dan perangkat lunak (pemrograman *ladder* dan simulasi pada CIMON) pada tugas akhir ini.

## **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA**

Dari rangkaian yang telah dibuat menjadi suatu perangkat keras (*hardware*) plan untuk kendali suhu udara dan perangkat lunak (*software*) menggunakan KGL WIN dan CIMON, maka dilakukan beberapa analisa serta pengujian terhadap alat tersebut, sehingga dari alat yang telah diselesaikan dapat diketahui seberapa jauh kebenaran dan ketepatan yang dihasilkan dalam praktek bila dibandingkan dengan teori-teori penunjang yang ada.



## **BAB V PENUTUP**

Dari tahapan-tahapan tersebut diatas maka pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran-saran yang dikemukakan berdasarkan pada saat pengujian dari perangkat yang telah dibuat.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Chairul Anwar, 2006, telah melakukan penelitian tentang aplikasi sistem SCADA pada pengisian dan penutupan kaleng susu secara *otomatis*, sistem SCADA yang digunakan berbasis PLC SIEMENS S7-200 dan S7-300. Penelitian ini hanya terdapat 1 PLC sebagai slave dan 1 PLC sebagai master dimana kedua PLC tersebut menggunakan profibus sebagai *interface*. Sistem SCADA bekerja dengan memanfaatkan konektivitas dari modul *ethernet* yang terdapat pada PLC yang terhubung dalam suatu jaringan komputer, untuk itu tidak menutup kemungkinan jika proses pengontrolan dan pengawasan dapat dilakukan lebih dari satu PC yang masih dalam suatu jaringan dari pengujian yang dilakukan, sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan yaitu sistem pengendalian melalui komputer yang masih dalam satu jaringan, sedangkan keseluruhan sistem dapat dikatakan berjalan dengan baik.

Aplikasi sistem SCADA juga diteliti oleh Prestalino Detya, 2007. Penelitian ini SCADA digunakan pada *miniatur water control* dengan menggunakan PLC SIEMENS S7-200 dan S7-300. Sama halnya dengan penelitian sebelumnya profibus juga digunakan sebagai *interface* kedua PLC dan ethernet juga digunakan sebagai konektivitas antara PLC dengan PC. Dari penelitian ini sistem kerja *hardware* bekerja dengan baik tetapi untuk animasi yang dibuat sebagai indikator dari obyek tidak bekerja dengan baik.

Penelitian sistem SCADA juga dilakukan oleh Binar Perdana Putra, 2008. Pada penelitian ini SCADA digunakan pada pengendali beberapa plan – plan industri yang tersimulasikan dalam modul pelatihan yang berada di laboratorium LG Corner Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang terdiri dari *Bottle Filling Trainer*, *Bath Process Reactor Trainer* dan *Sillinder Module* dengan menggunakan PLC Master K 120 S sebagai *Remote Terminal Unit (RTU)* pada tiap plan dan PLC Glofa GM 4 yang digunakan sebagai *Master Terminal Unit (MTU)*. Sistem SCADA ini menggunakan komunikasi C\_NET dalam operasinya. Dan menggunakan RS232 dalam komunikasi antara PLC dengan PC. Dari penelitian ini dapat dilihat bahwa operasi ketiga modul dapat diketahui dan dikontrol oleh operator dari PC maupun *touch screen*.

Penelitian PID untuk pengaturan *temperatur* dilakukan oleh Jaenal Arifin, 2009. Pada pengontrolan *temperatur* menggunakan metode PID ini dilakukan perancangan dan pembuatan pengontrol suhu berbasis mikrokontroler AVR AT90S8515. Secara umum proses yang terjadi adalah proses pengambilan data *setpoint*, proses pendefinisian variabel-variabel kontrol yang penting, proses perhitungan aksi kontrol dan algoritma kontrol, dan proses penyimpanan data yang diperlukan. Untuk mengetahui kemampuan dan unjuk kerja dari alat/sistem yang dirancang, maka sistem diaplikasikan untuk melakukan pengaturan temperatur air akuarium

## 2.2 Proportional Integral Derivatif (PID)

Didalam suatu sistem kontrol kita mengenal adanya beberapa macam aksi kontrol, diantaranya yaitu aksi kontrol proporsional, aksi kontrol integral dan aksi kontrol derivatif. Masing-masing aksi kontrol ini mempunyai keunggulan-keunggulan tertentu, dimana aksi kontrol proporsional mempunyai keunggulan *risetime* yang cepat, aksi kontrol integral mempunyai keunggulan untuk memperkecil *error*, dan aksi kontrol diferensial mempunyai keunggulan untuk memperkecil *derror* atau meredam *overshot/undershot*. Untuk itu agar kita dapat menghasilkan output dengan *risetime* yang tinggi dan *error* yang kecil kita dapat menggabungkan ketiga aksi kontrol ini menjadi aksi kontrol PID.

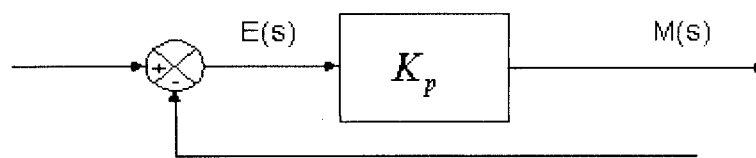
**Tabel 2.1** Tanggapan sistem kontrol PID terhadap perubahan parameter

Respon Loop Tertutup	Waktu Naik	<i>Overshoot</i>	Waktu Turun	Kesalahan Keadaan Tunak
KP	Menurun	Meningkat	Perubahan kecil	Menurun
KI	Menurun	Meningkat	Meningkat	Hilang
KD	Perubahan kecil	Menurun	Menurun	Perubahan kecil

### 2.2.1 Kontrol P (Kontrol Proporsional)

Kontroler proporsional memiliki keluaran yang sebanding/proporsional dengan besarnya sinyal kesalahan (selisih antara besaran yang diinginkan dengan harga aktualnya). Secara lebih sederhana dapat dikatakan, bahwa keluaran kontroler proporsional merupakan perkalian antara konstanta proporsional dengan masukannya. Perubahan pada sinyal masukan akan segera menyebabkan sistem secara langsung mengubah keluarannya sebesar konstanta pengalinya.

Gambar 2.1 menunjukkan blok diagram yang menggambarkan hubungan antara besaran setting, besaran aktual dengan besaran keluaran controller proporsional. Sinyal kesalahan (*error*) merupakan selisih antara besaran setting dengan besaran aktualnya. Selisih ini akan mempengaruhi controller, untuk mengeluarkan sinyal positif (mempercepat pencapaian harga setting) atau negatif (memperlambat tercapainya harga yang diinginkan).



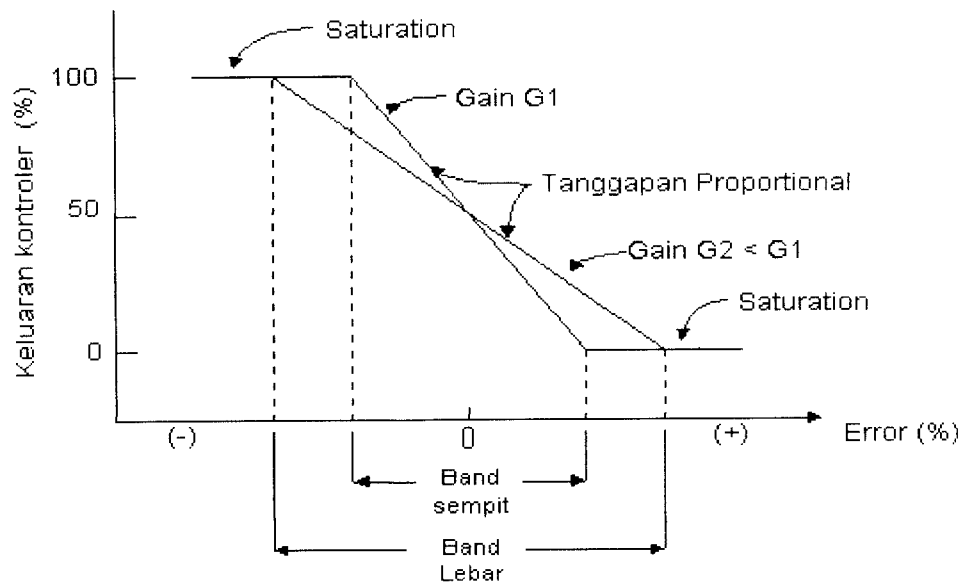
**Gambar 2.1** Diagram blok kontroler proporsional

Kontroler proporsional memiliki 2 parameter, pita proporsional (*proportional band*) dan konstanta proporsional. Daerah kerja controller efektif dicerminkan oleh Pita proporsional, sedangkan konstanta proporsional menunjukkan nilai faktor penguatan terhadap sinyal kesalahan,  $K_p$ .

Hubungan antara pita proporsional (PB) dengan konstanta proporsional ( $K_p$ ) ditunjukkan secara prosentasi oleh persamaan berikut:

$$PB = \frac{1}{K_p} \times 100\%$$

Gambar 2.2 menunjukkan grafik hubungan antara PB, keluaran kontroler dan kesalahan yang merupakan masukan controller. Ketika konstanta proporsional bertambah semakin tinggi, pita proporsional menunjukkan penurunan yang semakin kecil, sehingga lingkup kerja yang dikuatkan akan semakin sempit



**Gambar 2.2** Proportional band dari kontroler proporsional tergantung pada penguatan.

Ciri-ciri kontroler proporsional harus diperhatikan ketika kontroler tersebut diterapkan pada suatu sistem. Secara eksperimen, pengguna kontroler proporsional harus memperhatikan ketentuan-ketentuan berikut ini:

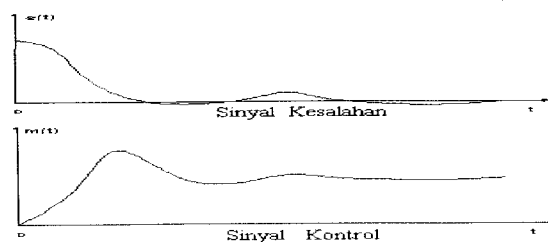
1. Kalau nilai  $K_p$  kecil, kontroler proporsional hanya mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil, sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat.
2. Kalau nilai  $K_p$  dinaikkan, respon sistem menunjukkan semakin cepat mencapai keadaan mantabnya.
3. Namun jika nilai  $K_p$  diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil, atau respon sistem akan berosilasi.

### 2.2.2 Kontrol I (Kontrol Integral)

Kontroller integral berfungsi menghasilkan respon sistem yang memiliki kesalahan keadaan mantap nol. Kalau sebuah plan tidak memiliki unsur integrator ( $1/s$ ), kontroller proporsional tidak akan mampu menjamin keluaran sistem dengan kesalahan keadaan mantapnya nol. Dengan kontroller integral, respon sistem dapat diperbaiki, yaitu mempunyai kesalahan keadaan mantapnya nol.

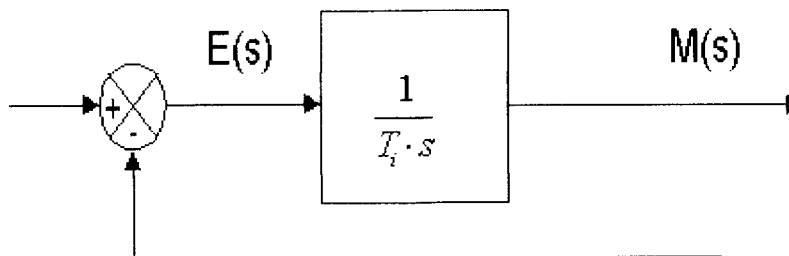
Kontroller integral memiliki karakteristik seperti halnya sebuah integral. Keluaran kontroller sangat dipengaruhi oleh perubahan yang sebanding dengan nilai sinyal kesalahan. Keluaran kontroller ini merupakan jumlahan yang terus menerus dari perubahan masukannya. Kalau sinyal kesalahan tidak mengalami perubahan, keluaran akan menjaga keadaan seperti sebelum terjadinya perubahan masukan.

Sinyal keluaran kontroller integral merupakan luas bidang yang dibentuk oleh kurva kesalahan penggerak- lihat konsep numerik. Sinyal keluaran akan berharga sama dengan harga sebelumnya ketika sinyal kesalahan berharga nol. Gambar 2.3 menunjukkan contoh sinyal kesalahan yang disulutkan ke dalam kontroller integral dan keluaran kontroller integral terhadap perubahan sinyal kesalahan tersebut.



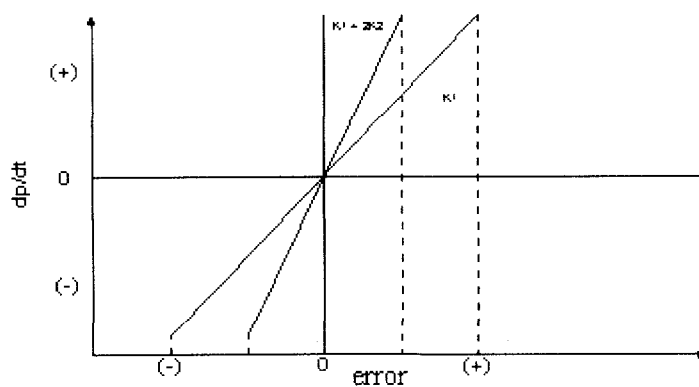
**Gambar 2.3** Kurva sinyal kesalahan  $e(t)$  terhadap  $t$  dan kurva  $u(t)$  terhadap  $t$  pada pembangkit kesalahan nol.

Gambar 2.4 menunjukkan blok diagram antara besaran kesalahan dengan keluaran suatu controller integral.



**Gambar 2.4** Blok diagram hubungan antara besaran kesalahan dengan controller integral

Pengaruh perubahan konstanta integral terhadap keluaran integral ditunjukkan oleh Gambar 2.5. Ketika sinyal kesalahan berlipat ganda, maka nilai laju perubahan keluaran kontroler berubah menjadi dua kali dari semula. Jika nilai konstanta integrator berubah menjadi lebih besar, sinyal kesalahan yang relatif kecil dapat mengakibatkan laju keluaran menjadi besar.



**Gambar 2.5** Perubahan keluaran sebagai akibat penguatan dan kesalahan.

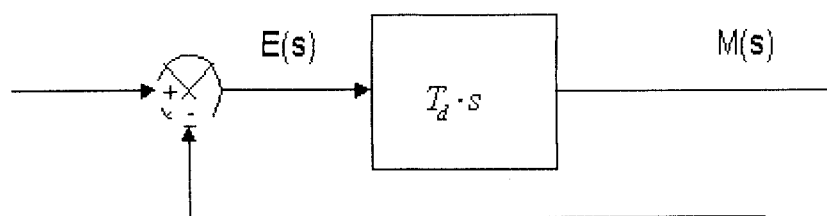


Ketika digunakan, kontroler integral mempunyai beberapa karakteristik berikut ini:

1. Keluaran kontroler membutuhkan selang waktu tertentu, sehingga kontroler integral cenderung memperlambat respon.
2. Ketika sinyal kesalahan berharga nol, keluaran kontroler akan bertahan pada nilai sebelumnya.
3. Jika sinyal kesalahan tidak berharga nol, keluaran akan menunjukkan kenaikan atau penurunan yang dipengaruhi oleh besarnya sinyal kesalahan dan nilai  $K_i$ .
4. Konstanta integral  $K_i$  yang berharga besar akan mempercepat hilangnya *offset*. Tetapi semakin besar nilai konstanta  $K_i$  akan mengakibatkan peningkatan osilasi dari sinyal keluaran kontroler.

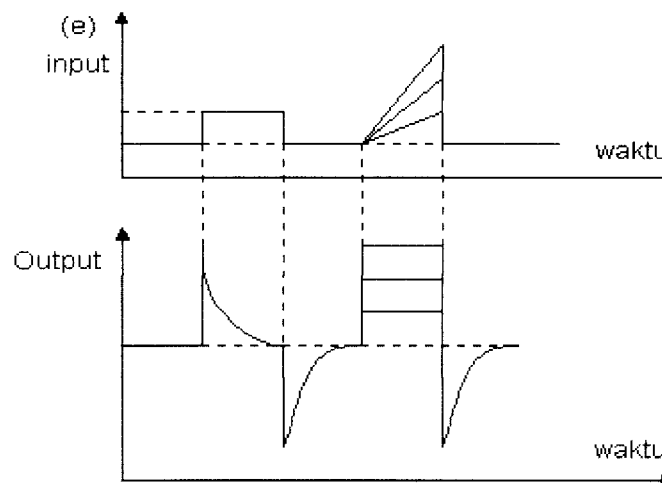
### 2.2.3 Kontrol D ( Kontrol Diferensial )

Keluaran kontroler diferensial memiliki sifat seperti halnya suatu operasi derivatif. Perubahan yang mendadak pada masukan kontroler, akan mengakibatkan perubahan yang sangat besar dan cepat. Gambar 2.6 menunjukkan blok diagram yang menggambarkan hubungan antara sinyal kesalahan dengan keluaran controller.



**Gambar 2.6** Blok Diagram kontroler diferensial

Gambar 2.7 menyatakan hubungan antara sinyal masukan dengan sinyal keluaran kontroler diferensial. Ketika masukannya tidak mengalami perubahan, keluaran kontroler juga tidak mengalami perubahan, sedangkan apabila sinyal masukan berubah mendadak dan menaik (berbentuk fungsi *step*), keluaran menghasilkan sinyal berbentuk impuls. Jika sinyal masukan berubah naik secara perlahan (fungsi *ramp*), keluarannya justru merupakan fungsi *step* yang besar magnitudnya sangat dipengaruhi oleh kecepatan naik dari fungsi *ramp* dan faktor konstanta diferensialnya  $T_d$ .



**Gambar 2.7** Kurva waktu hubungan input-output kontroler diferensial

Karakteristik kontroler diferensial adalah sebagai berikut:

1. Kontroler ini tidak dapat menghasilkan keluaran bila tidak ada perubahan pada masukannya (berupa sinyal kesalahan).
2. Jika sinyal kesalahan berubah terhadap waktu, maka keluaran yang dihasilkan kontroler tergantung pada nilai  $T_d$  dan laju perubahan sinyal kesalahan.

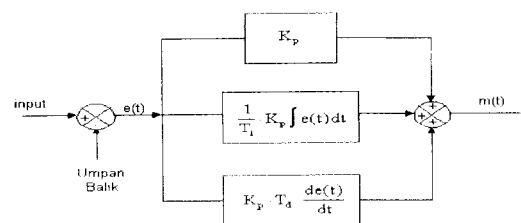
3. Kontroler diferensial mempunyai suatu karakter untuk mendahului, sehingga kontroler ini dapat menghasilkan koreksi yang signifikan sebelum pembangkit kesalahan menjadi sangat besar. Jadi kontroler diferensial dapat mengantisipasi pembangkit kesalahan, memberikan aksi yang bersifat korektif, dan cenderung meningkatkan stabilitas system.

Berdasarkan karakteristik kontroler tersebut, kontroler diferensial umumnya dipakai untuk mempercepat respon awal suatu sistem, tetapi tidak memperkecil kesalahan pada keadaan tunaknya. Kerja kontroler diferensial hanyalah efektif pada lingkup yang sempit, yaitu pada periode peralihan. Oleh sebab itu kontroler diferensial tidak pernah digunakan tanpa ada kontroler lain sebuah sistem.

#### 2.2.4 Kombinasi Kontrol P, I, dan D

Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing kontroler P, I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadi kontroler proposional plus integral plus diferensial (kontroler PID). Elemen-elemen kontroler P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar.

Gambar 2.8 menunjukkan blok diagram kontroler PID.



**Gambar 2.8** Blok diagram kontroler PID analog

Persamaan dengan ketiga kombinasi ini diberikan oleh.

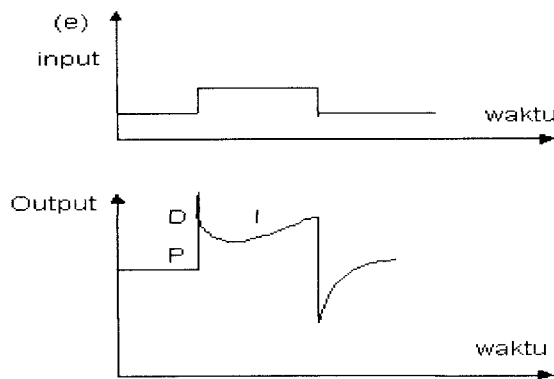
$$U(t) = K_p e(t) - \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau - K_p T_d \frac{de(t)}{dt} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana  $K_p$  adalah konstanta proposional,  $T_i$  waktu integral,  $T_d$  waktu turunan. Atau dalam besaran transformasi laplace :

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 - \frac{1}{T_i s} - T_d s \right) \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p - \frac{K_i}{s} - K_d s \dots\dots\dots(2.3)$$

Keluaran controller PID merupakan jumlahan dari keluaran kontroler proposional, keluaran kontroler integral. Gambar 2.9 menunjukkan hubungan tersebut.



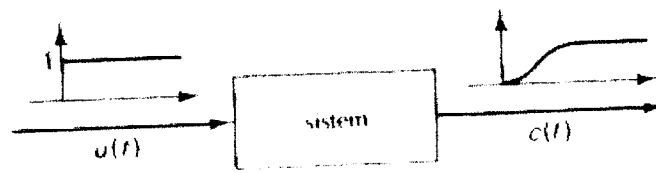
**Gambar 2.9** Hubungan dalam fungsi waktu antara sinyal keluaran dengan masukan untuk controller PID

### 2.3 Tuning kontroler PID

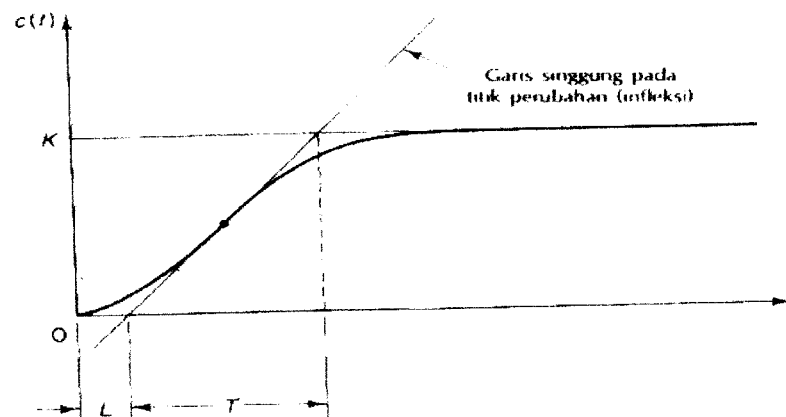
Permasalahan dalam desain kontroler PID adalah menentukan nilai  $K_i$ ,  $K_p$ , dan  $K_d$ . Metode – metode *tuning* dilakukan berdasarkan pada model

matematika/transfer fungsi *plant*/sistem, jika model tidak diketahui, dilakukan eksperimen terhadap sistem.

Cara *tuning* kontroler PID yang paling populer adalah dengan metode **Ziegler – Nichols**. Metode Ziegler – Nichols diperkenalkan pertama kali pada tahun 1942. metode ini memiliki dua cara. Kedua metode ditujukan untuk menghasilkan respon sistem dengan lonjakan maksimum sebesar 25%. **Metode pertama**. Dilakukan berdasar eksperimen, dengan memberikan input *step* pada sistem, dan mengamati hasilnya. Sistem harus mempunyai *step response* (respons terhadap *step*) berbentuk kurva S.



**Gambar 2.10.** Respon tangga satuan sebuah sistem



**Tabel 2.2** Aturan Metode Ziegler – Nichols

Tipe alat kontrol	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	T/L	~	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

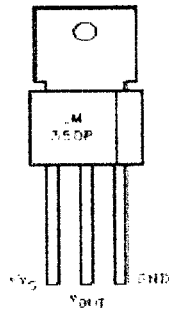
Setelah parameter-parameter diperoleh, dapat dipakai sebagai patokan membuat pengendali PID untuk diterapkan ke dalam sistem *plant heater* sehingga diperoleh hasil yang sesuai dengan apa yang diharapkan yaitu mengontrol suhu pada keadaan stabil pada nilai suhu tertentu.

#### 2.4. Sensor Suhu LM 35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika elektronika yang diproduksi oleh National Semiconductor. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain. LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan kesensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu

daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar 60  $\mu\text{A}$  hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (self-heating) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5  $^{\circ}\text{C}$  pada suhu 25  $^{\circ}\text{C}$ .



**Gambar 2.12** Sensor LM 35

pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau  $V_{out}$  dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1.5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat celcius sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu} \times 10 \text{ Mv} \dots\dots\dots ( 2.4 )$$

Secara prinsip sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1  $^{\circ}\text{C}$  akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar 0,01  $^{\circ}\text{C}$  karena terserap pada suhu permukaan tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan selisih antara suhu udara dan suhu permukaan dapat dideteksi oleh sensor LM35

sama dengan suhu disekitarnya, jika suhu udara disekitarnya jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka LM35 berada pada suhu permukaan dan suhu udara disekitarnya .

Berikut ini adalah karakteristik dari sensor LM35.

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mVolt/°C, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam celsius.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5°C pada suhu 25 °C.
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55 °C sampai +150 °C.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60  $\mu$ A.
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (low-heating) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar  $\pm \frac{1}{4}$  °C.

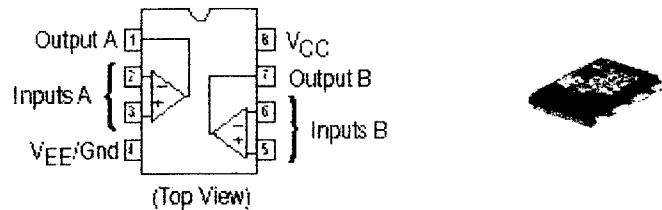
## **2.5. Penguat Operasional**

### **2.5.1. IC LM 358**

Penguat operasional (op-amp) merupakan kumpulan puluhan transistor dan resistor dalam bentuk satu chip IC. Op-Amp merupakan komponen aktif linear yang merupakan penguat gandeng langsung (*direct coupling*), dengan penguatan terbuka (*open gain*) yang sangat besar dan dapat dipakai untuk menjumlahkan, mengalikan, membagi, mendiferensialkan, serta mengintegrasikan tegangan listrik. IC Op-Amp sering dipakai untuk perhitungan-perhitungan analog, instrumentasi, maupun berbagai macam aplikasi kontrol.



IC LM358 didesain secara sempurna dalam hal penggunaan dua buah Op-Amp secara bersamaan dalam satu chip, Gambar 2.13 adalah IC LM358.



**Gambar 2.13** Simbol diagram dan gambar fisik Op-Amp 358

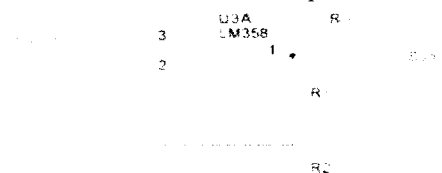
IC Op-Amp LM358 memiliki keunggulan dalam pemakaian daya yang lebih rendah, kemampuan penggunaan saluran input yang berkorelasi dengan saluran pentanahan, dapat dicatu menggunakan mode catu daya tunggal maupun catu daya ganda.

**Tabel 2.3** Fungsional LM 358

No Pin	Fungsi
1	Keluaran A (Output A)
2	Masukan menjungkir (Input inverting)
3	Masukan Tak menjungkir (Input non-inverting)
4	Dihubungkan dengan terminal negatif pencatu daya ( $V^-$ )
5	Masukan Tak menjungkir (Input non-inverting)
6	Masukan menjungkir (Input inverting)
7	Keluaran B (Output B)
8	Dihubungkan dengan terminal positif pencatu daya ( $V^+$ )

### 2.5.2. Penguat non-Inverting

Rangkaian penguat non-Inverting ditunjukkan gambar 2.14. Sinyal yang ingin dikuatkan dimasukkan ke input non-inverting.



**Gambar 2.14** Penguat *non-inverting*

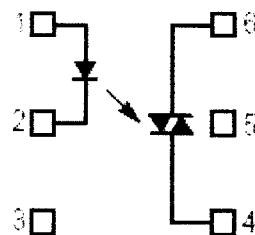
Hubungan tegangan masukan dan keluaran diperlihatkan pada persamaan :

$$V_o = A \cdot V_i \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

$$V_o = \left(1 + \frac{R1}{R2}\right) \cdot V_i \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

## 2.6. MOC 3020

MOC merupakan komponen elektronika yang digunakan sebagai pengaman saat terjadi ledakan atau gangguan pada daerah tegangan tinggi, sehingga daerah pada tegangan rendah seperti rangkaian kendali tetap aman. MOC merupakan opto Triac yang dapat membuka saklar pada Triac sehingga dapat mengalirkan tegangan AC. MOC ini dapat bekerja saat dialiri tegangan DC sebesar 0 -5 volt sesuai dengan kebutuhan.



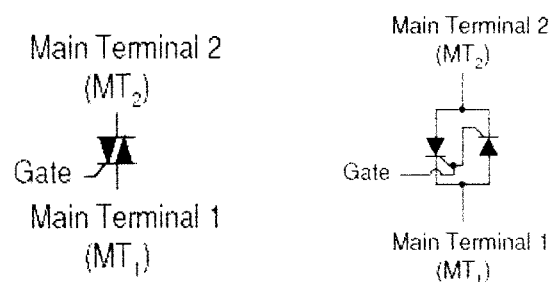
**Gambar 2.15** Skematik MOC

Bagian yang berada disebelah kiri terhubung dengan tegangan rendah, sedangkan bagian sebelah kanan terhubung dengan tegangan tinggi. Kaki nomor 1 dan 2 merupakan diode yang akan memberikan sinyal kepada kaki 4 dan 6 yaitu opto Triac. Dari opto Triac tersebut nantinya akan memicu *gate* Triac yang berasal dari pin kaki 4 opto, sehingga saklar akan membuka dan mengalirkan tegangan.

## 2.7. TRIAC

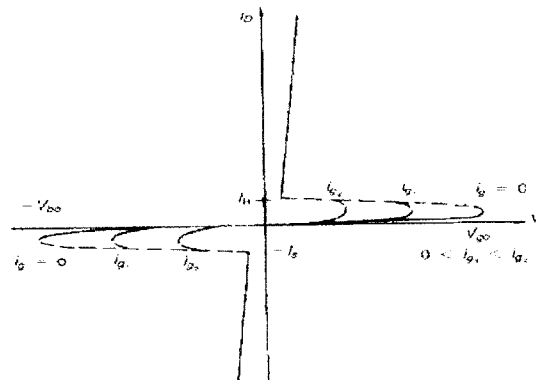
TRIAC merupakan singkatan dari *TRIode Alternating Current*, yang artinya adalah saklar triode untuk arus bolak-balik. TRIAC adalah pengembangan dari pendahulunya yaitu DIAC dan SCR. Ketiganya merupakan sub-jenis dari Thyristor, piranti berbahan silikon yang umum digunakan sebagai saklar elektronik, disamping transistor dan FET. Perbedaan diantara ketiganya adalah dalam penggabungan unsur-unsur penyusunnya serta dalam segi arah penghantaran arus listrik yang melaluinya.

TRIAC sebenarnya adalah gabungan dua buah SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) atau Thyristor yang dirancang anti paralel dengan 1 (satu) buah elektroda gerbang (*gate electrode*) yang menyatu. SCR merupakan piranti zat padat (*solid state*) yang berfungsi sebagai sakelar daya berkecepatan tinggi.



**Gambar 2.16** TRIAC dan Ekuivalensi Simbolnya

TRIAC memiliki karakteristik *switching* seperti pada SCR, kecuali bahwa TRIAC dapat berkonduksi dalam berbagai arah. TRIAC dapat digunakan untuk mengontrol aliran arus dalam rangkaian AC. Elemen seperti penyearah dalam kedua arah menunjukkan kemungkinan dua aliran arus antara terminal utama M1 dan M2. Pengaturan dilakukan dengan menerapkan sinyal antara *gate* (gerbang) dan M1.



**Gambar 2.17** Karakteristik TRIAC

Karena dapat bersifat konduktif dalam dua arah, biasanya TRIAC digunakan untuk mengendalikan fasa arus AC (contohnya kontroler tegangan AC). Selain itu, karena TRIAC merupakan devais bidireksional, terminalnya tidak dapat ditentukan sebagai *anode* atau *katode*. Jika terminal MT2 positif terhadap terminal MT1, TRIAC dapat dimatikan dengan memberikan sinyal gerbang positif antara gerbang G dan MT1. Sebaliknya jika terminal MT2 negatif terhadap MT1 maka TRIAC akan dapat dihidupkan dengan memberikan sinyal pulsa negatif antara gerbang G dan terminal MT1. Tidak perlu untuk memiliki kedua sinyal gerbang positif dan negatif dan TRIAC akan dapat dihidupkan baik dengan sinyal positif atau negatif.

## 2.8. Definisi SCADA

SCADA bisa diartikan sebagai pengumpul dan pengendali data akuisisi yang merupakan sebagai antarmuka yang dapat memudahkan proses pengontrolan. SCADA ini berfungsi layaknya tugas operator yaitu pemantauan, pengoperasi dan pengontrol. Seperti menghidupkan dan mematikan, mengumpulkan laporan – laporan pada jangka waktu pemakaian objek dan yang

paling bermanfaat dapat langsung mengidentifikasi *error* atau kesalahan yang terjadi pada sistem, oleh alasan tersebut sistem SCADA ini sangat diperlukan pada pengendalian sistem – sistem kontrol baik itu kontrol produksi pada sebuah industri, kontrol otomatisasi irigasi, kontrol dan pemantau yang digunakan oleh perusahaan listrik dan lain – lain.

Secara garis besar sistem SCADA terbagi menjadi lima yaitu:

a. Operator

Manusia yang menjadi operator bertugas memonitor SCADA sistem yang dapat melakukan kontrol terhadap fungsi – fungsi SCADA.

b. *Human Machine Interface* (HMI)

*Interface* aplikasi pada komputer yang akan menampilkan data (grafik, angka dan seterusnya) kepada operator dan tersedia fungsi input kontrol sistem SCADA.

c. *Master Terminal Unit* (MTU)

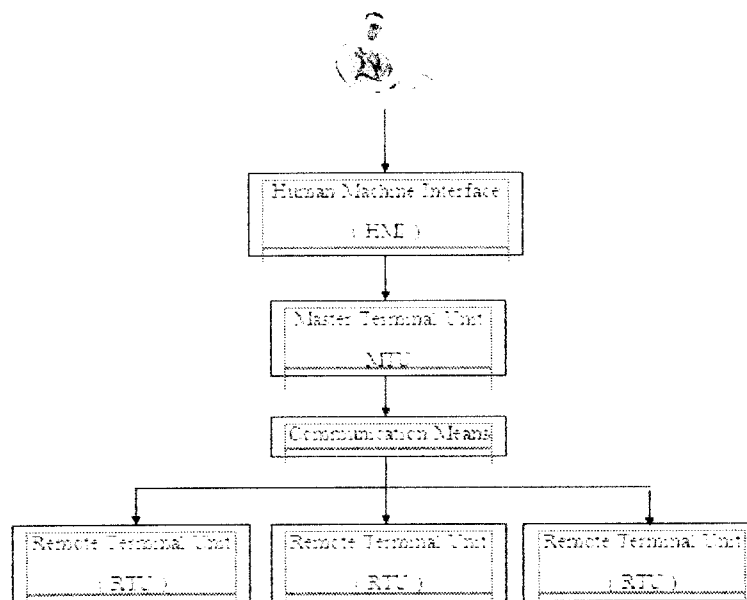
Perangkat yang berfungsi sebagai master pada arsitektur *master/slave*. MTU ini menampilkan data ke operator melalui HMI, mengumpulkan data dari lokasi yang berjauhan dan mengirimkan sinyal kontrol ke *remote site*.

d. *Communications means*

Metode komunikasi antar MTU dan *remote controller*. Biasanya menggunakan internet, *wireless*, *wired network* atau bahkan PSTN.

e. *Remote Terminal Unit (RTU)*

Perangkat PLC yang berfungsi sebagai *slave* pada arsitektur *master/slave*. Mengirimkan sinyal – sinyal kontrol ke perangkat yang akan dikendalikan, memperoleh data dari perangkat tersebut. kemudian mengirimkan data ke MTU. Komunikasi antara MTU dan RTU relatif sangat tinggi.



**Gambar 2.18** Diagram struktur SCADA

Sistem SCADA memiliki kemampuan dalam mempelajari proses. Semakin banyak hal yang bisa dipantau, semakin detik operasi yang bisa dilihat dan semuanya bekerja secara *real time*. Tidak peduli sekompleks apapun proses yang ditangani semua dapat dilihat dalam skala besar maupun kecil, dengan demikian semua kesalahan yang terjadi dapat ditelusuri, serta data dapat langsung dikontrol karena data bersifat terpusat dan terdistribusi.

Sistem SCADA juga memberikan keleluasaan dalam mengatur maupun mengkonfigurasi sistem, dengan menempatkan sensor dan kontrol di setiap titik kritis di dalam proses yang ditangani, hal ini biasanya digunakan untuk peringatan dini dari jarak jauh.

## **2.9. Programmable Logic Controller ( PLC )**

### **2.9.1. Definisi PLC**

PLC adalah suatu rangkaian mikrokontroler yang terdiri dari beberapa bagian, yaitu CPU, *Memory*, Data Register, Internal *relay*, *Input / Output Counter* dan *Timer* yang terintegrasi dalam satu perangkat. Pada SCADA PLC digunakan sebagai MTU dan RTU.

Ada beberapa alasan kenapa PLC digunakan pada dunia industri, seperti: tidak memerlukan pekerjaan *wiring* kabel yang rumit, kecepatan respon yang tinggi dan efisiensi, mudah untuk modifikasi sistem, dapat digunakan untuk sistem yang kompleks (MMI atau HMI), dapat dikomunikasikan antar PLC, serta penghematan komponen seperti *timer*, *relay* dan *counter*.

### **2.9.2. Prinsip kerja PLC**

Untuk dapat menggunakan PLC, cukup dengan menghubungkan sensor pada bagian *input device* PLC dan alat – alat yang dikontrol pada bagian output device PLC. Kemudian program yang ada dalam PLC akan memproses data dari masukan *input device* PLC dan *outputnya* akan bekerja sesuai dengan program yang dibuat dan tersimpan di dalam modul memori PLC.

Peralatan *input* dapat berupa sensor fotoelektrik, *push button*, panel kontrol, *limit switch* atau peralatan lainnya dimana dapat menghasilkan suatu

sinyal yang dapat diterima PLC. Peralatan *output* dapat berupa *switch* yang menggerakkan lampu indikator, *relay* yang menyalakan motor atau peralatan lain yang dapat digerakkan oleh sinyal output dari PLC.

PLC menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi – instruksi yang dapat menjalankan fungsi – fungsi khusus seperti : logika, pewaktuan, sekuensial dan aritmetika yang dapat mengendalikan suatu mesin atau proses melalui modul – modul I/O baik analog maupun digital.

### **2.9.3. Bagian – Bagian PLC**

Sebagai perangkat pengendali proses, PLC mempunyai bagian – bagian penting yang mendukung unjuk kerja sistemnya. Bagian – bagian itu adalah :

a. CPU

CPU berfungsi untuk mengontrol dan mengawasi semua pengoperasian dalam PLC, melaksanakan program yang disimpan di dalam memori.

b. Memori

Memori yang terdapat pada PLC berfungsi untuk menyimpan program dan memberikan lokasi – lokasi dimana hasil – hasil perhitungan dapat disimpan di dalamnya.

c. I/O

Setiap *input/output* memiliki alamat dan nomor urutan khusus yang digunakan selama membuat program untuk memonitor satu persatu aktivitas input dan output didalam program.



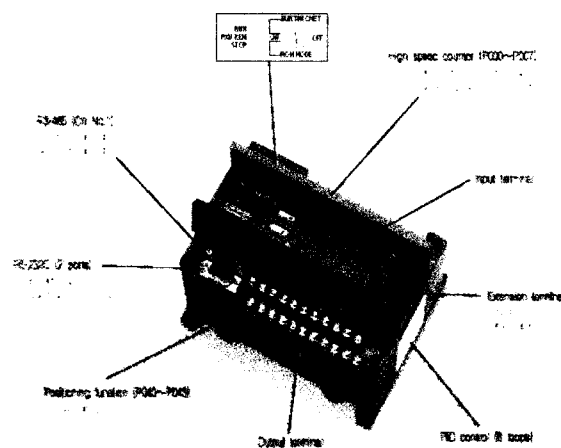
d. Power Supply

PLC tidak akan beroperasi jika tidak ada catu daya listrik. Catu daya merubah tegangan *input* menjadi menjadi tegangan listrik yang dibutuhkan oleh PLC. Dengan kata lain, sebuah catu daya listrik mengkonversikan supply daya (220 V) ke daya yang dibutuhkan CPU atau modul *input/output*.

#### 2.9.4 Jenis-Jenis PLC LG

a. PLC LG MASTER-K 120 S

PLC ini memiliki fasilitas yang sangat banyak. Beberapa diantaranya adalah proses program dengan kecepatan tinggi, tanpa baterai untuk penyimpanan data, menggunakan RS232 untuk komunikasi dengan komputer dan RS485 untuk komunikasi antar PLC, fungsi kendali PID, *timer*, *counter* dan lain –lain.

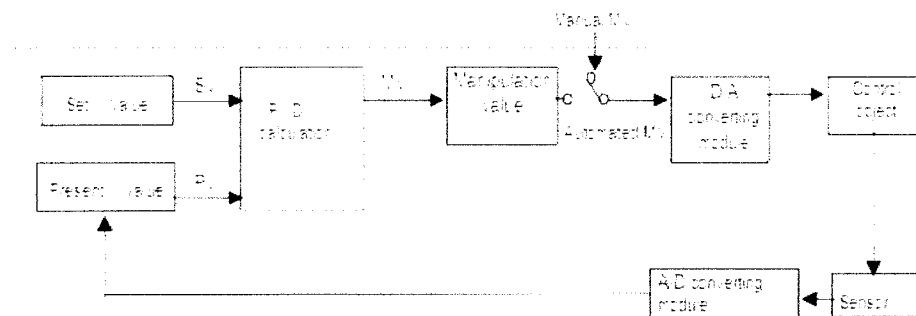


**Gambar 2.19** PLC LG Master K 120S

PLC Master K 120 S memiliki 128 buah *timer* dan 128 *counter* dengan berbagai mode yang bermacam – macam. Master K 120 S

memiliki 128 *input* dan 8 *output*. Tegangan untuk masukan sebesar 24 Volt dan keluaran merupakan relay yang dapat digunakan untuk berbagai macam pensaklaran, baik DC maupun AC.dengan arus beban maksimal 2 A. Sumber daya dari PLC itu sendiri adalah tegangan AC 220 Volt.

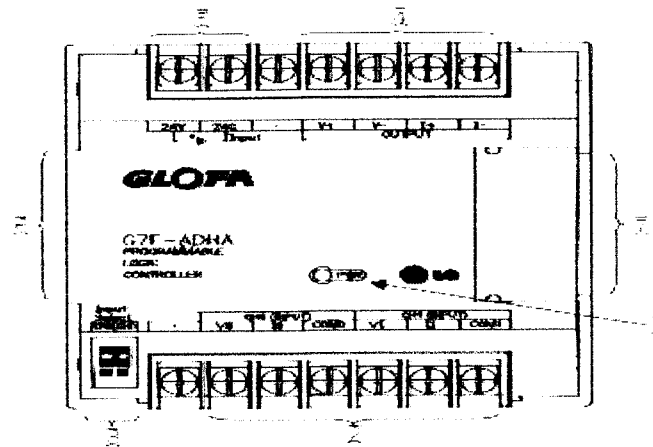
Pada PLC MASTER-K 120 S terdapat fungsi kontrol PID dan dapat dilakukan dengan mudah dengan intruksi ( PID8, PID8AT ). Selain itu operasi P, operasi PI, maupun operasi PID dapat dilakukan dengan mudah dengan mengatur parameter yang telah tersedia di KGL-WIN. Gambar 2.20 merupakan diagram blok dari aksi control PID dengan menggunakan PLC MASTER-K 120S



**Gambar 2.20.** Diagram blok aksi control PID dengan menggunakan PLC

b. *AD/DA Combination Module G7F-ADHA*

G7F-ADHA adalah modul kombinasi dari analog-digital converter (ADC) dengan digital-analog converter ( DAC ) dan merupakan modul ekspansi untuk PLC seri GLOFA GM7 dan MASTER-K 120S. Modul ini digunakan untuk konversi sinyal input analog( tegangan atau arus listrik ) dari sensor kedalam 12 bit digital biner dan sebaliknya. Gambar 2.21 merupakan modul ekspansi G7F-ADHA.



**Gambar 2.21** GLOFA G7F-ADHA

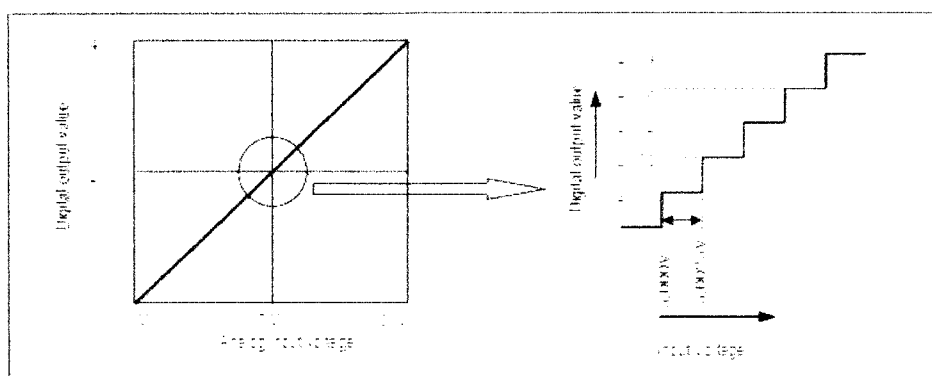
G7F-ADHA terdiri dari 2 *channel*, yaitu *channel 0* dan *channel 1*, dengan masukan berupa tegangan atau arus yang dapat dipilih dengan menjumper pada bagian *input select*. Tegangan *eksternal* untuk modul ini adalah 24V. Pada modul ini hanya terdapat satu jenis output ( arus atau tegangan). Modul ini memiliki *special data register* yang digunakan apabila terhubung dengan MASTER-K 120S. Berikut adalah tabel data *register* dan penjelasannya.

**Tabel 2.4** *Special data register* pada G7F-ADHA

Special Data Register	Penjelasan	Keterangan
D4980	Nilai A/D <i>conversion</i> dari channel 1 disimpan	Expansion module # 1
D4981	Nilai A/D <i>conversion</i> dari channel 2 disimpan	
D4982	Nilai D/A <i>conversion</i>	
D4983	Tidak digunakan	
D4984	Nilai A/D <i>conversion</i> dari channel 1 disimpan	Expansion module # 2
D4985	Nilai A/D <i>conversion</i> dari channel 2 disimpan	
D4986	Nilai D/A <i>conversion</i>	
D4987	Tidak digunakan	

Selain memiliki *special data register* G7F-ADHA memiliki karakteristik I/O conversion yaitu:

### 1. Tegangan input

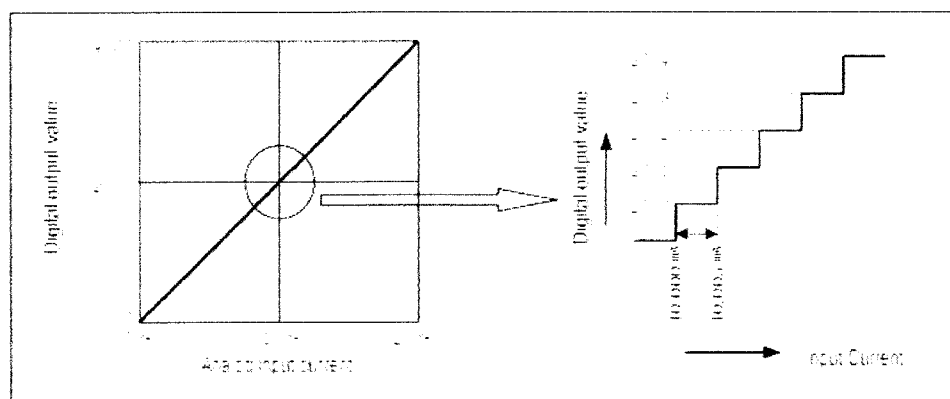


A/D conversion characteristics (voltage input).

**Gambar 2.22** Karakteristik A/D conversion (tegangan input)

Pada tegangan input apabila nilai digital adalah 0 maka nilai tegangan adalah 0V. Dan apabila nilai digital adalah 4095 maka setara dengan 10 V. Karena itu setiap kenaikan tegangan sebesar 2.5 mV setara dengan kenaikan 1 pada bilangan digitalnya.

### 2. Arus input



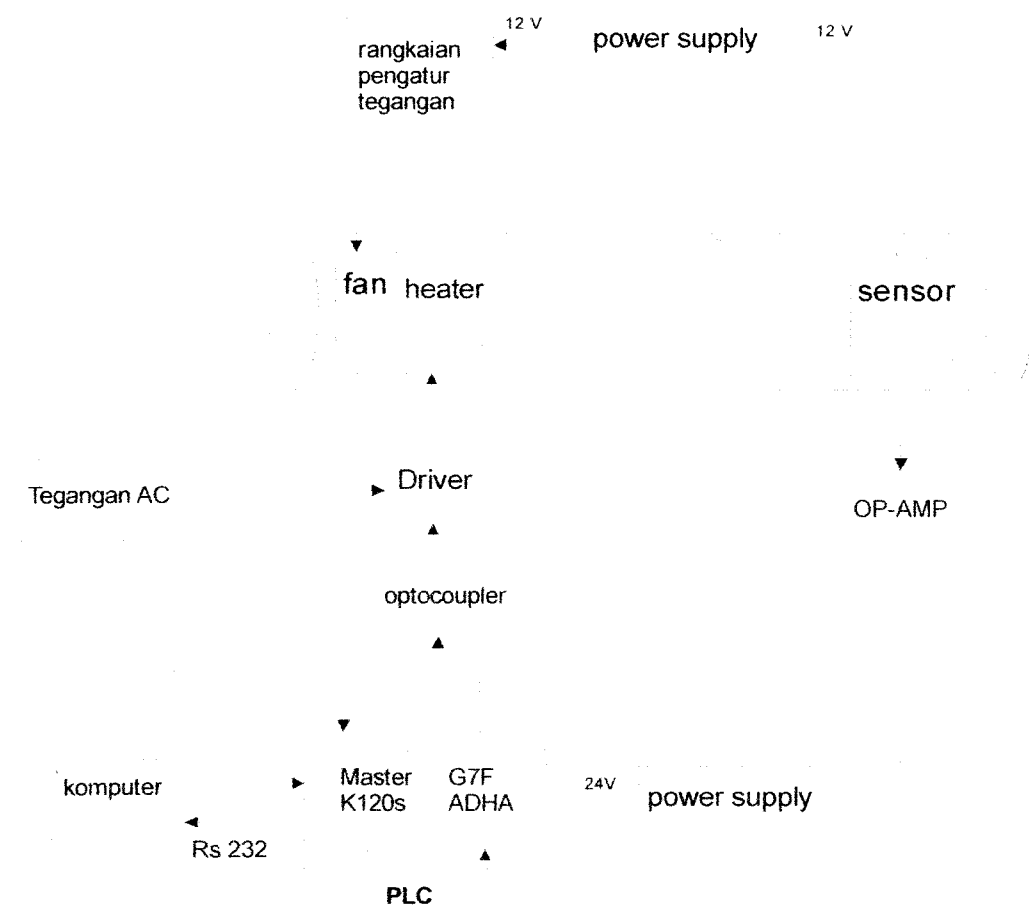
A/D conversion characteristics (Current input).

**Gambar 2.23** Karakteristik A/D conversion ( Arus Input )

## BAB III

### PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1. Perancangan Sistem.

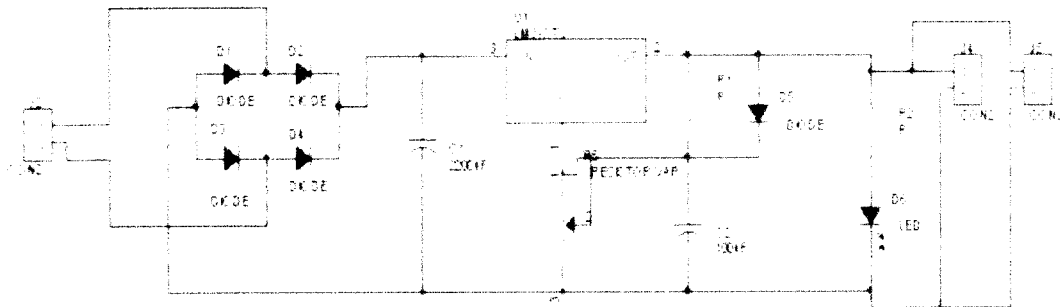


**Gambar 3.1** Blok Diagram Sistem

Pada bagan diatas PLC adalah kontroller sistem dengan PID sebagai pengendalinya, input PLC adalah sebuah tegangan dari output sensor LM35 dimana tegangan keluaran dari sensor ini sebesar  $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  dan sensor tersebut dicatu oleh sumber tegangan dari *powersupply* sebesar 12 Volt. Sebelum masuk ke modul ekspansi PLC seri G7F-ADHA yang fungsinya sebagai ADC/DAC tegangan keluaran dari sensor dikuatkan sebesar 5.55 kali oleh penguat OP-AMP agar didapat *range* tegangan input PLC sebesar 0-10 Volt. PLC sendiri terhubung dengan PC melalui port seri dengan metode koneksi RS 232. Untuk tegangan sumber PLC memakai sumber tegangan 220 Volt. Dari PC inilah dapat diatur tingkat panas *heater* untuk mendapatkan suhu yang diinginkan/*set value* (SV). Dalam tugas akhir ini perangkat lunak yang digunakan adalah KGL-WIN 3.65 untuk pemrograman *ladder diagram* dan CIMON untuk desain dan tampilan. Dalam sistem ini nilai *set value* yang bisa diinputkan adalah sebesar  $30^{\circ}\text{C}$  sampai  $60^{\circ}\text{C}$ . Karena sinyal keluaran PLC ini hanya 0 – 10 Volt DC maka untuk menghidupkan *heater* bertegangan AC 220 Volt, sinyal keluaran pada PLC ini harus di kondisikan oleh rangkaian *driver triac*. Sedangkan *optocoupler/optoisolator* berfungsi sebagai isolasi elektrik antara tegangan masukan dan tegangan keluaran. Pada sistem ini fan berguna untuk menurunkan suhu udara yang dikendalikan secara manual dengan mengatur tegangan fan sebesar 0 Volt sampai 12 Volt.

## 3.2 Perancangan *Hardware*

### 3.2.1. Rangkaian Catu Daya



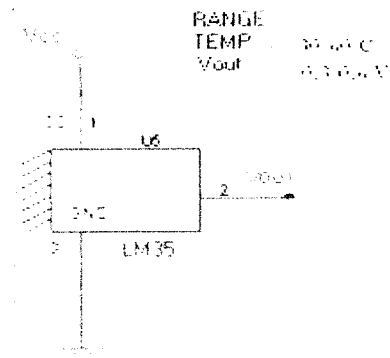
**Gambar 3.2** Rangkaian Catu Daya

Catu daya digunakan untuk menyuplai tegangan yang dibutuhkan oleh *rangkaian pengatur tegangan untuk fan, sensor dan penguat OP-AMP*. Output tegangan yang dapat dihasilkan oleh catu daya ini bisa diatur dari 6 Volt sampai 12 Volt. Namun tegangan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah 12 Volt.

### 3.2.2. Sensor suhu LM 35

Perancangan *hardware* sistem pengendalian suhu pemanas udara ini menggunakan jangkauan pengukuran  $30^{\circ}$  sampai  $60^{\circ}\text{C}$  dengan menggunakan konfigurasi rangkaian seperti pada Gambar 3.3 setiap kenaikan suhu  $1^{\circ}\text{C}$  akan menyebabkan kenaikan keluaran sensor LM35 sebesar 10 mV, maka tingkat kenaikan tegangan yang diukur dari keluaran sensor suhu LM35 harus dikuatkan dengan

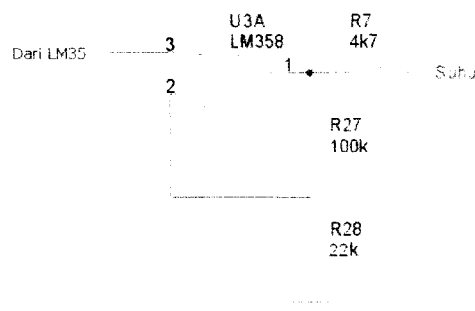
menggunakan rangkaian amplifier sehingga tingkat kenaikan tegangan berada di atas toleransi ketelitian.



Gambar 3.3 Konfigurasi rangkaian LM 35

3.2.3. Rangkaian Penguat Op-Amp

Pada suatu sistem instrumentasi diperlukan penguat OP-Amp, hal ini dimaksudkan agar sinyal elektrik keluaran dari sensor dapat diolah sedemikian rupa sehingga sesuai dengan format peralatan keluaran yang diinginkan. Pada tugas akhir ini digunakan penguat *non-inverting*.



Gambar 3.4. Rangkaian penguat OP-AMP

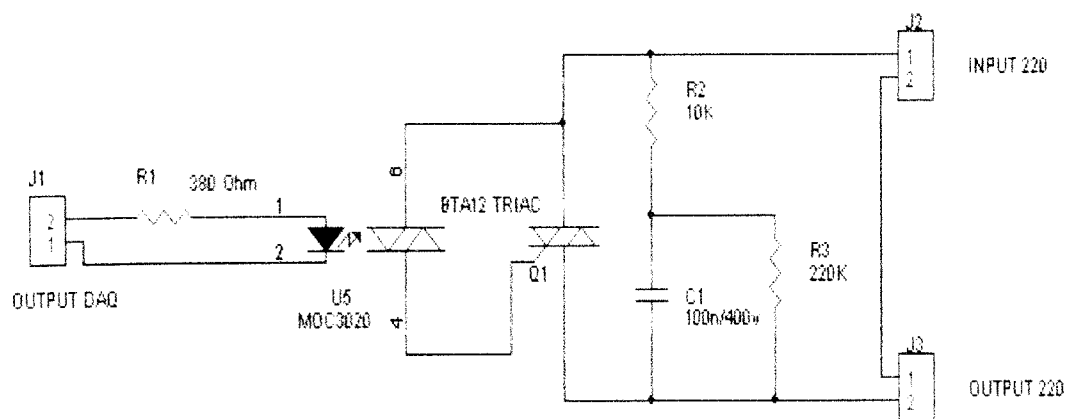


Dengan rangkaian diatas diperoleh besarnya penguatan :

$$\begin{aligned}
 A &= V_o/V_i \\
 &= (1+ R_1/R_2) \\
 &= (1+ 100K/22K) = \mathbf{5.54x\dots\dots\dots( 3.1 )}
 \end{aligned}$$

### 3.2.4. Rangkaian *Driver Heater*

Rangkaian *driver* AC ini berfungsi sebagai pemucuan tegangan pada komponen TRIAC yang mengatur keluaran tegangan 220 AC. Pemucuan pada rangkaian ini yaitu berasal dari output modul ekspansi PLC G7F-ADHA yang memiliki tegangan keluaran sebesar 0 – 10 volt DC. Rangkaian tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



**Gambar 3.5** Rangkaian *Driver AC*

Cara kerja rangkaian di atas yaitu saat diberikan input tegangan DC yang berasal dari output PLC G7F-ADHA, maka akan memberikan picuan terhadap

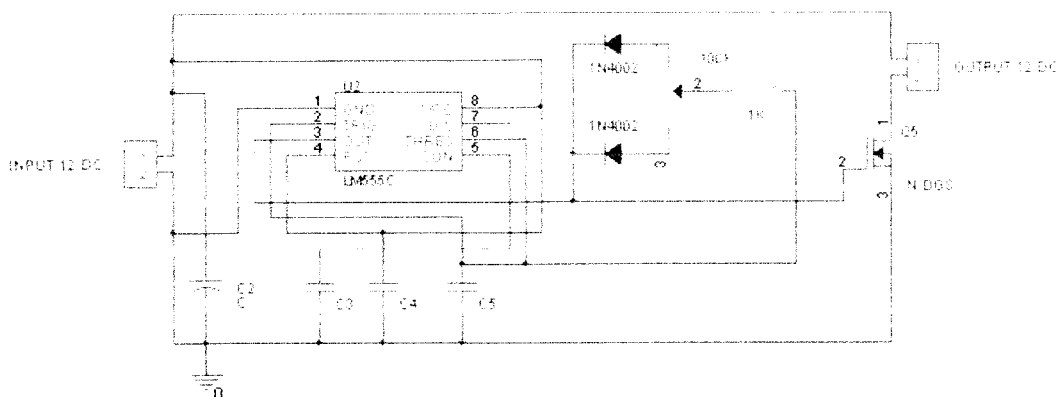
TRIAC BTA 12. Besarnya nilai tegangan picu akan berpengaruh terhadap pembukaan gate TRIAC yang nantinya akan mengalirkan tegangan AC ke *heater*. Komponen TRIAC ini dapat dikatakan sebagai saklar yang akan membuka dan menutup tegangan AC yang pengaturannya dikendalikan oleh tegangan DC yang berasal dari PLC.

Rangkaian ini menggunakan MOC 3020 merupakan OptoTriac, yang berfungsi sebagai pengaman PLC. Jadi saat terjadi ledakan atau gangguan pada daerah yang dialiri oleh tegangan AC, maka PLC akan aman.

Saat Triac berubah dari *ON* ke "*off*", tegangan yang masih ada di Triac akan menimbulkan *spike* (loncatan tegangan). *Spike* jika pada relay berupa loncatan bunga api. *Spike* ini akan memperpendek umur Triac. sehingga rangkaian ini dilengkapi dengan kombinasi R2 dan C. Kombinasi R2 dan C ini disebut rangkaian *snubber*, R3 digunakan untuk membuang muatan tegangan yang ada di Capacitor saat Triac "*off*". Jika R3 tidak di pasang, saat Triac "*off*". Capacitor akan terus menerus menyimpan muatan. Ini akan merusak Capacitor.

### **3.2.5. Rangkaian Pengatur Tegangan *Fan***

Rangkaian ini digunakan sebagai pengatur tegangan pada *fan* sehingga aliran udara yang dihasilkan oleh *fan* dapat mengalirkan panas sepanjang tabung *plan* menuju sensor LM 35. Selain itu, aliran angin dari *fan* ini juga dapat difungsikan sebagai pembuang panas sehingga suhu dapat sedikit menurun. Untuk rangkaian pengatur tegangan *fan* dapat dilihat seperti gambar berikut :

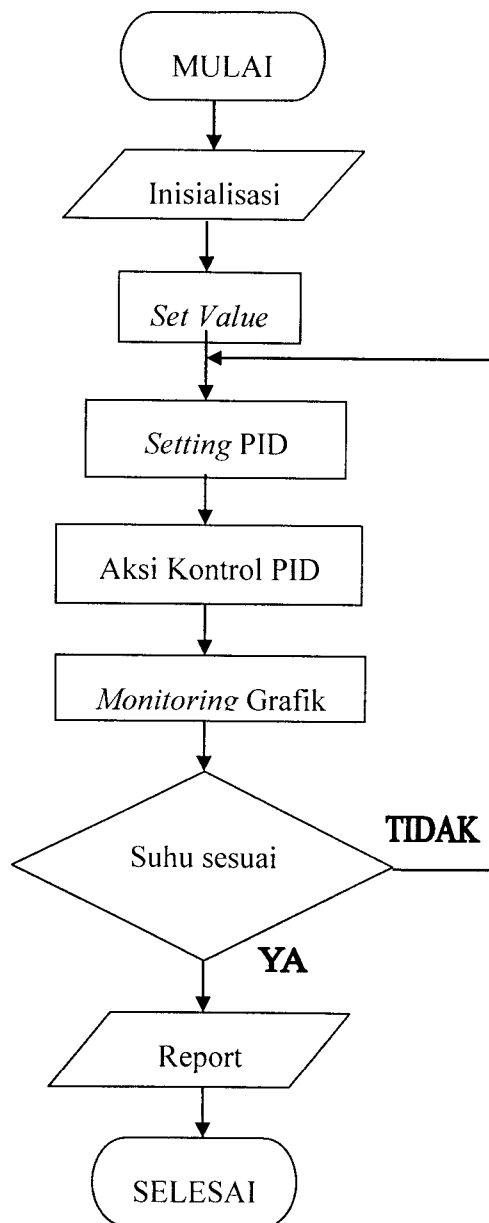


**Gambar 3.6** Rangkaian Pengatur Tegangan *Fan*

Masukan rangkaian ini sebesar 12 volt DC yang berasal dari rangkaian *power Supply* pada gambar sebelumnya. Kemudian tegangan masuk ke IC *timer* (LM555) yang sebelumnya masuk ke kapasitor. Fungsi dari IC LM555 yaitu biasa digunakan sebagai pewaktuan. Keluaran dari LM555 masuk dioda dan potensio meter, fungsi potensio meter ini yaitu agar tegangan yang masuk transistor dapat divariasikan sesuai kebutuhan. Sedangkan fungsi transistor di sini yaitu sebagai saklar yang digunakan untuk switching tegangan output. Besar kecilnya tegangan yang keluar diatur oleh putaran potensio meter.

### 3.3 Perancangan *Software*

#### 3,3.1 Diagram Alir Sistem

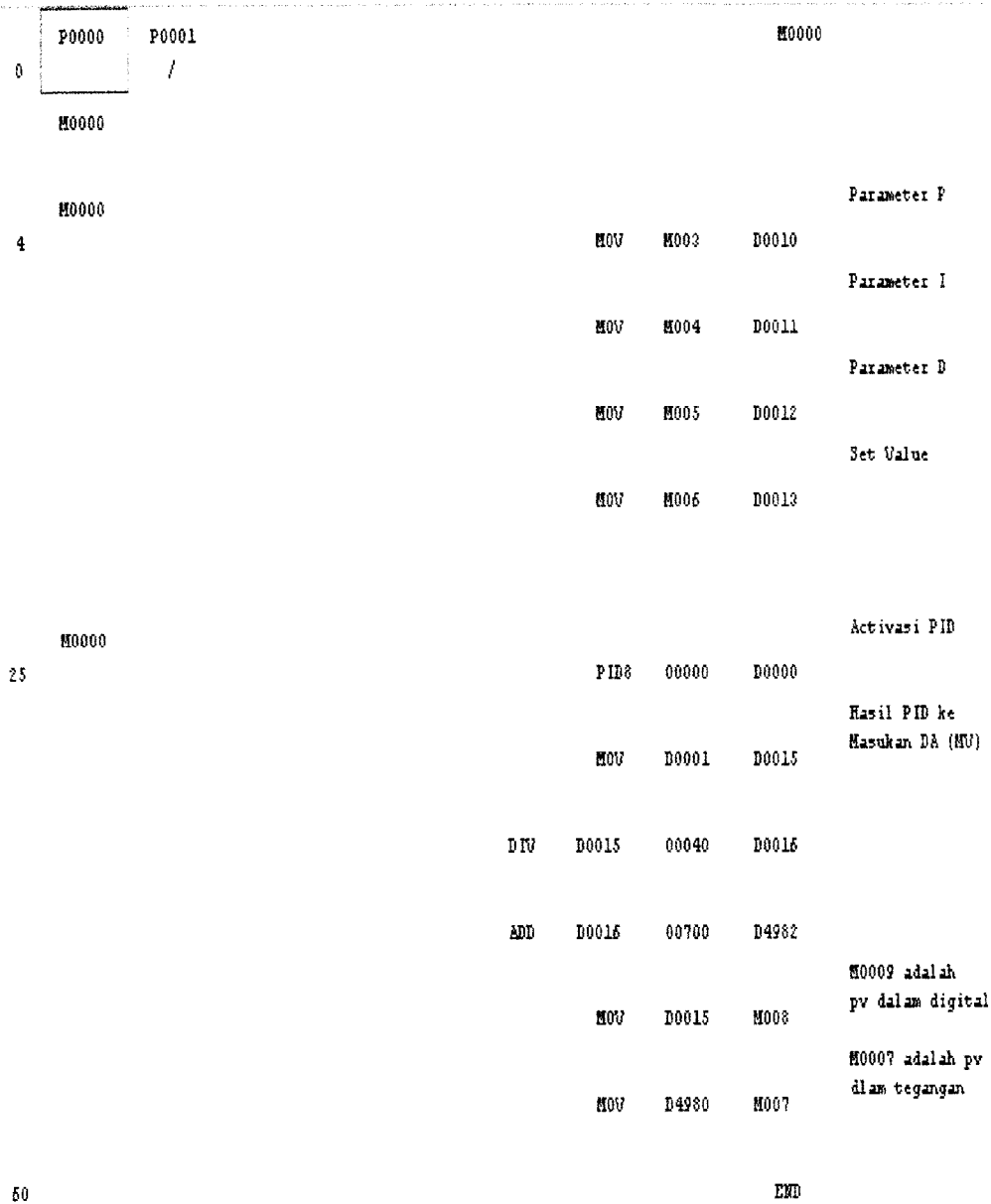


**Gambar 3.7** Diagram Alir Sistem Kendali Suhu

Berdasarkan diagram diatas maka dapat dilihat, pada saat sistem dimulai dengan inialisasi sistem dengan *software* CimonD. Nilai target akan menjadi input sistem, kemudian nilai parameter – parameter PID dimasukkan sebagai kompensator pengendali. Dari parameter PID tersebut akan diperoleh *manipulation value* Dari cimonX kita bisa memonitoring grafik antara *present value* (PV) dan *set value* (SV). Apabila *error* yaitu selisih antara nilai PV dan SV sudah tidak ada maka suhu sesuai dan bisa diamati melalui grafik. Apabila PV dan SV masih ada *error* maka parameter PID harus di-*setting* kembali nilainya

### **3.3.2 Diagram Ladder**

Untuk membuat suatu program PLC harus menggunakan *software* yang mendukung PLC tersebut *Software* yang mendukung PLC MASTER-K120S adalah KGL WIN 3.65. Sebelum program dirancang penggunaan input dan output pada PLC harus di deskripsikan terlebih dahulu. Pendeskripsian ini sangat penting karena pada perancangan *software* nanti kita harus mengetahui alamat *input* atau pun alamat *output* mana yang digunakan. Pada perancangan ini membutuhkan 7 memori sebagai saklar dan juga sebagai tempat menyimpan data yaitu M000, M003, M004, M005, M006, M007 dan M0008. Berikut adalah *ladder* diagram perancangan Pengendalian suhu udara dan tabel *register address*.



Gambar 3.8 Diagram *Ladder* Pengendalian suhu udara

**Tabel 3.1 Register Address**

Register	Keterangan
D4980	<i>Special data register</i> dari modul PLC ADHA untuk <i>A/D converter ( PV)</i>
D0000	Mengaktifkan register untuk fungsi PID
D0001	<i>Register</i> untuk nilai <i>Manipulated Value</i>
D4982	<i>Special data register</i> dari modul PLC ADHA untuk <i>D/A converter ( MV )</i>
D010	Input <i>Proportional gain</i>
D011	Input <i>Integral Gain</i>
D012	Input <i>Derivative Gain</i>
D013	Mengeset suhu yang diinginkan ( <i>Set Value</i> )
D015	<i>Register Manipulated value</i> pada range 0-4000
D016	<i>Register</i> hasil pembagian D015 dengan 40
M000	Internal memori untuk memulai dan menghentikan fungsi PID
M003	Input <i>Proportional gain</i>
M004	Input <i>Integral Gain</i>
M005	Input <i>Derivative Gain</i>
M006	Mengeset suhu yang diinginkan ( <i>Set Value</i> )
M007	Internal memori untuk memonitoring suhu yang sebenarnya ( <i>Present Value</i> )
M008	Internal memori untuk nilai <i>Manipulated Value</i>

M000 digunakan sebagai saklar untuk mengaktifkan sistem jika berlogika 1. M000 akan mengaktifkan PID dengan intruksi PID8 yang menghasilkan *manipulated value* yang berupa tegangan yang dikeluarkan oleh port output dari modul ekspansi PLC G7F-ADHA dan disimpan di *register* D0001 dan dipindahkan ke D0015. Hasil dari D0015 dibagi dengan 40 dan disimpan di D016. Hasil D016 kemudian di jumlah 700 dan disimpan di D4982 yang merupakan *special data register* untuk D/A conversion. *Manipulated Value* dapat di-monitoring melalui M008.

Untuk pembacaan tegangan yang dihasilkan oleh sensor LM 35 menggunakan *special data register* D4980 untuk A/D conversion yang diaktifkan oleh alamat M000. Untuk memonitoring nilai *present value* dapat dilakukan melalui alamat M007. Alamat M003, M004, M005, M006 merupakan masukan untuk parameter P,I,D dan *set value*. Pada penelitian ini digunakan channel 0 untuk *setting* parameter analog AD/DA conversion. Berikut adalah *setting parameter* analog dan *parameter* PID.

#### 1. *Setting* Analog untuk modul ekspansi AD/DA conversion G7F-ADHA

Analog Unit #1		
Kind of Unit		
<input type="radio"/>	D/A 4 Channel - current	
<input type="radio"/>	D/A 4 Channel - volt	
<input type="radio"/>	A/D 4 Channel	
<input checked="" type="radio"/>	A/D D/A Mixing	
<input type="radio"/>	A/D D/A Mixing (A/D, DA 1Ch)	
<input type="radio"/>	B/D 4 Channel	
A/D ch 0:	<input type="radio"/> Current	<input type="text" value="0 ~ 10V"/>
	<input checked="" type="radio"/> Volt	
A/D ch 1:	<input type="radio"/> Current	<input type="text" value="0 ~ 10V"/>
	<input checked="" type="radio"/> Volt	
D/A ch 0:	<input type="radio"/> Current	<input type="text" value="0 ~ 10V"/>
	<input checked="" type="radio"/> Volt	
<input checked="" type="checkbox"/> Data clear when changed to ST		
D/A ch 1:	<input type="radio"/> Current	<input type="text" value="0 ~ 10V"/>
	<input checked="" type="radio"/> Volt	
<input checked="" type="checkbox"/> Data clear when changed to ST		

**Gambar 3.9** *Setting* analog untuk modul ekspansi G7F-ADHA



Karena hanya menggunakan satu modul ekspansi maka yang digunakan adalah Analog unit #1. Pada *Kind of unit* dipilih *A/D D/A Mixing*. *Channel* yang digunakan adalah *channel 0*, maka pada A/D ch 0 dipilih sinyal masukan berupa tegangan 0-10 Volt, dan pada D/A ch 0 juga dipilih output berupa tegangan 0- 10 Volt. Pemilihan *Channel* dan jenis *input/output* didasarkan pada pemilihan *input select* pada modul ekspansi G7F-ADHA.

## 2. Setting PID (CAL)

PID(Cal) Item Edit		Mode Command Set	
Scan Time:	1   (1~100 or D Area)	<input checked="" type="checkbox"/> Derivative	<input checked="" type="checkbox"/> Integral
Operation Mode:	0   (0:Auto 1: Man or DArea)	<input checked="" type="checkbox"/> Proportional	<input type="checkbox"/> PWM
Man OP Range:	0   (0~4000 or D Area)	PWM set	
Output Limit Value		Period	(10-100 or DArea)
Min :	0   (0~4000 or D Area)	Contact	P Area (P40 - P57)
Max :	4000   (0~4000 or D Area)	SV Ramp:	1   (1~4000 or D Area)
High Frequency Noise Removal Ratio:	10   (1~10 or D Area)	Delta MV:	4000   (0~4000 or D Area)
Proportional Gain:	D0010   (1~10000 or D Area)	BIAS Value:	0   (0~4000 or D Area)
Derivative Time:	D0012   (0 ~ 20000 or D Area)	PV(Current):	D4980   (D Area)
Integral Time:	D0011   (0 ~ 20000 or D Area)	SV(Target):	D0013   (0~4000 or D Area)
D Area Range: D0 ~ D4999		PID Algorithm	
		• Velocity      Positioning	
		<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

**Gambar 3.10** Setting PID

Pada pengaturan *scan time* diisi dengan nilai  $1 \times 10$ ms atau sama dengan 10 ms, artinya proses pengambilan data dihitung dalam 10 ms. Dalam *Operation mode* dipilih 0 atau *Auto*, Pada *output limit value* dimasukkan angka digital minimum 0 dan maksimum 4000 untuk mendefinisikan nilai manipulasi. Nilai minimum 0 dan maksimal 4000 pada *output limit value* akan disimpan pada register D0015 dan akan dibagi 40 dan ditambah 700 sehingga *range* tegangan yang keluar pada D4982 adalah 1.76 Volt sampai 2 Volt. Nilai manipulasi atau MV adalah nilai yang digunakan PLC untuk memproses pengontrolan nilainya yang didapat dari penguatan pada *variable* PID dengan perubahan errornya.

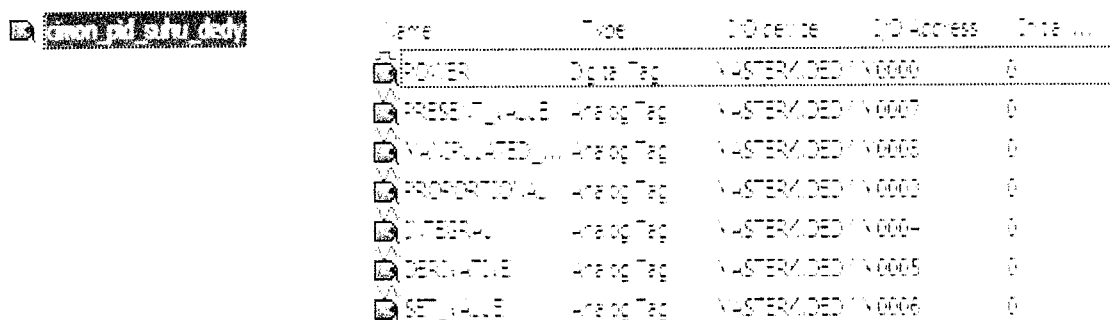
*High Frequency Noise Removal Ratio* digunakan untuk menghilangkan gangguan akibat frekuensi tinggi pada system, variabel ini berfungsi saat kontrol derivatif beroperasi. *Setting High Frequency Noise Removal Ratio* dipilih paling tinggi yaitu 10 dengan asumsi tingginya *noise* pada sistem kontrol pada plan yang digunakan. Pada *mode command set* parameter proporsional, integral dan derivative digunakan namun PWM tidak digunakan karena memang pada sistem kontrol ini tidak membutuhkan PWM.

*Proportional gain* yang di inputkan akan disimpan di *register* D010 dan akan dipindahkan ke alamat M003 dengan menggunakan instruksi MOV. Hal ini dikarenakan agar nilai penguatan proporsional ditampilkan pada simulasi kendali suhu udara dengan menggunakan program CimonD dengan memanggil alamat M003. *Derivative time* dapat diatur nilainya dengan *register* D012 akan dipindahkan ke

alamat M005 dengan menggunakan instruksi MOV, untuk *Integral time* dapat diatur nilainya dengan D011 yang dipindahkan ke alamat M004. SV ( target ) dapat diatur nilainya dengan *register* D013 yang dipindahkan ke alamat M006 sedangkan PV diisi oleh alamat D4980 yang akan dipindahkan ke M007. Untuk Algoritma PID dipilih *Velocity form* yakni algoritma dengan *increment*, menghitung perubahan dari MV sebelumnya (MV<sub>n-1</sub>) ke MV<sub>n</sub>.

### 3.3.3 Perancangan Simulasi

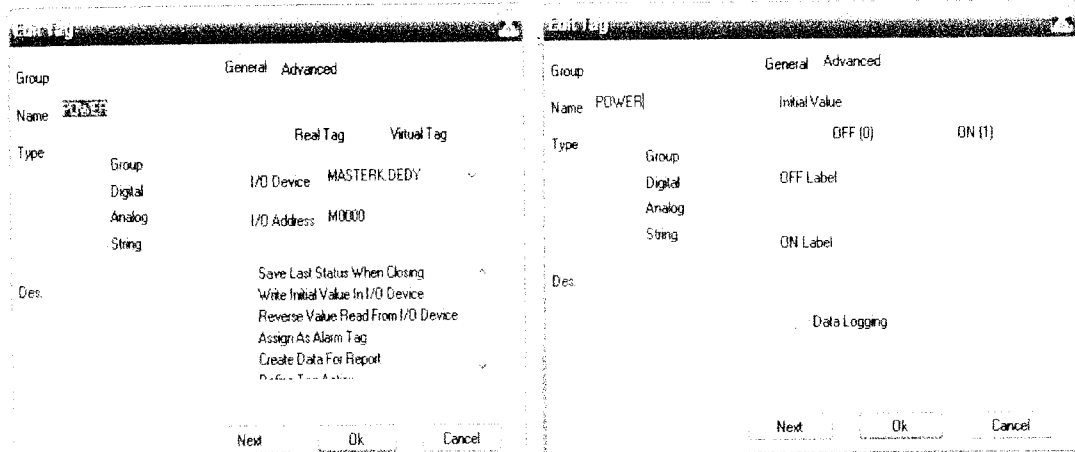
Untuk membuat simulasi pada perancangan ini diperlukan *software* yang mendukung untuk membuat simulasi secara nyata atau sesuai dengan keadaan suatu sistem. CimonD merupakan *software* simulasi yang mendukung PLC LG MASTER K120S dengan tool yang mudah dipahami. Proses pembuatan, pertama-tama dilakukan dengan membuat *database* pada input dan output dari diagram ladder PLC tersebut.



Name	Type	PID type	PID address	Initial value
POWER	Digital Tag	MASTERY.DED/MN0000		0
PRESENT_VALUE	Analog Tag	MASTERY.DED/MN0007		0
MANIPULATED_VALUE	Analog Tag	MASTERY.DED/MN0008		0
PROPORTIONAL	Analog Tag	MASTERY.DED/MN0003		0
INTEGRAL	Analog Tag	MASTERY.DED/MN0004		0
DERIVATIVE	Analog Tag	MASTERY.DED/MN0005		0
SET_VALUE	Analog Tag	MASTERY.DED/MN0006		0

**Gambar 3.11** Database Pada CIMOND

*Database* pertama yang dibuat yaitu dengan nama POWER. Konfigurasi pada *database* ini adalah sebagai berikut :

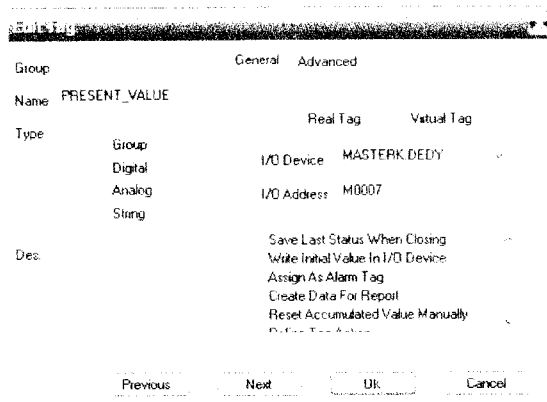


**Gambar 3.12** Konfigurasi Pada *Database POWER*

Pada konfigurasi *database power* diatas tipe yang dipilih adalah digital yang berarti On pada masukan logika 1 dan Off pada masukan 0. Pada bagian *setting general* dipilih *real tag* agar sesuai dengan keadaan sistem. Untuk kolom bagian I/O Device dipilih nama I/O device yang digunakan sedangkan untuk I/O Address diisi alamat memori pada inputan PLC yaitu alamat M000. Penggunaan alamat ini adalah untuk mengaktifkan alamat inputan pada PLC yang akan mengaktifkan instuksi PID dan PV. Pada bagian settingan *advanced* untuk kolom *initial value* dipilih *Off* yang berarti *Off* pada kondisi awal.

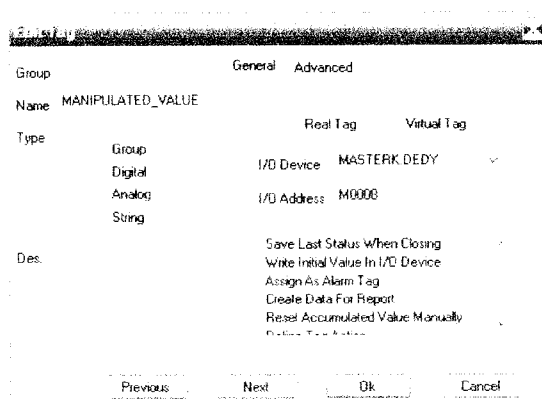
*Database* kedua yang dibuat yaitu dengan nama PRESENT\_VALUE, Pada *database* ini bertipe analog yang berarti aktif dengan inputan data dan memanggil

alamat memori M007. Alamat ini digunakan PLC sebagai nilai konversi digital dari tegangan sensor.



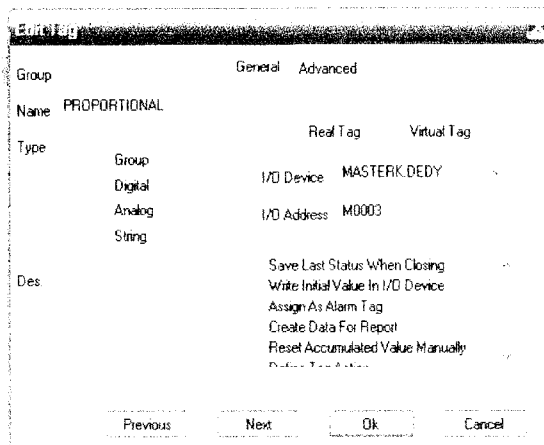
**Gambar 3.13** Konfigurasi Pada *Database Present\_Value*

*Database* ketiga yang dibuat yaitu dengan nama MANIPULATED\_VALUE. Pada database ini bertipe analog dan memanggil alamat M008. Alamat ini digunakan PLC sebagai alamat hasil perhitungan variabel PID.



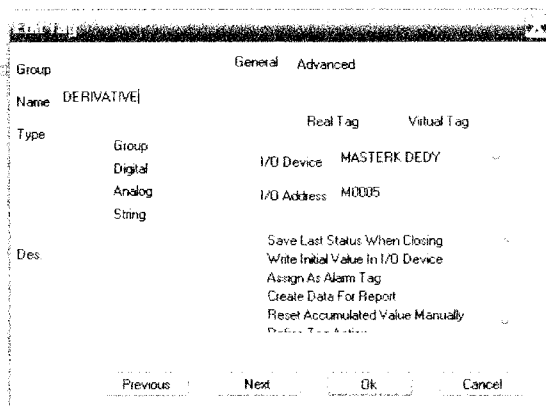
**Gambar 3.14** Konfigurasi Pada *Database Manipulated\_Value*

*Database* keempat yang dibuat yaitu dengan nama PROPORTIONAL. Pada *database* ini bertipe analog dan mentransfer data ke alamat M003 yang merupakan masukan *proportional gain* pada parameter PID.



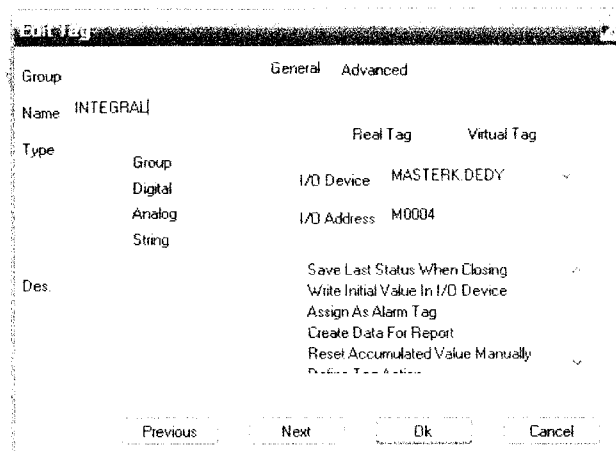
**Gambar 3.15** Konfigurasi Pada *Database Proportional*

*Database* kelima yang dibuat yaitu dengan nama DERIVATIVE. Pada *database* ini bertipe analog dan mentransfer data ke alamat M005 yang merupakan masukan *derivative time* pada parameter PID



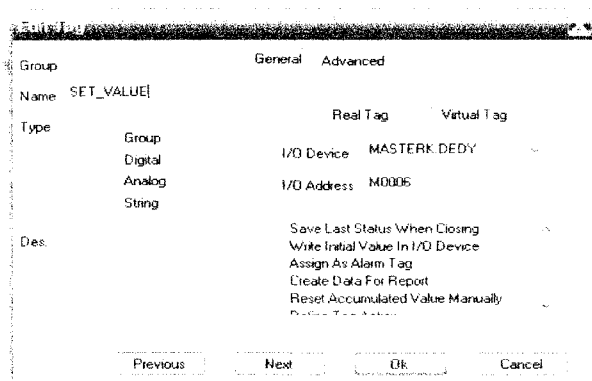
**Gambar 3.16** Konfigurasi Pada *Database Derivative*

*Database* keenam yang dibuat yaitu dengan nama INTEGRAL. Pada database ini bertipe analog dan mentransfer data ke alamat M004 yang merupakan masukan *integration time* pada parameter PID



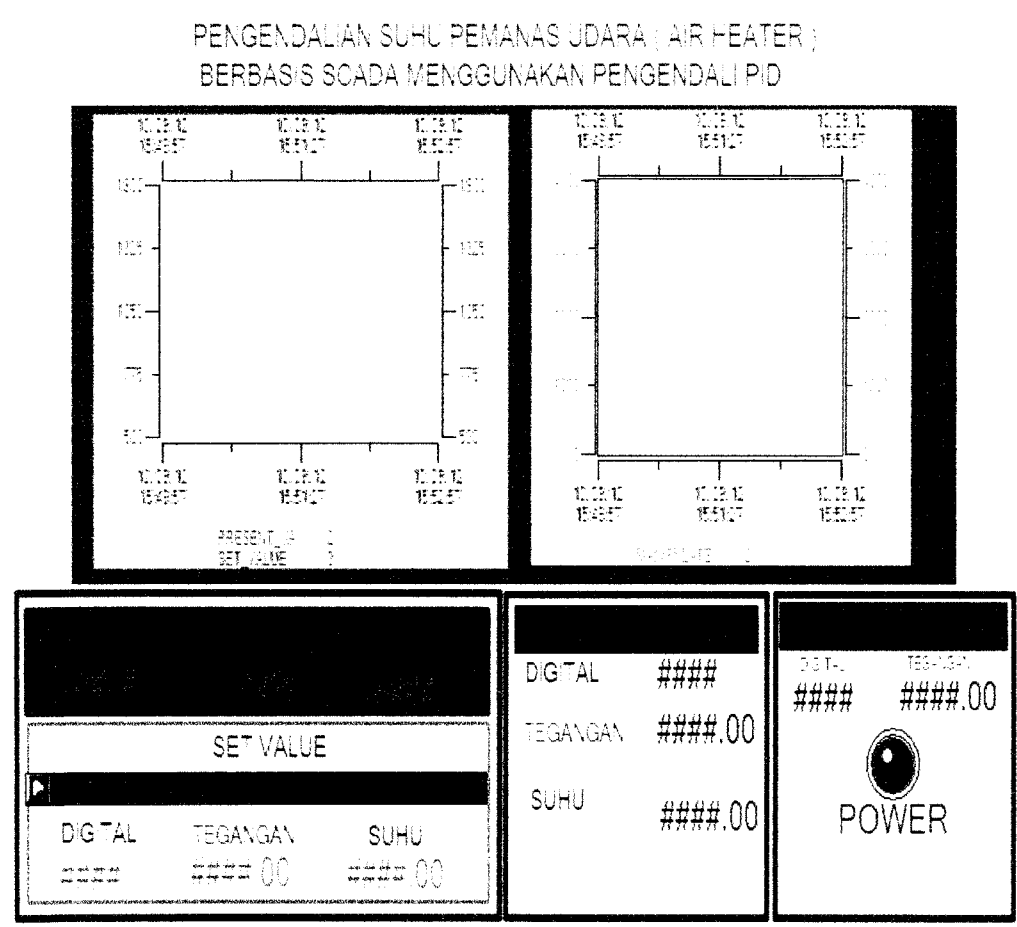
**Gambar 3.17** Konfigurasi Pada *Database Integral*

*Database* ketujuh yang dibuat yaitu dengan nama SET\_VALUE. Pada *database* ini bertipe analog dan mentransfer data ke alamat M006, dimana pada alamat ini tempat *set value* pada kendali suhu udara dimasukkan.



**Gambar 3.18** Konfigurasi Pada *Database SET\_VALUE*

Setelah membuat *database* langkah selanjutnya adalah membuat tampilan simulasi seperti gambar berikut

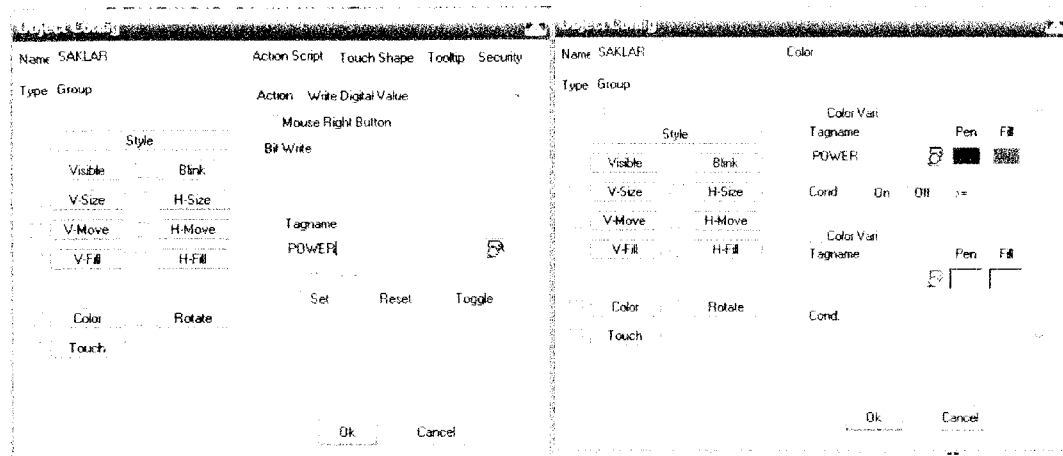


**Gambar 3.19** Monitoring Simulasi Kendali Suhu Udara

Pada gambar simulasi diatas terdiri dari beberapa bagian yaitu tombol saklar On/Off, tombol *entry data* pada proportional, integral, derivative dan *set value*, grafik nilai manipulasi, grafik suhu sebenarnya ( PV ) dan suhu yang diinginkan ( SV ) . Semua bagian tersebut memiliki konfigurasi yang berbeda.



Pada tombol saklar *on/off* penulis hanya menggunakan satu tombol dengan konfigurasi sebagai berikut:

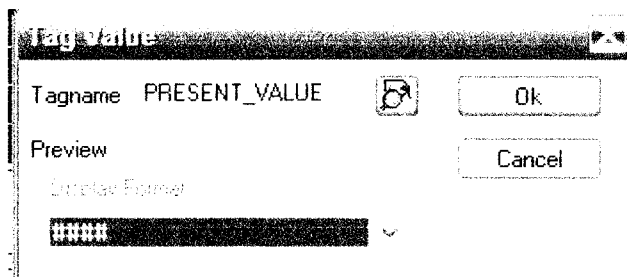


**Gambar 3.20** Konfigurasi Tombol Power

Konfigurasi tombol saklar diatas pada kolom *tagname* dipilih *database POWER*. Untuk mengaktifkan saklar saat ditekan oleh *mouse* yaitu dengan memilih konfigurasi *Touch* dengan *action* yang dipilih adalah *Write Digital Value*. Untuk membedakan sistem pada posisi hidup atau mati maka status pada tombol saklar harus dibedakan. Untuk itu dipilih konfigurasi *Color*, *check list* pada *color vari* pada kolom *tagname* dipilih *database POWER*. Untuk perbedaan status *on/off*, merah untuk *off* dan biru untuk status *on*.

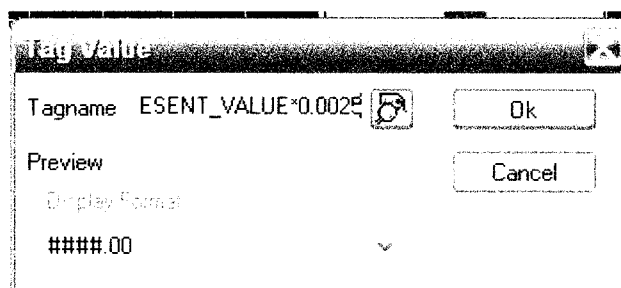
Untuk menampilkan *PRESENT VALUE* dengan nilai digital dari tegangan dari hasil pembacaan sensor *Im 35* dilakukan dengan membuat *dynamic tag*, *Tagname* yang dipilih adalah *PRESENT\_VALUE* dengan format *####*. Fomat *####* maksudnya

adalah nilai dibelakang tanda koma tidak akan terbaca dalam simulasi atau bilangannya adalah bilangan bulat.



**Gambar 3.21** Konfigurasi *Dynamic Tag Present Value Digital*

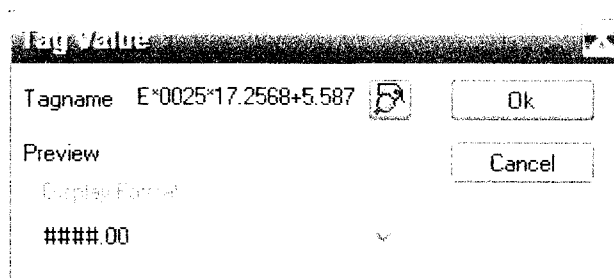
Untuk menampilkan *PRESENT VALUE* dengan nilai tegangan dari sensor Im35 setelah dikuatkan perlu adanya manipulasi pada *tagname PRESENT VALUE* yaitu dengan mengalikan 0.0025. Hal ini karena setiap I digital nilainya sama dengan 0.0025 Volt. Tipe *Display format ####.00* artinya 2 angka dibelakang tanda koma terbaca pada simulasi.



**Gambar 3.22** Konfigurasi *Dynamic Tag Present Value Tegangan*

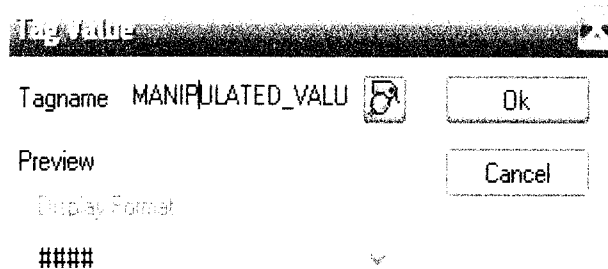
Untuk menampilkan *PRESENT VALUE* dengan nilai suhu perlu adanya manipulasi pada *tagname PRESENT VALUE* yaitu merubahnya ke bentuk tegangan terlebih dahulu dengan mengalikan 0.0025. Setelah itu untuk konversi ke suhu maka

perlu dikalikan dengan 17.2568 dan ditambah 5.5874. Angka 17.2568 dan 5.5874 diperoleh dari hasil akuisisi data perbandingan termometer dengan tegangan input PLC.



**Gambar 3.23** Konfigurasi *Dynamic Tag Present Value* Suhu

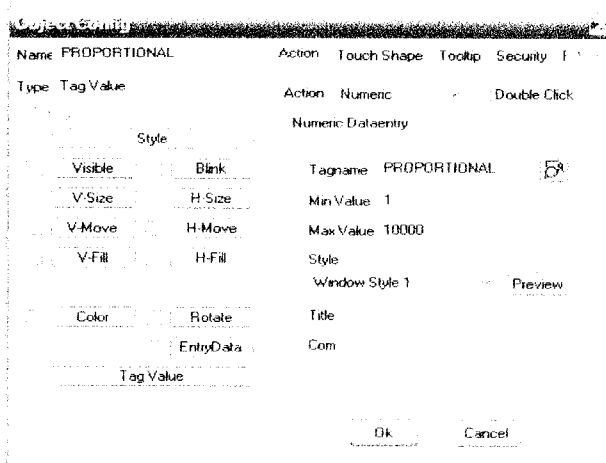
Untuk menampilkan *manipulated value* dari hasil kalkulasi PID oleh PLC dilakukan dengan membuat *dynamic tag*, *Tagname* yang dipilih adalah *database MANIPULATED\_VALUE* dengan format ####.



**Gambar 3.24** Konfigurasi *Dynamic Tag Manipulated Value*

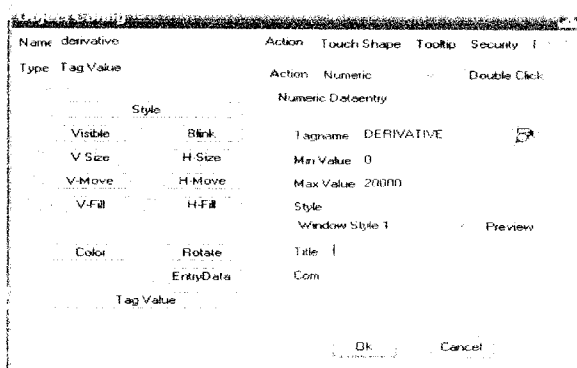
Dalam kaitannya dengan pengendali PID, maka konstanta – konstanta PID harus diinputkan. Untuk dapat memasukkan konstanta yang pertama yakni proporsional maka digunakan tombol untuk *entry data*. Pada tombol ini dipilih

*database PROPORTIONAL*. Dengan *action numeric* karena yang dimasukkan adalah angka. Nilai minimum yang dapat diinputkan adalah 1 dan maksimumnya adalah 10000.



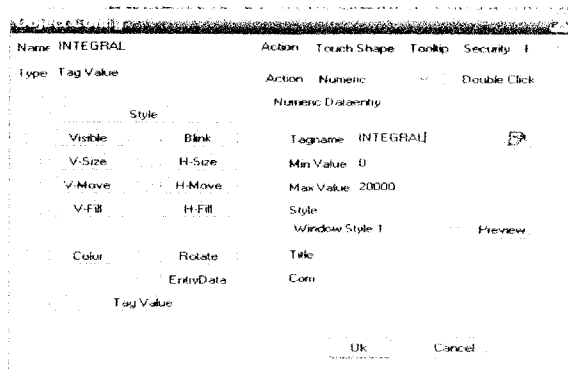
**Gambar 3.25** Konfigurasi *Entry Data Proportional*

Untuk dapat memasukkan konstanta yang kedua yakni derivatif maka digunakan tombol untuk *entry data*. Pada tombol ini dipilih *database DERIVATIVE*. Dengan *action numeric* karena yang dimasukkan adalah angka. Nilai input minimumnya adalah 0 dan maksimal adalah 20000.



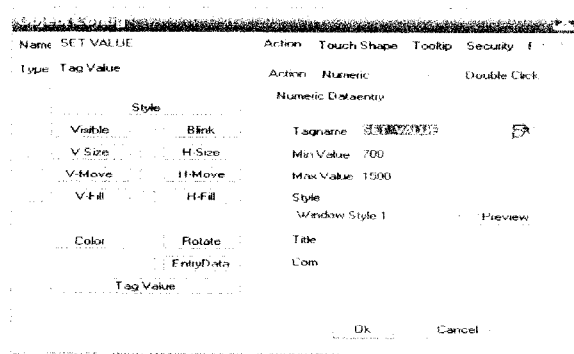
**Gambar 3.26** Konfigurasi *Entry Data Derivative*

Untuk dapat memasukkan konstanta yang ketiga yakni integral maka digunakan tombol untuk *entry data*. Pada tombol ini dipilih *database INTEGRAL*. Dengan *action numeric* karena yang dimasukkan adalah angka. Nilai input Minimal adalah 0 dan nilai maksimalnya adalah 20000.



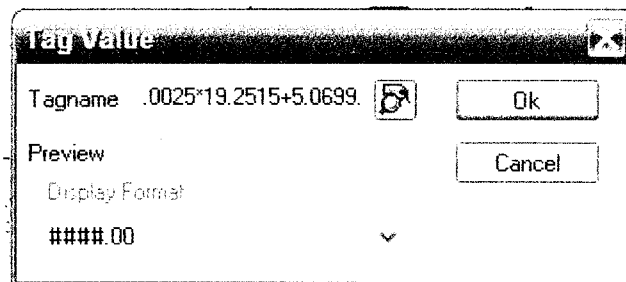
**Gambar 3.27** Konfigurasi *Entry Data Integral*

Untuk membuat masukan pada nilai target atau *set value* dilakukan dengan membuat tombol untuk *entry data*. Pada tombol ini dipilih *database SET\_VALUE*. Nilai yang diinputkan masih berupa bilangan digital antara 700 sampai 1500 yang mewakili nilai suhu tertentu



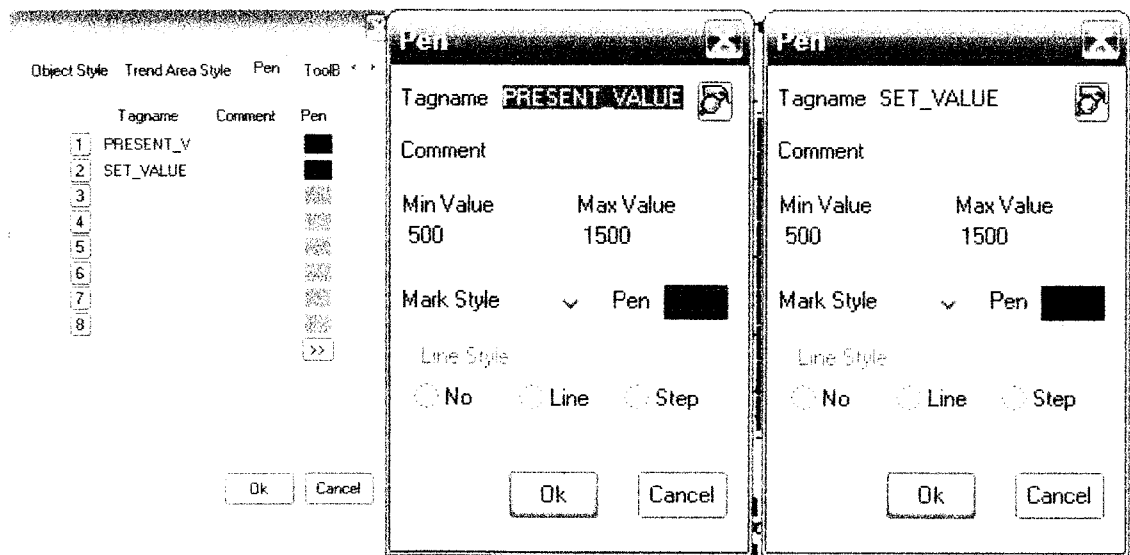
**Gambar 3.28** Konfigurasi *Entry Data Set Value*

Untuk menampilkan nilai suhu saat memasukkan *set value* berupa nilai digitalnya diperlukan manipulasi pada *tag name SET\_VALUE* dengan mengalikan 0.0025 kemudian mengalikan lagi dengan 19.2515 dan ditambah 5.0699.



**Gambar 3.29** Konfigurasi *Dynamic Tag Set Value* Suhu

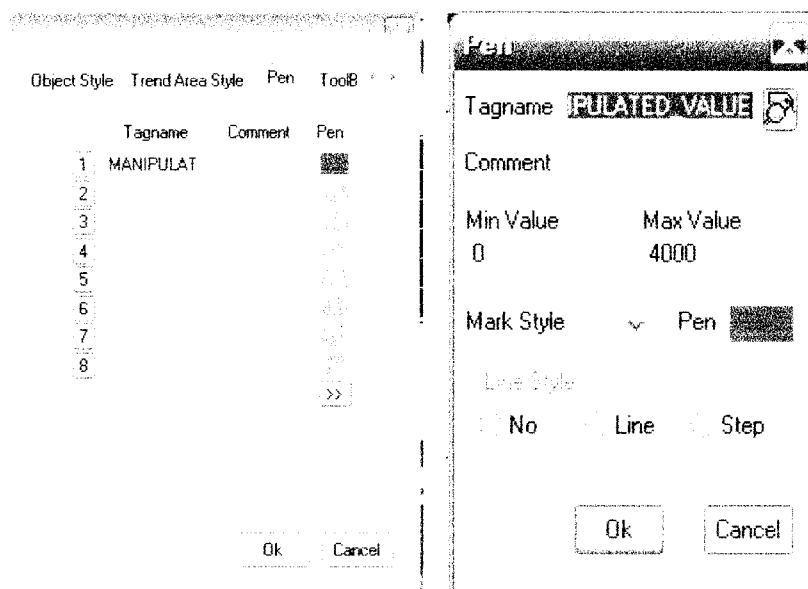
Untuk membuat grafik yang menampilkan *present value* dan *set value* dalam skala digital 500 sampai 1500 digunakan tool *trend* sebagai berikut



**Gambar 3.30** Konfigurasi Tampilan Grafik *Present Value* dan *Set Value*

Untuk bagian *Trend Config*, *Trend Type* yang dipilih adalah YT yang menunjukkan grafik hubungan antara y axis terhadap waktu. Y axis disini dapat dinyatakan dengan nilai digital yang mewakili besarnya suhu. Untuk memasukan apa yang ingin ditampilkan dipilih *Tagname* pada *database SET\_VALUE* dan *PRESENT\_VALUE*.

Untuk membuat grafik *manipulated\_value* caranya sama dengan membuat grafik *set value* dan *present value* yaitu menggunakan *tool trend* yaitu memasukan nama database *MANIPULATED\_VALUE* pada *tagname* nya.



**Gambar 3.31** Konfigurasi Tampilan Grafik *Manipulated Value*

## BAB IV

### PENGUJIAN, ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian sistem pengendali kenaikan suhu udara dengan kendali PID menggunakan PLC LG MASTER-K120S dan modul ekspansi PLC G7F-ADHA yang meliputi pengujian kenaikan suhu dengan *SET VALUE* yang berbeda dan pengujian monitoring simulasi pengendalian Kenaikan suhu udara dengan pengendali PID menggunakan *software* CimonD.

Pembahasan di bab ini menyangkut beberapa hal yang terkait dengan perancangan sistem yaitu antara lain:

1. Pengujian *hardware*
2. Pengujian SCADA dengan *software* CimonD
3. Analisis Kendali PID Untuk Menjaga Kestabilan Suhu

#### 4.1 Pengujian *Hardware*

##### 4.1.1 Pengujian Rangkaian Op – Amp dan Sensor LM 35

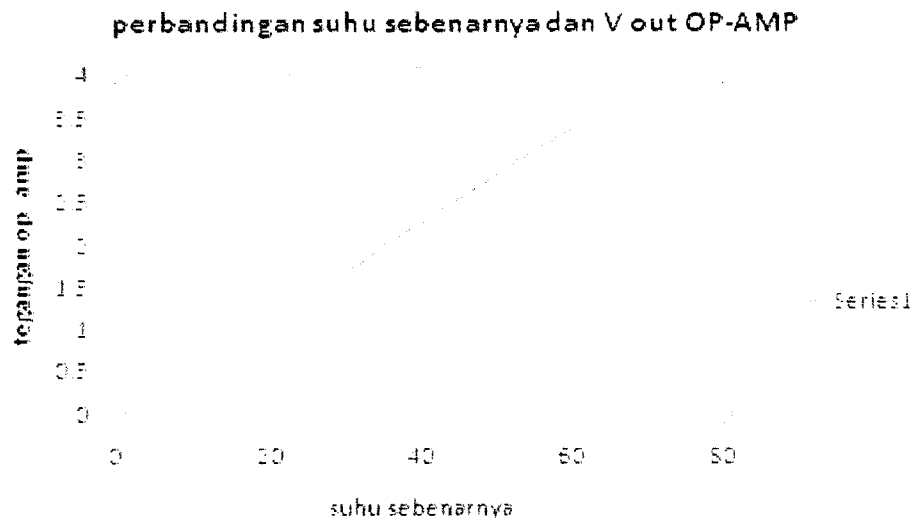
Pengujian rangkaian Op – Amp ini dilakukan untuk memperkuat tegangan yang dihasilkan sensor LM35 karena sangat kecil. Rangkaian ini adalah tipe *non-inverting* yang akan menguatkan keluaran tegangan dari sensor LM35 sebesar 5.54 kali yang sesuai dengan perhitungan pada persamaan 3.1.



**Tabel 4.1** Pengujian OP – Amp

Parameter (pH)	Parameter (DO)	Parameter (TSS)	Parameter (BOD)	Parameter (COD)
30	0.299	1.66	1.656	-0.004
31	0.312	1.73	1.728	-0.002
32	0.323	1.79	1.789	-0.001
33	0.332	1.84	1.839	-0.001
34	0.348	1.93	1.927	-0.003
35	0.359	1.99	1.988	-0.002
36	0.366	2.03	2.027	-0.003
37	0.377	2.09	2.088	-0.002
38	0.388	2.15	2.149	-0.001
39	0.397	2.2	2.199	-0.001
40	0.406	2.25	2.249	-0.001
41	0.416	2.31	2.304	-0.006
42	0.427	2.37	2.365	-0.005
43	0.438	2.43	2.426	-0.004
44	0.447	2.48	2.476	-0.004
45	0.456	2.53	2.526	-0.004
46	0.467	2.59	2.587	-0.003
47	0.476	2.64	2.637	-0.003
48	0.489	2.71	2.709	-0.001
49	0.498	2.76	2.758	-0.002
50	0.507	2.81	2.808	-0.002
51	0.519	2.88	2.875	-0.005
52	0.528	2.93	2.925	-0.005
53	0.543	3.01	3.008	-0.002
54	0.55	3.05	3.047	-0.003
55	0.561	3.11	3.107	-0.003
56	0.57	3.16	3.157	-0.003
57	0.579	3.21	3.207	-0.003
58	0.588	3.26	3.257	-0.003
59	0.597	3.31	3.307	-0.003
60	0.611	3.39	3.384	-0.006

Dari table pengujian di atas, dapat dilihat bahwa tegangan keluaran sensor LM35 cukup kecil, setelah dikuatkan dengan rangkaian OP – Amp tegangannya dapat dinaikkan sekitar  $\pm 5.5$  kali. Dengan demikian rangkaian penguat ini dapat dikatakan sudah bekerja dengan baik dengan rata-rata *error* sebesar 0.003.



**Gambar 4.1** Perbandingan suhu termometer dengan tegangan *output* op-amp

Dari gambar grafik hubungan di atas dapat diketahui bahwa, perubahan suhu sebanding dengan perubahan nilai tegangan output pada op-amp

#### 4.1.2 Pengujian Modul Ekspansi PLC G7F-ADHA Sebagai ADC/DAC

Modul ekspansi ADHA ini berfungsi sebagai ADC dan DAC. Seperti karakteristiknya modul ini dapat merubah sinyal analog berupa tegangan ke bentuk digital 0 – 4000 dan sebaliknya. Setiap kenaikan tegangan  $2.5 \mu\text{V}$  setara dengan kenaikan 1 digital atau sebaliknya.

#### 4.1.2.1 G7F-ADHA Sebagai ADC

Pada pengujian ini mengamati nilai konversi suhu ke bentuk digital.

**Tabel 4.2** Nilai konversi suhu ke tegangan dan ke bilangan digital

Suhu sebenarnya (thermometer)	Vout op-amp yang tertampil di cimonX	Nilai digital pada ADC
30	1.40	560
31	1.46	584
32	1.52	608
33	1.58	632
34	1.64	656
35	1.70	680
36	1.76	704
37	1.82	728
38	1.88	752
39	1.94	776
40	2.00	800
41	2.06	824
42	2.12	848
43	2.18	872
44	2.24	896
45	2.30	920
46	2.35	940
47	2.40	960
48	2.46	984
49	2.52	1008
50	2.58	1032
51	2.64	1056
52	2.69	1076
53	2.75	1100
54	2.81	1124
55	2.88	1152
56	2.92	1168
57	2.98	1192
58	3.04	1216
59	3.10	1240
60	3.16	1264

#### 4.1.2.2 G7F-ADHA Sebagai DAC

Pada pengujian ini adalah nilai *manipulated value* hasil konversi bilangan digital ke tegangan dan dibatasi Pada parameter PID. Berikut adalah table konversinya.

**Tabel 4.3** Nilai konversi bilangan digital ke tegangan output.

Nilai digital pada DAC	Tegangan output
704	1.76 V
708	1.77 V
712	1.78 V
716	1.79 V
720	1.80 V
724	1.81 V
728	1.82 V
732	1.83 V
736	1.84 V
740	1.85 V
744	1.86 V
748	1.87 V
752	1.88 V
756	1.89 V
860	1.90 V
800	2.00 V

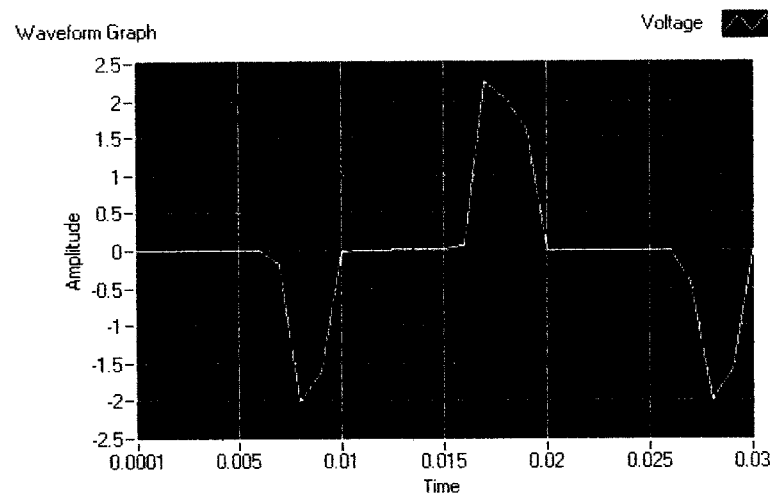
#### 4.1.3 Pengujian *Driver AC*

Pada pengujian driver AC ini dilakukan untuk mengetahui besar nilai penyulutan tegangan DC yang berpengaruh terhadap pengaturan besarnya tegangan AC yang dikeluarkan oleh Triac. Besarnya nilai tegangan DC yang digunakan yaitu 1.76 – 2.0 Vdc untuk mengatur tegangan 0 – 220 Vac.

##### 4.1.3.1 Pengujian Penyulutan Pada Triac

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk gelombang pada keluaran Triac. Gelombang yang melalui Triac akan diamati terhadap masukan

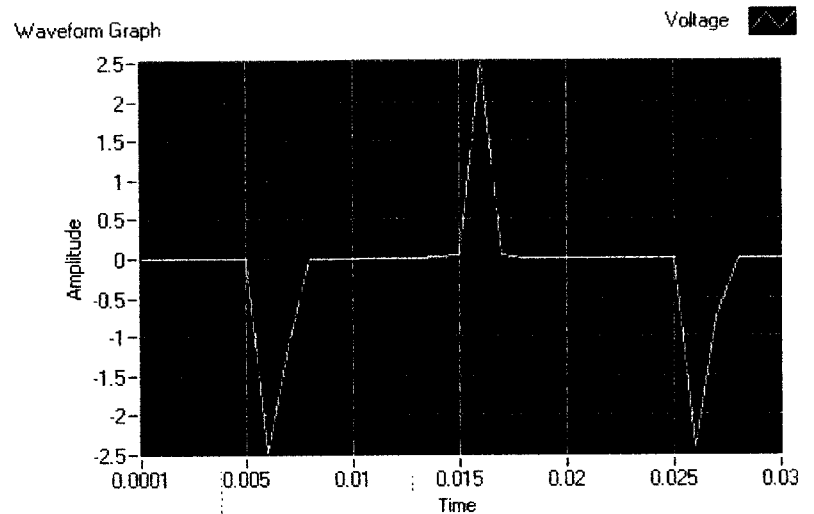
tegangan DC yang dikeluarkan dari NI DAQ 6009. Hasil untuk tegangan yang dikeluarkan dari NI DAQ 6009 sebesar 1.76 Vdc yaitu :



**Gambar 4.2** Gelombang Output Triac untuk 1.76 Vdc

Pengujian gelombang pada output Triac di atas, dilakukan tanpa terhubung dengan beban. Jika pengujian ini dilakukan terhubung dengan beban, maka gelombang yang dihasilkan akan rusak atau banyak *noise* dan susah untuk dilakukan pengamatan. Selain itu, jika tegangan yang dikeluarkan dari NI DAQ 6009 makin besar, maka gelombang yang dihasilkan akan semakin tidak beraturan.

Selanjutnya untuk tegangan yang dikeluarkan dari NI DAQ 6009 sebesar 2 Vdc dapat dilihat sebagai berikut :



**Gambar 4.3** Gelombang Output Triac untuk 2.0 Vdc

Dapat dilihat gelombang diatas memiliki *delay* yang lebih kecil dibandingkan dengan gambar gelombang yang melalui Triac sebelumnya. Perlu diketahui bahwa gelombang ini adalah gelombang yang melewati Triac. Gelombang yang melewati beban adalah bagian gelombang AC yang seolah-olah hilang.

Pada grafik tersebut terlihat bahwa semakin besar tegangan masukan maka besarnya *delay* makin kecil hal ini karena adanya pembalikan nilai pada programnya. Tujuan dari pembalikan nilai adalah agar saat nilai Vdc makin besar maka tegangan yang ke beban akan semakin besar. Akibat adanya pembalikan itu maka makin besar tegangan masukan Vdc makin kecil *delay*-nya tetapi tegangan yang dilewatkan ke beban akan semakin besar karena daya yang dilewatkan melalui Triac makin besar. Jadi makin besar masukan tegangan Vdc *heater* akan panas.

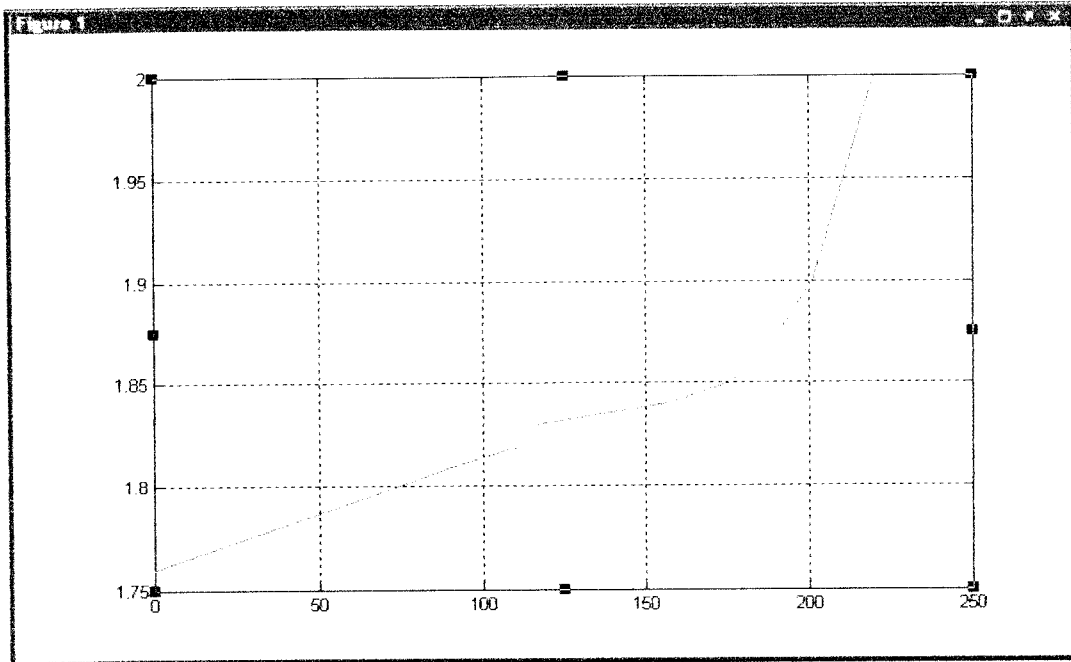
#### 4.1.3.2 Pengujian Driver AC Terhubung Beban

Pengujian ini dilakukan untuk dapat mengetahui besarnya nilai AC saat terhubung beban, alat ukur yang digunakan yaitu multimeter digital. Tegangan AC yang diatur yaitu 0 - 220 Vac dan tegangan DC dari NI DAQ sebagai penyulutnya sebesar 1.76 – 2.1 Vdc.

**Tabel 4.4** Pengujian Driver AC

Vdc	Vac
1.76	1
1.81	91
1.82	111
1.83	116.
1.84	157.
1.85	176.
1.86	183
1.87	188
1.88	193
1.89	197
1.90	201
2.00	220

Dari data pengujian , didapatkan hasil seperti tabel di atas. Besarnya keluaran nilai tegangan DC dari NI DAQ memiliki *range* (jangkauan) cukup kecil agar dapat memicu keluaran tegangan AC sampai maksimal. Perubahan sedikit pada tegangan DC langsung dapat memberikan picuan pada gate Triac yang akan membuka aliran tegangan AC. Sehingga dapat dikatakan penyulutan pada gate Triac sangat sensitif. Tidak perlu menggunakan tegangan maksimal dari NI DAQ sebesar 5 Vdc.



**Gambar 4.4** Grafik Pengujian *Driver AC*

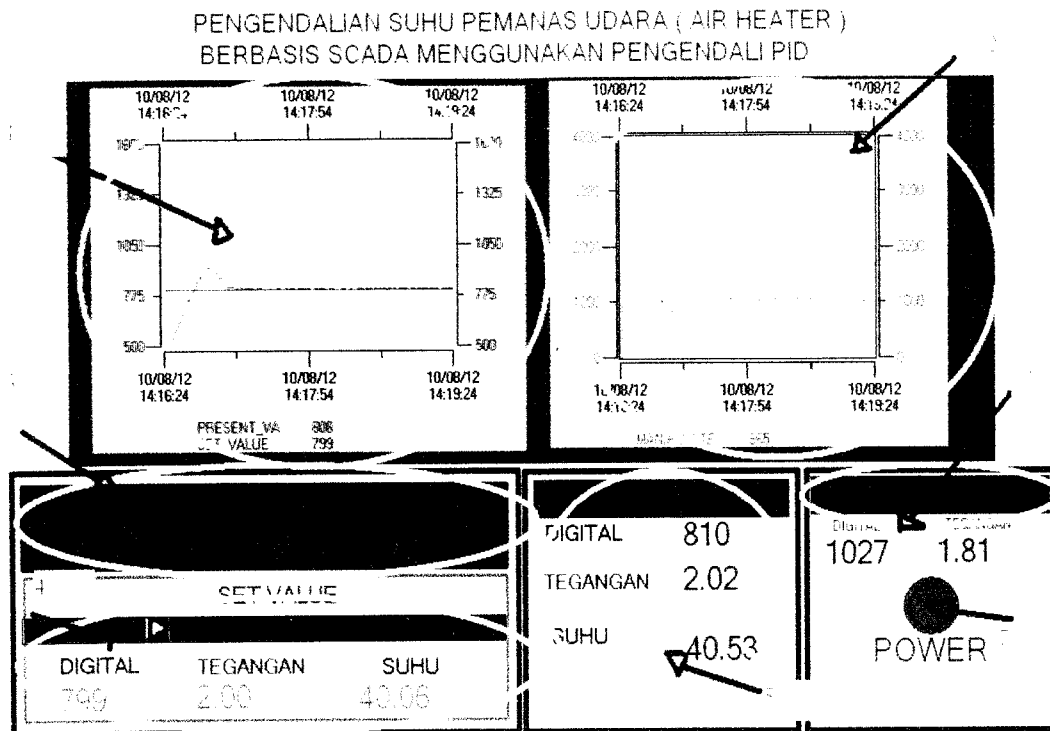
Dari gambar grafik di atas dapat dilihat perbandingan antara tegangan DAQ yang dikeluarkan dengan besarnya tegangan AC yang dihasilkan menunjukkan hubungan yang tidak linear. Hal ini disebabkan karena rangkaian *driver* kurang mendukung untuk menghasilkan sistem yang linear dan juga karakteristik dari Triac yang cenderung kurang linear

#### **4.2 Pengujian SCADA dengan *Software CimonD***

Fungsi *software CimonD* sebagai HMI dalam sistem SCADA adalah untuk simulasi, monitoring dan kontrol, untuk itu dalam tugas akhir ini pengujian terhadap simulasi kontrol PID dalam *software CimonD*. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan akan terlihat pada simulasi yang telah dibuat dengan menggunakan simulasi *CimonD*. Simulasi ini berguna untuk mengendalikan program PLC tanpa perlu ada tambahan perangkat luar.



. Berikut adalah contoh hasil dari simulasi kontrol yang telah dibuat, seperti pada gambar 4.5



**Gambar 4.5** Simulasi untuk kendali suhu udara

Keterangan:

1. **Grafik untuk monitoring nilai set value dan present value suhu udara;**  
Nilai *set value* suhu udara tertampil pada bagian ini dengan warna biru, sedangkan *present value* berwarna merah. Nilai dari set value mempunyai *range* antara 700 – 1300 dalam skala digital atau dalam suhu antara 30°C – 60 °C. Pada grafik ini akan dibandingkan nilai antara *set value* ( SV ) dan present value ( PV ) sehingga diharapkan selisih antara SV dan PV sama dengan nol sehingga sistem berada dalam keadaan *steady state*.

2. **Grafik untuk monitoring nilai *manipulated value*** ; Grafik ini adalah hasil kalkulasi dari parameter PID .
3. **Parameter P, Ti, dan Td** ; merupakan tempat untuk menginputkan *setting* parameter- parameter P, Ti, Td untuk mendapatkan respon sistem yang paling baik. Adapun *range* dari P adalah 1 – 10000, Ti adalah 0-20000 dan Td adalah 0 - 20000.
4. **Masukan *set value***; tempat untuk memasukan nilai *set value* dengan cara memasukan nilai *set value*-nya atau menggeser bagian *slider*
5. ***Present value***; tampilan untuk membaca tegangan, nilai digital, serta suhu dari sensor LM 35.
6. ***Manipulated value***; merupakan nilai kalkulasi PID yang merupakan *output* dari PLC.
7. ***Power*** ; tombol untuk menghidupkan dan mematikan simulasi.

#### 4.3 Analisis Kendali PID Untuk Menjaga Kestabilan Suhu

Perancangan sistem telah dilakukan maka pengujian sistem dijalankan, dalam pengujian ini dilakukan dalam algoritma PID yang didukung oleh PLC LG MASTER K 120S. Dalam pengujian ini dilakukan dalam tiga *set value* sebesar 40°C, 50°C dan 60 °C . Dalam kinerjanya, sistem kontrol memiliki tanggapan terhadap masukan, biasanya karakteristik kinerja suatu sistem kontrol dicirikan oleh tanggapan transien. Tanggapan transien adalah tanggapan sistem yang berlangsung dari awal sampai akhir atau hingga sistem stabil. Pada tanggapan transien ini ada beberapa karakteristik yang perlu diketahui yaitu:

- Waktu naik/*rise time* ( $t_r$ ) adalah waktu yang diperlukan tanggapan untuk naik dari 10 % menjadi 90 %.
- Waktu setpoint /*setting time* adalah waktu yang diperlukan tanggapan untuk mencapai keadaan stabil.
- Waktu puncak ( $t_p$ ) adalah waktu yang diperlukan tanggapan untuk mencapai puncak pertama *overshoot*.
- Maksimum ( persen ) overshoot,  $M_p$  adalah nilai puncak kurva tanggapan diukur dari satuan. Apabila nilai akhir keadaan tunak tanggapannya jauh dari satu, maka biasa digunakan persen *overshoot* maksimum, dan didefinisikan oleh

$$\text{Maksimum ( persen ) overshoot} = \frac{\text{overshoot} - \text{setvalue}}{\text{setvalue}} \times 100\%$$

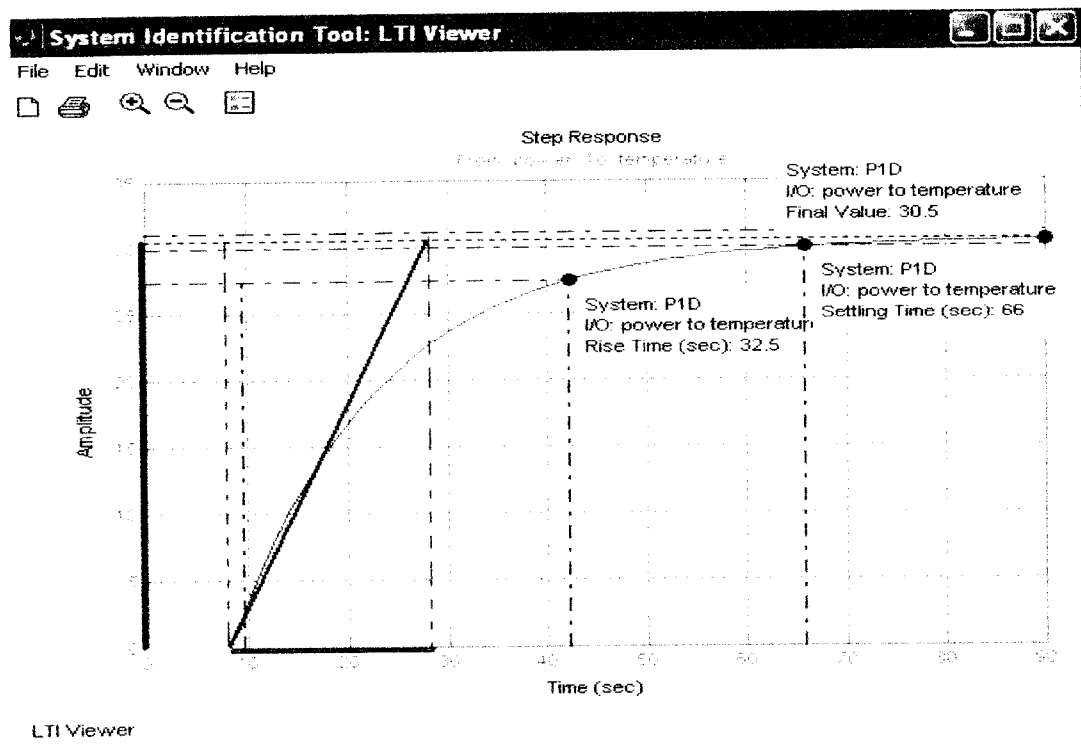
Dengan karakteristik seperti diatas maka analisis kinerja kontrol PID pada tugas akhir ini dapat dilakukan.

#### 4.3.1 Nilai $K_p$ , $T_i$ , $T_d$ dari hasil Pemodelan dan Identifikasi Sistem

Transfer fungsi *plant heater* diperoleh setelah melakukan pemodelan dan identifikasi sistem *plant*, yaitu:

$$G(s) = \frac{30.517 e^{-8.137}}{14.777s + 1}$$

Dengan menggunakan MATLAB, *step response* dari *transfer* fungsi sistem diperoleh:



**Gambar 4.6** Step Respon Sistem *Plant heater*

Parameter-parameter sistem diperoleh dengan menggunakan metode Ziegler-Nichols. Dari persamaan plant heater:

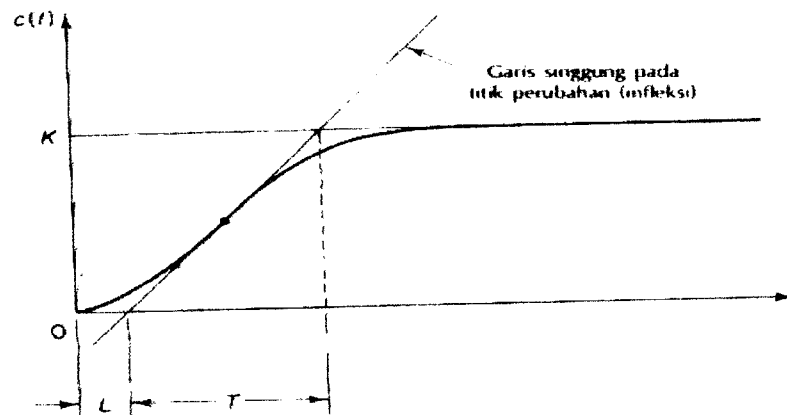
$$G(s) = \frac{30.517 e^{-8.137s}}{14.777s + 1}$$

maka:

$$L \text{ ( garis warna kuning ) } = 8,137 \text{ s}$$

$$T \text{ ( garis warna merah ) } = 20 \text{ s}$$

$$K \text{ ( garis warna biru tua ) } = 30.517$$



**Table 4.5** Aturan Ziegler Nichols 1

Tipe alat kontrol	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$T/L$	$\sim$	0
PI	$0.9 T/L$	$L/0.3$	0
PID	$1.2 T/L$	$2L$	$0.5L$

Berdasarkan metode *open-loop Ziegler-Nichols*, maka:

$$\text{..... (4.1)}$$

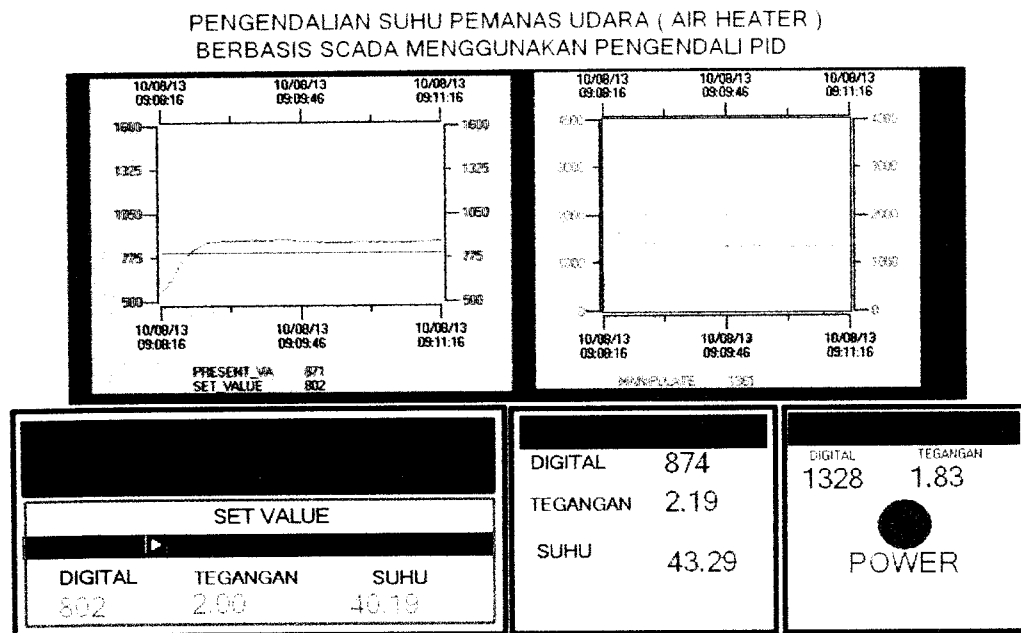
$$\text{..... (4.2)}$$

$$T_D = 0.5(L) = 0.5(8.137) = 4.068 \text{ ..... (4.3)}$$

Dalam perannya sebagai masukan untuk PLC nilai proporsional mendapatkan pengali seratus kali, sedangkan untuk integral dan derivatif

dikalikan sepuluh kali. Sehingga nilai masukan pada sistem akan menjadi 295 untuk proporsional, 163 untuk integral dan 41 untuk derivatif.

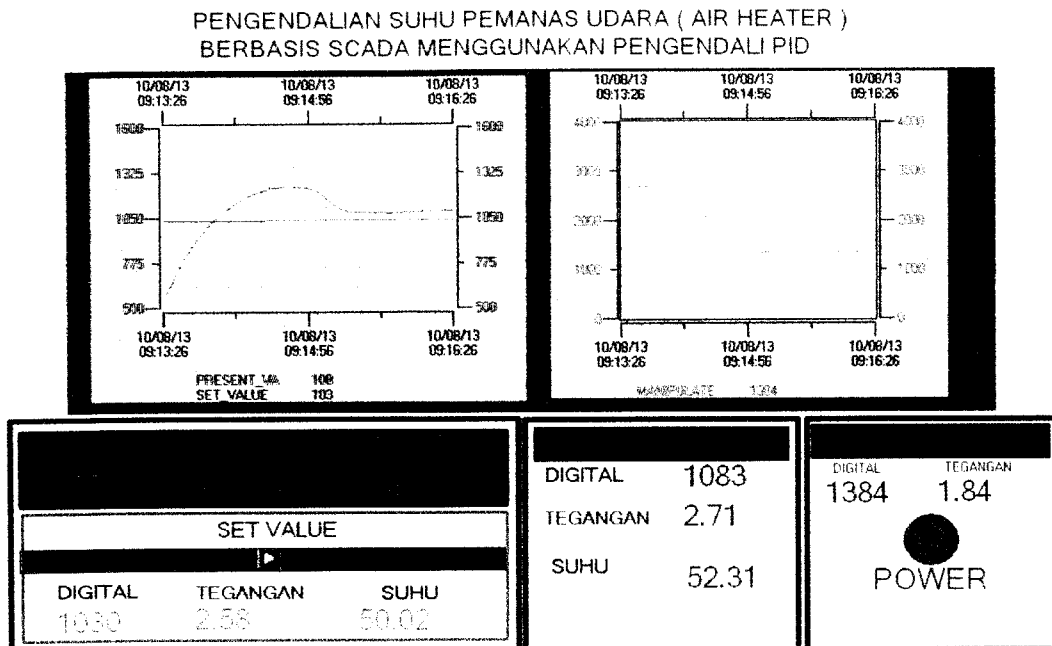
a. Dari suhu  $30^{\circ}\text{C}$  sampai *set point*  $40^{\circ}\text{C}$



**Gambar 4.7** Grafik *Setpoint*  $40^{\circ}\text{C}$  (1)

Dari pengamatan yang dilakukan, nilai suhu awal adalah berkisar pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  implementasinya bisa dilihat pada grafik di atas. Diberi masukan *setpoint*  $40.19^{\circ}\text{C}$ . Terlihat dalam grafik bahwa dengan parameter PID ini tidak dapat menahan suhu pada *setpoint* yang diinginkan. Awalnya tanggapan transien adalah sekitar 10 detik untuk *rise time*, setelah melewati *setpoint* menuju suhu  $43^{\circ}\text{C}$ , tidak terjadi penurunan suhu ke *setpoint* yang dikehendaki. Tanggapan sistem mengalami *steady state* pada suhu  $43^{\circ}\text{C}$  pada waktu 30 detik, artinya ada *error* sistem sebesar  $3^{\circ}\text{C}$ .

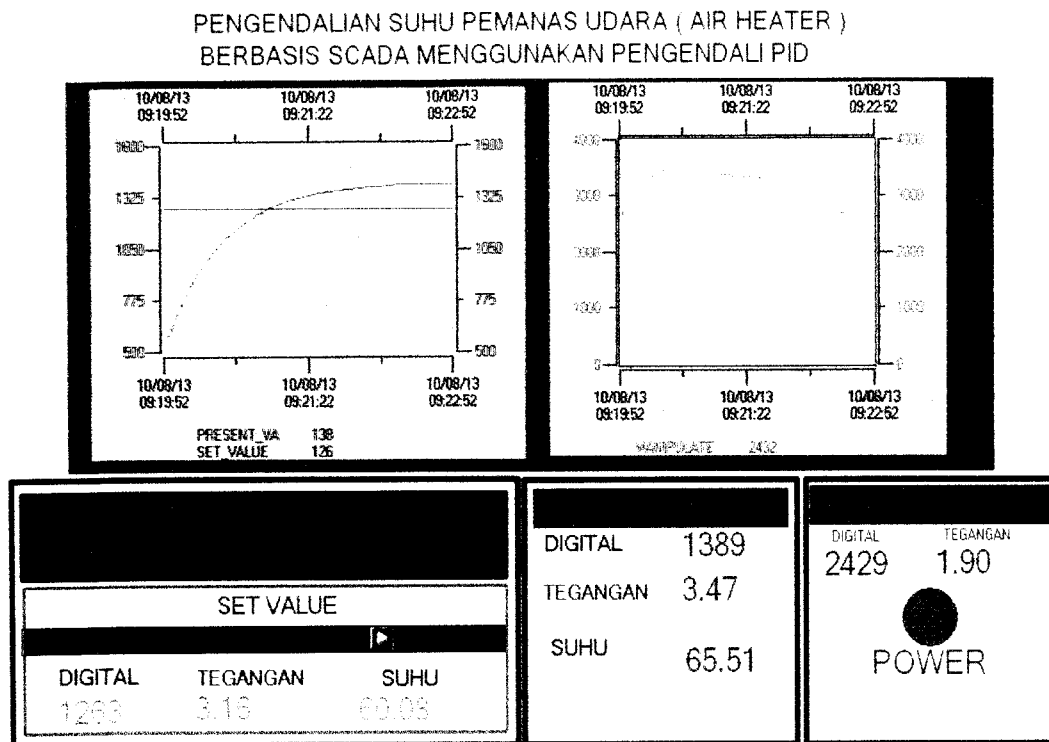
b. Dari suhu 30° C sampai *set point* 50° C



**Gambar 4.8** Grafik *Setpoint* 50° C (2)

Dari pengamatan yang dilakukan, nilai suhu awal adalah berkisar pada suhu 30°C implementasinya bisa dilihat pada grafik di atas. Diberi masukan *setpoint* 50.°C. Terlihat dalam grafik bahwa dengan parameter PID ini tidak dapat menahan suhu pada *setpoint* yang diinginkan. Awalnya tanggapan transien adalah sekitar 20 detik untuk *rise time* , setelah melewati *setpoint* pada suhu 50°C terjadi *overshoot* menuju suhu 57°C pada waktu 60 detik sampai 90 detik, kemudian terjadi penurunan suhu ke suhu 52°C. Tanggapan sistem mengalami *steady state* pada suhu 52°C pada waktu 120 detik, artinya ada *error* sistem sebesar 2°C.

c. Dari suhu 30° C sampai *set point* 60° C



**Gambar 4.9** Grafik *Setpoint* 60° C (3)

Dari pengamatan yang dilakukan, nilai suhu awal adalah berkisar pada suhu 30°C implementasinya bisa dilihat pada grafik di atas. Diberi masukan *setpoint* 60.°C. Terlihat dalam grafik bahwa dengan parameter PID ini tidak dapat menahan suhu pada *setpoint* yang diinginkan. Awalnya tanggapan transien adalah sekitar 45 detik untuk *rise time* , setelah melewati *setpoint* pada suhu 60°C terjadi *overshoot* menuju suhu 65°C. Setelah pengamatan selama 3 menit tidak terjadi penurunan ke *setpoint* yang diinginkan. *Error* sistem dalam percobaan ini sebesar 5°C.

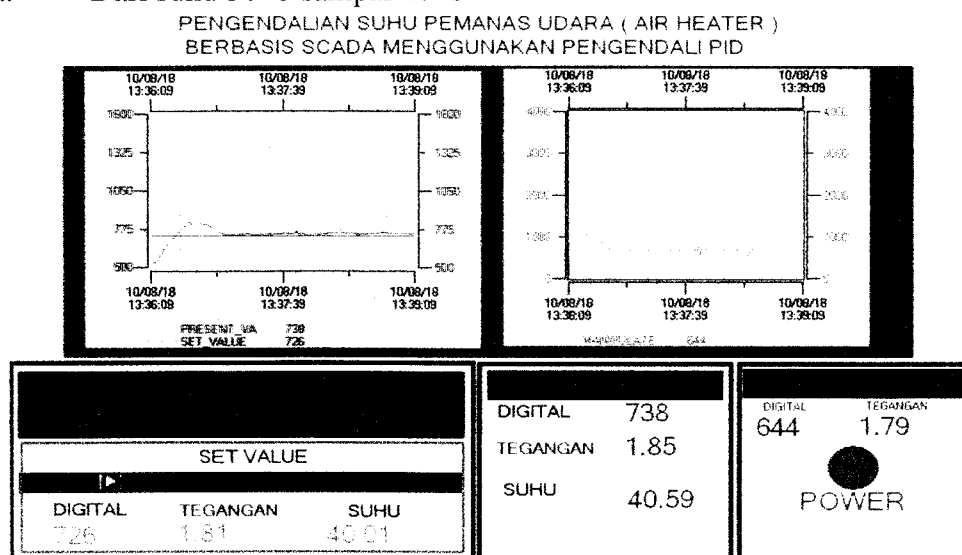


### 4.3.2 Metode *trial and error*

- Parameter  $K_p = 220$ ,  $T_i = 80$ ,  $T_d = 41$

Untuk memperbaiki tanggapan keluaran sistem maka dari nilai  $K_p$ ,  $T_i$ , dan  $T_d$  dari hasil metode Ziegler-Nichols perlu di ubah nilai  $K_p$  dan  $T_i$  nya agar *error* sistem dapat diperkecil dan nilai *overshoot* tidak terlalu tinggi. Pengaruh nilai  $K_p$  yang besar adalah respon sistem semakin cepat mencapai keadaan mantabnya namun jika nilai  $K_p$  diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil, atau respon sistem akan berosilasi, maka dalam percobaan selanjutnya nilai  $K_p$  akan diperkecil dari 295 menjadi 220. Untuk memperkecil *error* sistem maka nilai  $K_i$  harus dinaikan, maka nilai  $T_i$  harus diperkecil dari 163 menjadi 80 karena nilai  $K_i$  bergantung dari  $K_p$  dan  $T_i$  dimana  $K_i = K_p / T_i$ . Berikut percobaan dengan *setpoint* 40°C, 50°C, dan 60°C.

- Dari suhu 30°C sampai 40°C



**Gambar 4.10** Grafik *Setpoint* 40° C (4)

Dari pengamatan yang dilakukan, terjadi perubahan terhadap tanggapan sistem setelah nilai parameter  $K_p$  dan  $T_i$  diubah dimana *error* sistem semakin kecil dibandingkan pada tanggapan dengan setpoint yang sama pada parameter sebelumnya. Namun pada tanggapan ini *overshoot* masih mencapai  $44^\circ\text{C}$ . Selain itu setelah mencapai suhu  $40^\circ\text{C}$  masih terjadi osilasi namun tidak terlalu besar. Dari hasil respon diatas diketahui nilai karakteristik tanggapan adalah seperti tabel 4.6.

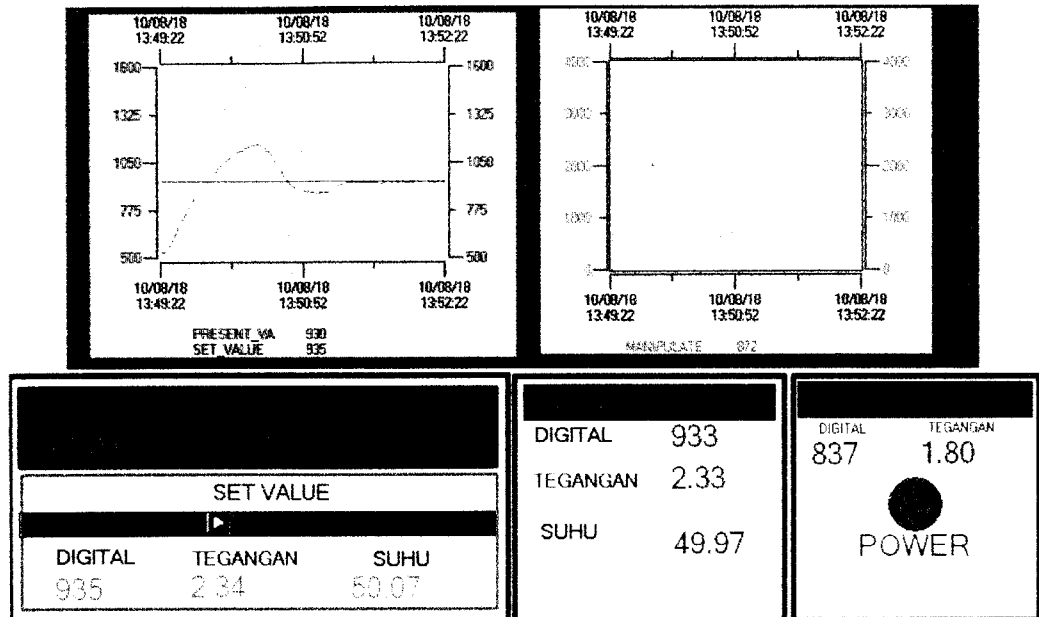
**Tabel 4.6** Karakteristik respon kendali PID untuk *setpoint*  $40^\circ\text{C}$  (2)

Tanggapan Transien	Nilai
Waktu Naik	10 detik
Waktu puncak	25detik
Waktu <i>setpoint</i>	50 detik
Maksimum <i>overshoot</i>	10 %

Dalam pengujian diatas diketahui waktu naik dicapai dalam waktu 10 detik, waktu puncak dicapai dalam waktu 25 detik. Waktu mencapai *setpoint* dicapai dalam waktu 50 detik. Nilai maksimum *overshoot* adalah 10 % dan nilai *manipulated value* adalah 644.

b. Dari suhu 30°C sampai 50°C

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID



Gambar 4.11 Grafik *Setpoint* 50° C (5)

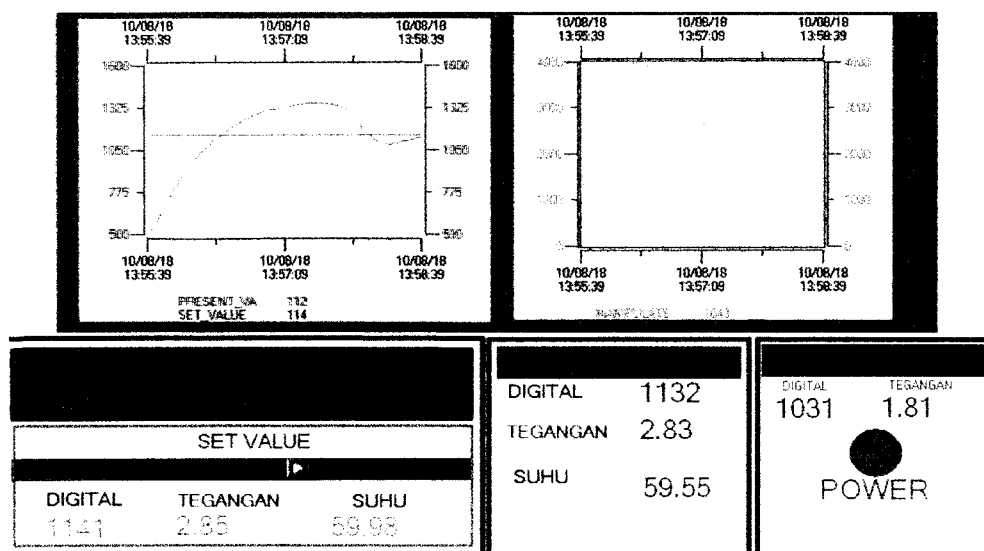
Dari pengamatan yang dilakukan pada *setpoint* ini , terjadi perubahan terhadap tanggapan sistem dimana *error* sistem kurang dari 1°C. dibandingkan pada tanggapan dengan *setpoint* yang sama pada parameter sebelumnya yaitu sekitar 3°C.. Namun pada tanggapan ini *overshoot* sangat tinggi mencapai 60°C. Setelah *overshoot* respon sistem tidak mencapai *steady state* pada suhu 50°C, namun turun pada suhu 47°C dan setelah itu baru mencapai *steady state*. Dari hasil respon diatas diketahui nilai karakteristik tanggapan adalah seperti tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Karakteristik respon kendali PID untuk *setpoint* 50 ° C (2)

Tanggapan Transien	Nilai
Waktu Naik	20 detik
Waktu puncak	60 detik
Waktu <i>setpoint</i>	115 detik
Maksimum <i>overshoot</i>	20 %

Dalam pengujian diatas diketahui waktu naik dicapai dalam waktu 20 detik, waktu puncak dicapai dalam waktu 60 detik. Waktu mencapai *setpoint* dicapai dalam waktu 115 detik. Nilai maksimum *overshoot* adalah 20 % dan nilai *manipulated value* adalah 837.

- c. Dari suhu 30°C sampai 60°C  
 PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID

**Gambar 4.12** Grafik *Setpoint* 60° C (6)

Dari pengamatan yang dilakukan pada *setpoint* ini , terjadi perubahan terhadap tanggapan sistem dimana *error* sistem kurang dari 1°C. dibandingkan pada tanggapan dengan *setpoint* yang sama pada parameter sebelumnya yaitu sekitar 5°C.. Namun pada tanggapan ini *overshoot* sangat tinggi mencapai 70°C. Setelah *overshoot* respon sistem tidak mencapai *steady state* pada suhu 60°C, namun turun pada suhu 57°C dan setelah itu baru mencapai *steady state*. Setelah pengamatan selama 3 menit maka diketahui nilai karakteristik tanggapan adalah seperti tabel 4.8.

**Tabel 4.8** Karakteristik respon kendali PID untuk *setpoint* 60 ° C (2)

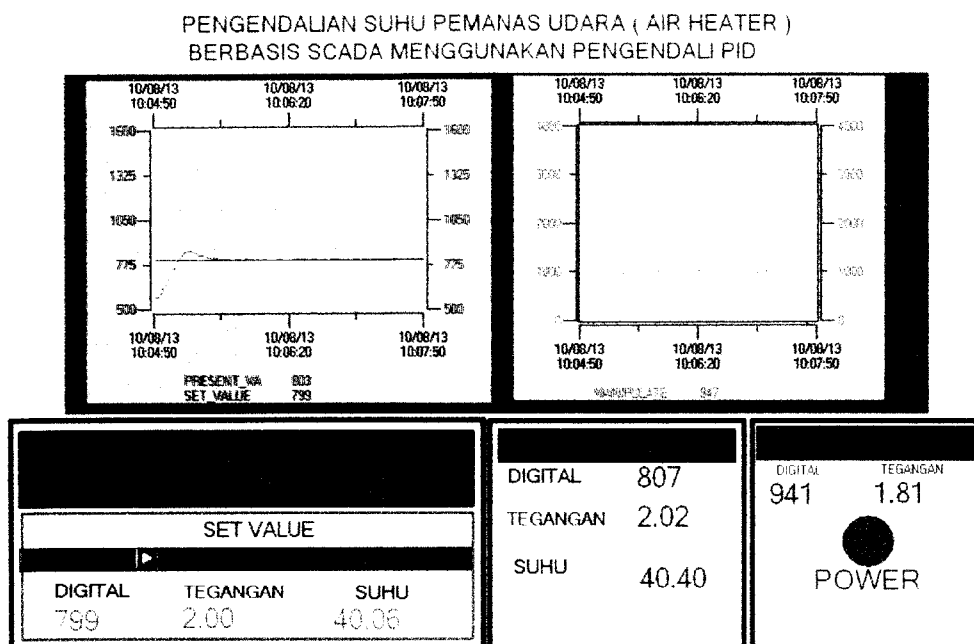
Tanggapan Transien	Nilai
Waktu Naik	40 detik
Waktu puncak	110 detik
Waktu <i>setpoint</i>	180 detik
Maksimum <i>overshoot</i>	16.67 %

Dalam pengujian diatas diketahui waktu naik dicapai dalam waktu 40 detik, waktu puncak dicapai dalam waktu 110 detik. Waktu mencapai *setpoint* dicapai dalam waktu 180 detik. Nilai maksimum *overshoot* adalah 16.67 % dan nilai *manipulated value* adalah 1031.

- Parameter  $K_p = 1000$ ,  $T_i = 100$ ,  $T_d = 10$

Berikut adalah beberapa percobaan untuk mengetahui tanggapan transien dengan parameter PID yang diberikan untuk mendukung sistem *closed loop*. Nilai parameter  $K_p = 1000$ ,  $T_i = 100$ , dan  $T_d = 10$ .

- a. Dari suhu 30° C sampai *set point* 40° C



**Gambar 4.13** Grafik *Setpoint* 40°C (7)

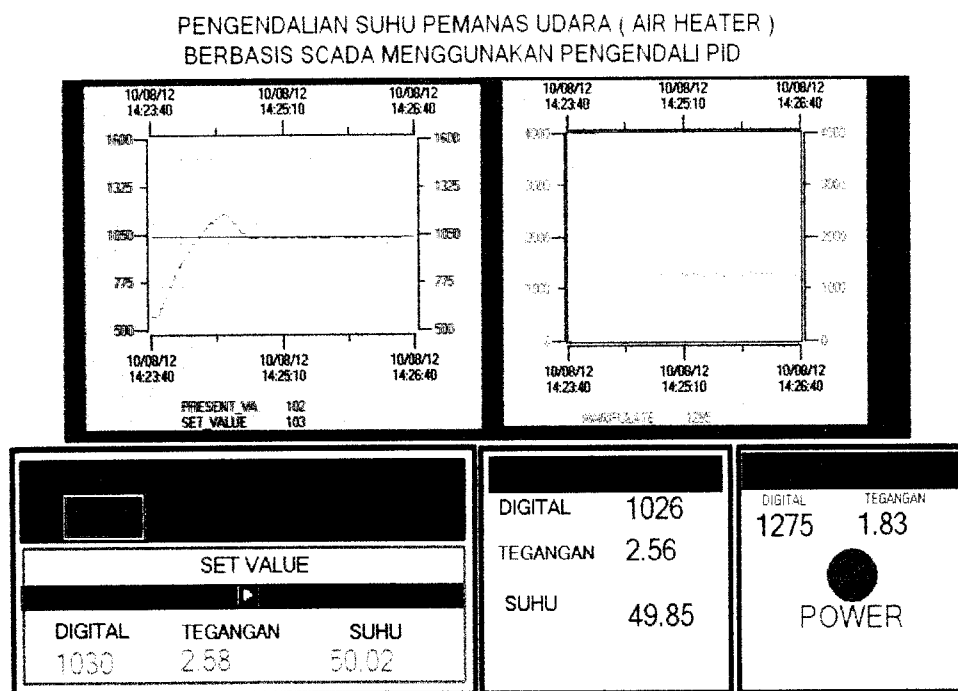
Dari pengamatan yang telah dilakukan, nilai suhu awal adalah berkisar pada suhu 30°C , implementasinya bisa dilihat pada grafik di atas. Diberi masukan *setpoint* 40.06 ° C. Dari hasil respon diatas diketahui nilai karakteristik tanggapan adalah seperti table 4.9.

**Tabel 4.9** Karakteristik respon kendali PID untuk *setpoint* 40.06 ° C

Tanggapan Transien	Nilai
Waktu Naik	10 detik
Waktu puncak	25 detik
Waktu <i>setpoint</i>	40 detik
Maksimum <i>overshoot</i>	5%

Dalam pengujian diatas diketahui waktu naik dicapai dalam waktu 10 detik, waktu puncak dicapai dalam waktu 25 detik. Waktu mencapai *setpoint* dicapai dalam waktu 40 detik. Nilai maksimum *overshoot* adalah 5 % dan nilai *manipulated value* adalah 1027.

b. Dari suhu 30° C sampai *set point* 50° C



**Gambar 4.14** Grafik *Setpoint* 50° C (8)

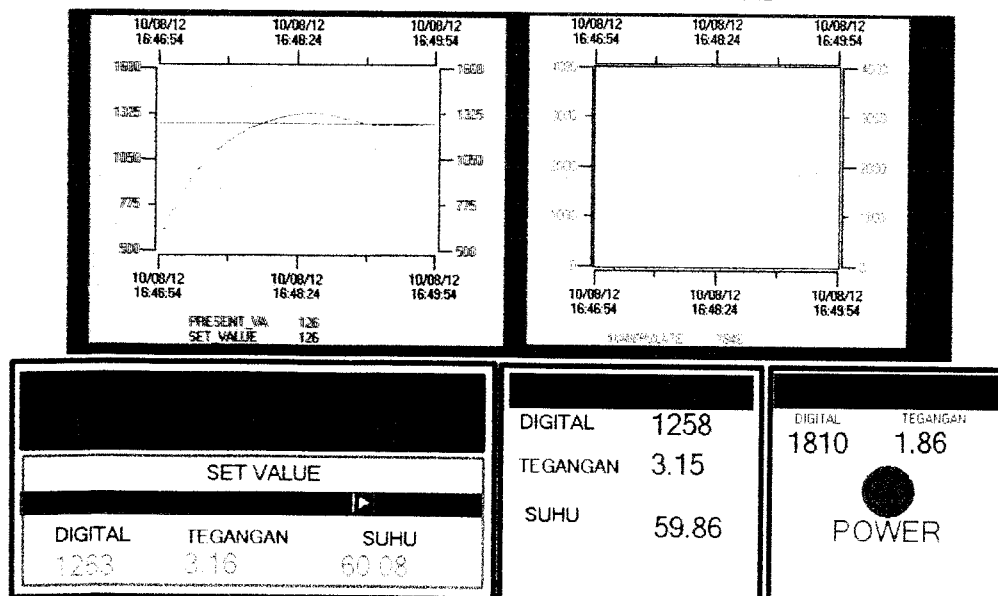
Dari pengamatan yang dilakukan, nilai suhu awal adalah berkisar pada suhu 30°C implementasinya bisa dilihat pada grafik di atas. Diberi masukan *setpoint* 50.02 ° C. Dari hasil respon diatas diketahui nilai karakteristik tanggapan adalah seperti tabel 4.10.

**Tabel 4.10** Karakteristik respon kendali PID untuk *setpoint* 50.02 ° C

Tanggapan Transien	Nilai
Waktu Naik	20 detik
Waktu puncak	50 detik
Waktu <i>setpoint</i>	60 detik
Maksimum <i>overshoot</i>	10 %

Dalam pengujian diatas diketahui waktu naik dicapai dalam waktu 20 detik, waktu puncak dicapai dalam waktu 50 detik. Waktu mencapai *setpoint* dicapai dalam waktu 60 detik. Nilai maksimum *overshoot* adalah 10 % dan nilai *manipulated value* adalah 1275.

- c. Dari suhu 30° C sampai setpoint 60° C  
 PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID

**Gambar 4.15** Grafik *Setpoint* 60° C (9)



Dari pengamatan yang dilakukan, nilai suhu awal adalah berkisar pada suhu 30°C implementasinya bisa dilihat pada grafik di atas. Diberi masukan *setpoint* 60.08°C. Dari hasil respon diatas diketahui nilai karakteristik tanggapan adalah seperti tabel 4.11.

**Tabel 4.11** Karakteristik respon kendali PID untuk *setpoint* 60.08 ° C

Tanggapan Transien	Nilai
Waktu Naik	45 detik
Waktu puncak	100 detik
Waktu <i>setpoint</i>	140 detik
Maksimum <i>overshoot</i>	5 %

Dalam pengujian diatas diketahui waktu naik dicapai dalam waktu 45 detik, waktu puncak dicapai dalam waktu 100 detik. Waktu mencapai *setpoint* dicapai dalam waktu 140 detik. Nilai maksimum *overshoot* adalah 5 % dan nilai *manipulated value* adalah 1810.

### 4.3.3 Perbandingan Karakteristik Tanggapan Transien Masing-Masing Parameter.

Dengan membandingkan tiga percobaan dengan parameter PID yang berbeda maka dapat dianalisis parameter mana yang memenuhi kriteria pengendali *closed loop* yang performansi lebih baik dengan melihat tanggapan transien masing-masing parameter. Berikut adalah tabel perbandingan untuk *setpoint* 40°C, 50°C, dan 60°C.

a. Untuk setpoint 40°C

**Tabel 4.12** Tanggapan transien masing-masing parameter pada setpoint 40 ° C

Tanggapan transien Parameter	Waktu naik (detik)	Waktu puncak (detik)	Waktu <i>setpoint</i> (detik)	Maksimum <i>Overshoot</i> (%)	<i>Error</i> sistem ( ° C )
Kp = 295 Ti = 163 Td = 41	10	30	Tidak mencapai <i>setpoint</i>	7.5	± 3
Kp = 220 Ti = 80 Td = 41	10	25	50	10	± 0.58
Kp = 1000 Ti = 100 Td = 10	10	25	40	5	± 0.36

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa masing masing parameter memiliki respon yang berbeda. Dari ketiga parameter tersebut waktu naiknya adalah sama sebesar 10 detik, namun untuk waktu puncak parameter Kp = 295, Ti= 163 dan Td = 41 rersponnya lebih lambat dari kedua parameter lainnya. Perbedaan mulai terlihat ketika parameter Kp = 295, Ti= 163 dan Td = 41 tidak dapat mencapai *setpoint*. Sedangkan parameter Kp = 1000, Ti = 100, Td = 10 bekerja 10 detik lebih cepat untuk mencapai *setpoint* . Selain lebih cepat, *overshoot* dan *error* sistemnya pun lebih kecil daripada parameter yang lain.

a. Untuk setpoint 50°C

**Tabel 4.13** Tanggapan transien masing-masing parameter pada setpoint 50 ° C

Tanggapan transien Parameter	Waktu naik (detik)	Waktu puncak (detik)	Waktu <i>setpoint</i> (detik)	Maksimum <i>Overshoot</i> (%)	<i>Error</i> sistem (° C)
K <sub>p</sub> = 295 T <sub>i</sub> = 163 T <sub>d</sub> = 41	20	60	Tidak mencapai setpoint	14	± 2.29
K <sub>p</sub> = 220 T <sub>i</sub> = 80 T <sub>d</sub> = 41	20	60	115	20	± 0.10
K <sub>p</sub> = 1000 T <sub>i</sub> = 100 T <sub>d</sub> = 10	20	50	60	10	± 0.17

Dalam pengamatan selama 3 menit, dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa perbandingan parameter hampir sama dengan *setpoint* 40° C. Dari ketiga parameter tersebut waktu naiknya adalah sama sebesar 20 detik, namun untuk waktu puncak parameter K<sub>p</sub> = 1000, T<sub>i</sub> = 100 dan T<sub>d</sub> = 10 rersponnya lebih cepat 10 detik dari kedua parameter lainnya. Perbedaan mulai terlihat ketika parameter K<sub>p</sub> = 295, T<sub>i</sub> = 163 dan T<sub>d</sub> = 41 kembali tidak dapat mencapai *setpoint*. Sedangkan parameter K<sub>p</sub> = 1000, T<sub>i</sub> = 100, T<sub>d</sub> = 10 bekerja dua kali lebih cepat untuk mencapai *setpoint* 50° C dibandingkan dengan parameter K<sub>p</sub> = 220, T<sub>i</sub> = 80 dan T<sub>d</sub> = 41 . Selain lebih cepat, *overshoot* sistemnya pun lebih kecil daripada parameter yang lain.

a. Untuk setpoint 60°C

**Tabel 4.14** Tanggapan transien masing-masing parameter pada setpoint 60 ° C

Tanggapan transien Parameter	Waktu naik (detik)	Waktu puncak (detik)	Waktu <i>setpoint</i> (detik)	Maksimum <i>Overshoot</i> (%)	<i>Error</i> sistem (° C)
K <sub>p</sub> = 295 T <sub>i</sub> = 163 T <sub>d</sub> = 41	45	180	Tidak mencapai setpoint	8.3	± 5
K <sub>p</sub> = 220 T <sub>i</sub> = 80 T <sub>d</sub> = 41	40	110	180	16.67	± 0.43
K <sub>p</sub> = 1000 T <sub>i</sub> = 100 T <sub>d</sub> = 10	45	100	140	5	± 0.22

Dalam pengamatan selama 3 menit, parameter K<sub>p</sub> = 220, T<sub>i</sub> = 80 dan T<sub>d</sub> = 41 memiliki waktu naik paling cepat, namun untuk waktu puncak parameter K<sub>p</sub> = 1000, T<sub>i</sub> = 100 dan T<sub>d</sub> = 10 responnya lebih cepat 10 detik dari parameter K<sub>p</sub> = 220, T<sub>i</sub> = 80 dan T<sub>d</sub> = 41. Perbedaan mulai terlihat ketika parameter K<sub>p</sub> = 295, T<sub>i</sub> = 163 dan T<sub>d</sub> = 41 kembali tidak dapat mencapai *setpoint*. Sedangkan parameter K<sub>p</sub> = 1000, T<sub>i</sub> = 100, T<sub>d</sub> = 10 bekerja lebih cepat untuk mencapai *setpoint* 60° C dibandingkan dengan parameter K<sub>p</sub> = 220, T<sub>i</sub> = 80 dan T<sub>d</sub> = 41. Selain lebih cepat, *overshoot* sistemnya pun lebih kecil daripada parameter yang lain.

Secara keseluruhan bahwa parameter K<sub>p</sub> = 1000, T<sub>i</sub> = 100, T<sub>d</sub> = 10 memiliki respon yang lebih baik dibandingkan kedua parameter lainnya.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan sistem dan hasil pengujian yang dilakukan, maka dalam pembuatan tugas akhir ini dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu :

1. Dengan adanya instruksi PID pada PLC LG MASTER K120S dapat dengan mudah dalam proses pengendalian suhu udara.
2. Karakteristik dari pengendalian proses yang berupa suhu udara adalah perubahan proses yang sangat cepat.
3. Sensor LM 35 cocok dipakai dalam penelitian ini karena sangat presisi pada *range* suhu 30° C sampai 60° C.
4. *Driver heater* yang dipakai dalam percobaan kurang linear sehingga nilai manipulasi dari PID mempunyai *range* nilai yang sempit.
5. Penggunaan simulasi CimonD pada penelitian ini sangat berguna untuk melihat hasil output yang dihasilkan sehingga dapat dimonitoring pada simulasi ini sesuai dengan kondisi sistem tersebut.
6. Dengan nilai parameter PID yang didapat dari hasil pemodelan daentifikasi sistem yang bernilai  $K_p = 295$ ,  $T_i = 163$   $T_d = 41$  memiliki persentase *error* yang besar , dengan melakukan *tuning* secara *trial and error* didapat parameter baru dengan nilai  $P = 1000$ ,  $T_i = 100$  dan  $T_d = 100$  tanggapan sistem memiliki

kemampuan menekan *error* dan dapat mencapai keadaan tunak dengan cepat.

## 5.2. Saran

Dari perancangan sistem Pengendali PID plant *heater* yang telah direalisasikan pada Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi dasar penelitian lebih lanjut, mengingat banyaknya kekurangan yang dihadapi maka diusulkan beberapa saran, yaitu :

1. *Driver* AC yang digunakan diharapkan lebih dikembangkan sehingga mampu mengeluarkan tegangan AC yang linear.
2. Menggunakan PLC modul ekspansi yang lain seperti modul RTD sehingga diharapkan pengendalian suhu menggunakan PLC lebih mudah dan dapat bekerja di *range* suhu yang besar.
3. Menerapkan Pengendali PID dengan menggunakan PLC LG MASTER K 120 S tidak hanya pada pengendali suhu saja, namun pengendali PID bagi ketinggian air, aliran udara dan lain sebagainya, sehingga penguasaan PID dengan PLC dapat lebih kompleks.

## DAFTAR PUSTAKA

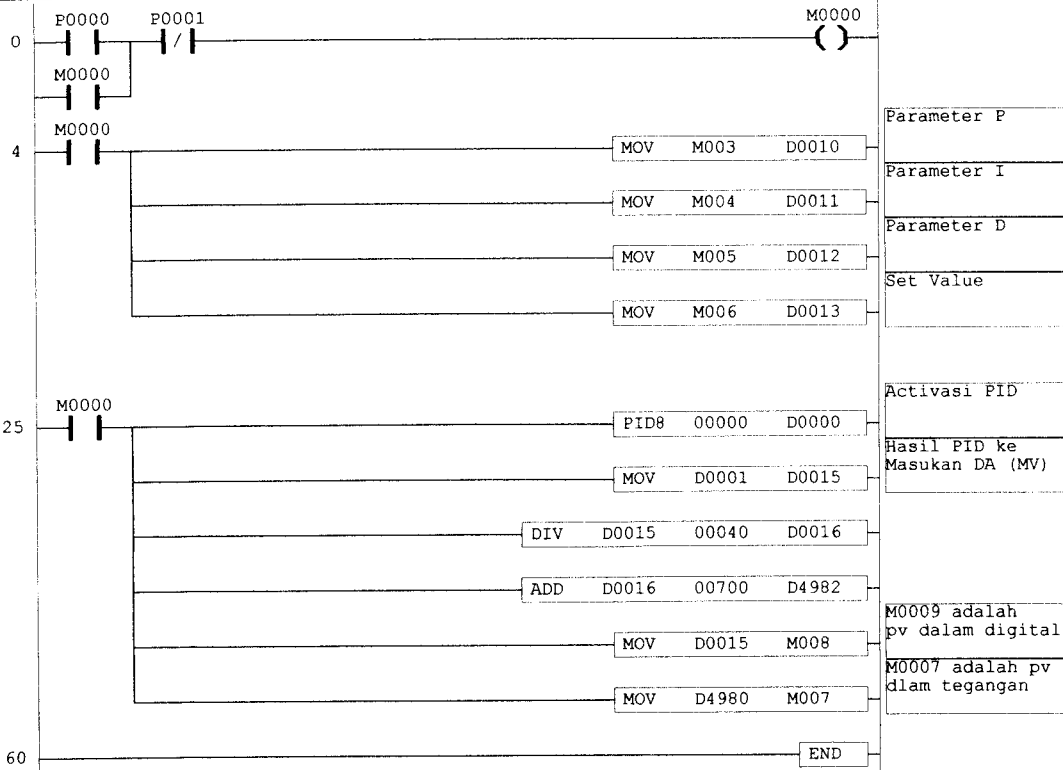
- Anwar, Chairul 2006.” Aplikasi sistem SCADA pada pengisian dan ppenutupan kaleng susu secara otomatis berbasis plc Siemens s7-200 s7-300 “.Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
- Arifin, Jaenal 2009. “Pengontrolan Temperatur Menggunakan Metode Kontrol PID Berbasis Mikrokontroler AT90S8515”. Skripsi. Tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Indonesia.
- Detya, Prestalino 2007. ” Aplikasi Sistem SCADA pada Miniatur Water Control Berbasis PLC Siemens S7-300 “. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
- Modul Pelatihan PLC LG MASTER K120S.
- Ogata, Katsuhiko,1987. *Teknik Kontrol Automatik*, Jilid 1, Edisi Kedua, Jakarta : Erlangga.
- Ogata, Katsuhiko,1987. *Teknik Kontrol Automatik*, Jilid 2, Edisi Kedua, Jakarta : Erlangga.
- Perdana Putra, Binar 2008,” Kendali PLAN Industri dengan SCADA”. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
- USER MANUAL LG Programable Logic Controller MASTER K120S series, LG Industrial Systems. [www.lgis.com](http://www.lgis.com)

1. P1

2. P2

# LAMPIRAN





Step	Command	Device	Variable	Comment
0	LOAD	P0000	start	start
1	OR	M0000	Latch	Latch
2	AND NOT	P0001	stop	stop
3	OUT	M0000	Latch	Latch
4	LOAD	M0000	Latch	Latch
5	MOV	M003 D0010		
10	MOV	M004 D0011		
15	MOV	M005 D0012		
20	MOV	M006 D0013		
25	LOAD	M0000	Latch	Latch
26	PID8	00000 D0000		
31	MOV	D0001 D0015		
36	DIV	D0015 00040 D0016		
43	ADD	D0016 00700 D4982		
50	MOV	D0015 M008		
55	MOV	D4980 M007		

## LAMPIRAN 2

1. Data Sheet PLC MASTER K-120S
2. Datasheet PLC G7F-ADHA

## DATA SHEET

# LS Programmable Logic Controller MASTER-K120S Series



When using LSIS equipment, thoroughly read this datasheet and associated manuals introduced in this datasheet. Also pay attention to safety and handle the module properly. Keep this datasheet in a safe place so that you can take it out whenever necessary.

LS Industrial Systems Co., Ltd.

### FICE

Severance Bldg. 84-11 5 ga, Namdaemun-ro, Jung-gu,  
151-753, Korea <http://eng.lsis.biz>  
2034-4643-4649 Fax: (82-2)2034-4879, 2034-4885

LS Industrial Systems Tokyo Office >> Japan  
03-582-9128 Fax: 81-3-3582-2667 e-mail: [jschuna@lsis.biz](mailto:jschuna@lsis.biz)

LS Industrial Systems Dubai Rep. Office >> UAE  
04-3328289 Fax: 971-4-3329444 e-mail: [hwym@lsis.biz](mailto:hwym@lsis.biz)

LS Industrial Systems Co., Ltd. >> Vietnam  
0302-382-0222 Fax: 84-4-882-0220 e-mail: [srjo@hn.vnn.vn](mailto:srjo@hn.vnn.vn)

LS Industrial Systems Hanoi Office >> Vietnam  
0302-736-6270/1 Fax: 84-4-736-6269

LS Industrial Systems co., Ltd. >> China  
010-8237-7777 Fax: 86-4118730-7560 e-mail: [lixk@lqis.com.cn](mailto:lixk@lqis.com.cn)

LS Industrial Systems(Wuxi) Co., Ltd. >> China  
0510-534-6666 Fax: 86-510-522-4078 e-mail: [Xuqh@lqis.com.cn](mailto:Xuqh@lqis.com.cn)

LS Industrial Systems Beijing Office >> China  
010-6462-3254 Fax: 86-10-6462-3236 e-mail: [linsz@lqis.com.cn](mailto:linsz@lqis.com.cn)

LS Industrial Systems Guangzhou Office >> China  
020-8612-9151 Fax: 86-20-8326-9287 e-mail: [zhangch@lqis.com.cn](mailto:zhangch@lqis.com.cn)


LS Industrial Systems Chengdu Office >> China  
028-8612-9151 Fax: 86-28-8612-9236 e-mail: [hongkonk@vip.163.com](mailto:hongkonk@vip.163.com)


LS Industrial Systems Q:ngdao Office >> China  
0532-32580-2539 Fax: 86-532-583-3793 e-mail: [bellkuk@hanmail.net](mailto:bellkuk@hanmail.net)

LSIS will endeavor to improve our products so that information in this datasheet is not subjected to change without notice.


## Safety Instructions


- ▶ To Prevent injury and property damage, following these instructions
- ▶ Incorrect operation due to ignoring instructions will cause harm or damage, the seriousness of which is indicated by following symbols

 **Warning** This symbol indicates the possibility of death or serious injury

 **Caution** This symbol indicates the possibility of injury or damage to property

- ▶ The meaning of each symbol in this datasheet and on your equipment is as follows.

 This is the safety alert symbol.  
Read and follow instructions carefully to avoid dangerous situation.

 This symbol alerts the user to the presence of "dangerous voltage" inside the product that might cause harm or electric shock.  
It means paying attention because of danger of electrical shock.

- ▶ Store this datasheet in a safe place so that you can take it out and read it whenever necessary. Always forward it to the end user

### Warning

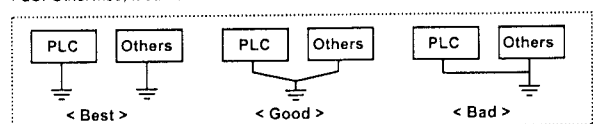
- ▶ Do not contact the terminals while the power is applied.  
Risk of electric shock and malfunction.
- ▶ Protect the product from being gone into by foreign metallic matter.  
Risk of fire, electric shock and malfunction.

### Caution

- ▶ Be sure to check the rated voltage and terminal arrangement for the module before wiring work.  
Risk of electric shock, fire and malfunction.
- ▶ Tighten the screw of terminal block with the specified torque range.  
If the terminal screw loosens, it can cause fire and electric shock.
- ▶ Use the PLC in an environment that meets the general specifications contained in this datasheet.  
Risk of electrical shock, fire, erroneous operation and deterioration of the PLC.
- ▶ Be sure that external load does not exceed the rating of output module.  
Risk of fire and erroneous operation.
- ▶ Do not use the PLC in the environment of direct vibration  
Risk of electrical shock, fire and erroneous operation.
- ▶ Do not disassemble, repair or modify the PLC.  
Risk of electrical shock, fire and erroneous operation.
- ▶ When disposing of PLC, treat it as industrial waste.  
Risk of poisonous pollution or explosion.

## Precautions for use

- ▶ Do not install other places except PLC controlled place.
- ▶ Make sure that the FG terminal is grounded with class 3 grounding which is dedicated to the PLC. Otherwise, it can cause disorder or malfunction of PLC



- ▶ Connect expansion connector correctly when expansion module are needed.
- ▶ Do not detach PCB from the case of the module and do not modify the module.
- ▶ Turn off power when attaching or detaching module.
- ▶ Cellular phone or walkie-talkie should be farther than 30cm from the PLC
- ▶ Input signal and communication line should be farther than minimum 100mm from a high-tension line and a power line in order not to be affected by noise and magnetic field.

## ling the product

product, read the datasheet and the User's manual through to the end

use the product efficiently.

Item	Code
Programming software)	10310000345
Instruction & Programming)	10310000346
MS User's manual	10310000381

## on

provides brief information about characteristics, configuration, and usage of series.

## Specifications

Specifications				Standard	
0 ~ 55°C (32 ~ 131°F)					
-25 ~ 70°C (-13 ~ 158°F)					
5 ~ 95%RH, non-condensing					
5 ~ 95%RH, non-condensing					
Occasional vibration					
Frequency	Acceleration	Amplitude	Sweep count	IEC61131-2	
10 ≤ f < 57 Hz	-	0.075 mm	10 times in each direction for X, Y, Z		
57 < f < 150 Hz	9.8 ms <sup>2</sup> {1G}	-			
Continuous vibration					
Frequency	Acceleration	Amplitude			
10 ≤ f < 57 Hz	-	0.035 mm			
57 < f < 150 Hz	4.9 ms <sup>2</sup> {0.5G}	-			
* Maximum shock acceleration: 147 ms <sup>2</sup> {15G}				IEC61131-2	
* Duration time : 11 ms					
* Pulse wave: half sine wave pulse (3 times in each of X, Y and Z directions)					
Square wave impulse noise	± 1,500 V			IEC61131-2 Standard	
Electrostatic discharge	Voltage : 4kV(contact discharge)			IEC61131-2 IEC61000-4-2	
Radiated electromagnetic field	27 ~ 500 MHz, 10 V/m			IEC61131-2 IEC61000-4-3	
Fast transient & Burst noise	Severity Level	All power modules	Digital / Analog Inout / Communication Interface	IEC61131-2 IEC61000-4-4	
	Voltage	2 kV	1 kV		
Maximum torque : 5.2 lb/inch					
Free from corrosive gases and excessive dust					
Up to 2,000m					
2 or lower					
Self-cooling					

## ance Specifications

Item	Specification(Standard Type)						Remark
	K7M-DR/DT10U	K7M-DR/DT14U	K7M-DR/DT/DT20U	K7M-DR/DT/DT30U	K7M-DR/DT/DT40U	K7M-DR/DT/DT60U	
Operation method	Repeated operation of stored program, Cyclic operation Interrupt task operation						
I/O Control method	Scan synchronized batch processing method (Refresh method) Direct method by instruction						
Program language	Ladder Diagram, Instruction List						
Number of Instruction	30						
Processing Time	277						
Program memory Cap.	Basic Instruction : 0.1 μs/Step						
I/O Points	10	14	20	30	40	60	
Data Area	P000 ~ P63F						I/O Relay
	M000 ~ M191F						Internal Relay
	K000 ~ K31F						Keep Relay
	L000 ~ L63F						Link Relay
	F000 ~ F63F						Special Relay
	T	100ms : T000 ~ T191(192 Point), 10ms : T192 ~ T250(59Point) 1ms : T251 ~ T255(5Point) Adjustable boundary area by parameter setting					Timer
Operating Mode	C000 ~ C255						Counter
	S00.00 ~ S99.99						Step Relay
	D0000 ~ D4999						Data Register
	RUN, STOP, PAUSE						
Self-diagnostic functions	Watch dog timer, memory error detection, I/O error Detection, etc						
Memory backup at power down	Latch area setting by basic parameter						
No. of Max. extension	2						
Weight(g)	360	370	500	510			
Internal function	speed	1 Phase 20kHz 2Ch. 2 Phase 10kHz 1Ch.					
		HSC Function	Mode	1 pulse operation Mode : Increment count by program 1 pulse operation Mode : Increment/decrement count by phase B pulse input			
	2 pulse operation Mode : Increment/decrement count by input pulse 2 pulse operation Mode : Increment/decrement count by difference of phase						
	Additional Function	Internal/External preset, Latch counter Interrupt operation by data comparison, zone comparison, RPM calculation, Ring Counter					
		Cnet I/F function	MASTER-K Dedicated protocol support MODBUS protocol support User defined protocol support No protocol mode * RS-485 is available on K7M-DR10/14UE only				
	Pulse catch		4 points for 50us				
External Interrupt	4 Points for 50us						
Input filter	0, 1, 2, 5, 10, 100, 200, 500, 1000 ms (selection)						

Item	Specification(Standard Type)						Remark
	K7M-DR/DT10U	K7M-DR/DT14U	K7M-DR/DT/DT20U	K7M-DR/DT/DT30U	K7M-DR/DT/DT40U	K7M-DR/DT/DT60U	
Data Area	C	C000 ~ C255					Counter
	S	S00.00 ~ S99.99					Step Relay
	D	D0000 ~ D4999					Data Register
Operating Mode	RUN, STOP, PAUSE, DEBUG						
Self-diagnostic functions	Watch dog timer, memory error detection, I/O error Detection, etc						
Memory backup at power down	Latch area setting by basic parameter						
No. of Max. extension	3						
Weight(g)	380	400	520	540	660	850	
Internal function	PID Control function	Auto tuning by instruction, PWM Operation 8 PID control loops, Anti-Windup, SV-Ramp, Delta MV					
		Cnet I/F function	MASTER-K Dedicated protocol support MODBUS protocol support User defined protocol support No protocol mode				
	HSC Function		Mode	1 Phase 100 kHz 2Ch / 20kHz 2Ch. 2 Phase 50 kHz 1Ch / 10kHz 1Ch.			
		1 pulse operation Mode : Increment count by program 1 pulse operation Mode : Increment/decrement count by phase B pulse input					
	2 pulse operation Mode : Increment/decrement count by input pulse						
	2 pulse operation Mode : Increment/decrement count by difference of phase						
	Additional Function	Internal/External preset, Latch counter Interrupt operation by data comparison, zone comparison, RPM calculation, Ring Counter					
		Pulse catch	8 points : 2points for 10us and 6points for 50us				
	Positioning	Basic	Control axis : 2 axes Control method : PTP, speed control Control unit : Pulse Positioning data : 20 data per axis Positioning mode : End/Keep/Continuous, Single/Repeat				DRT/DT Type Only
			Positioning	Positioning method : Absolute/Incremental Positioning address : -2,147,483,648 ~ 2,147,483,647 Speed : Max. 100kpps(Setting range : 5 ~ 100,000) Accel./Decel. Method : Trapezoidal method			
Return to Origin		Origin detection when approximate origin turns off. Origin detection after deceleration when approx. origin off Origin detection by approximate origin					
		JOG	Setting range: 5 ~ 100,000(High/Low speed)				
External Interrupt	8 Points : 2points for 10us and 6points for 50us						
Input filter	0, 1, 2, 5, 10, 100, 200, 500, 1000 ms (selection)						

Item	Specification(Economic Type)				Remark
	K7M-DR10UE	K7M-DR14UE	K7M-DR20UE	K7M-DR30UE	
Operation method	Cyclic operation of stored program Interrupt task operation				
I/O Control method	Scan synchronized batch processing method (Refresh method) Direct method by instruction				
Program language	Ladder Diagram, Instruction List				
Number of Instruction	30				
Processing Time	269				
Program memory Cap.	Basic Instruction : 0.4 μs/Step				
I/O Points	10	14	20	30	
Data Area	P	P000 ~ P63F			I/O Relay
	M	M000 ~ M191F			Internal Relay
	K	K000 ~ K31F			Keep Relay
	L	L000 ~ L63F			Link Relay
	F	F000 ~ F63F			Special Relay
	T	100ms : T000 ~ T191(192 Point), 10ms : T192 ~ T250(59Point) 1ms : T251 ~ T255(5Point) Adjustable boundary area by parameter setting			Timer
Operating Mode	C000 ~ C255				Counter
	S00.00 ~ S99.99				Step Relay
	D0000 ~ D4999				Data Register
	RUN, STOP, PAUSE				
Self-diagnostic functions	Watch dog timer, memory error detection, I/O error Detection, etc				
Memory backup at power down	Latch area setting by basic parameter				
No. of Max. extension	2				
Weight(g)	360	370	500	510	
Internal function	speed	1 Phase 20kHz 2Ch. 2 Phase 10kHz 1Ch.			
		HSC Function	Mode	1 pulse operation Mode : Increment count by program 1 pulse operation Mode : Increment/decrement count by phase B pulse input	
	2 pulse operation Mode : Increment/decrement count by input pulse 2 pulse operation Mode : Increment/decrement count by difference of phase				
	Additional Function	Internal/External preset, Latch counter Interrupt operation by data comparison, zone comparison, RPM calculation, Ring Counter			
		Cnet I/F function	MASTER-K Dedicated protocol support MODBUS protocol support User defined protocol support No protocol mode * RS-485 is available on K7M-DR10/14UE only		
	Pulse catch		4 points for 50us		
External Interrupt	4 Points for 50us				
Input filter	0, 1, 2, 5, 10, 100, 200, 500, 1000 ms (selection)				

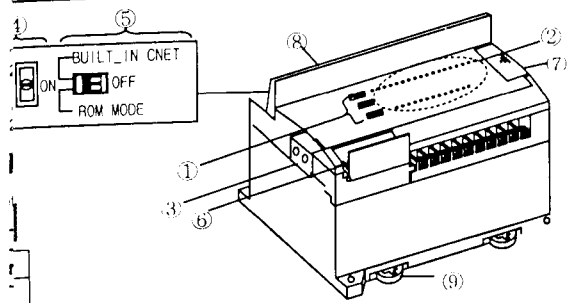
## Operation Processing Method

Sequential processing method  
 Sequential processing is called cyclic operation. Cyclic operation of the PLC is long as conditions do not change by interrupt processing during program

Interrupts operation method  
 Interrupt operation method, operations are processed not repeatedly but at interval. In the MASTER-K120S main unit, interval can be set to between 0.01 This operation is used to process operation with a constant cycle  
 Interrupts operation method  
 Operations which is requested to be urgently processed during execution of a PLC operation method processes immediately the operation which corresponds to program. The signal, which informs those urgent conditions to the CPU module, is output signal.

## Name and Descriptions

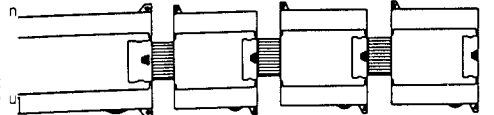
This chapter describes the name and functions of parts of the MASTER-K120S Series.



Name	Function
PWR LED	Indicates of the power status. • On : normal state • Off : abnormal state or off
RUN LED	Indicates the operation status of the CPU. • On : When the CPU operates with the mode setting switch in the local or remote RUN • Off : When the followings occur ▶ the voltage is not normally supplied to the CPU ▶ the mode setting switch is in the stop or pause ▶ An error which makes operation stop is detected
ERR LED	Indicates the operation status of the CPU. • Flicker : An error is detected by self diagnostic during operation • Off : When the CPU is normal state
Input/Output LED	Indicates the input/output status
485 Connector	• 2 pin connector for 485 communication
Mode setting switch	Sets the operation mode of the CPU. • RUN : Program operation is executed • STOP : Program operation is stopped • PAU / REM ▶ PAUSE : Program operation is temporarily stopped ▶ REMOTE Used for the remote operation
Built-in Cnet On/Off Switching Dip switch	• For detailed direction for use, refer to the MK120S user's manual chapter 5 • Rom mode switch must be set to 'Off'
232C Connector	• 9 pin connector for KGLWIN and Cnet
Extension connector cover	• the connector which mounted extension unit cover
Main block cover	• the protection cover for external wiring
Hook for DIN rail	• The hook for DIN rail

## Module Allocation Method

This chapter describes the method of granting address to unit & module for output/input data.



Mounting Module	Maximum No. of module can be mounted		Remark
	Standard type	Economic type	
Positioning I/O module	3	2	
Power supply module	3	2 (Except G7F-RD2A)	
Communication module	1	1 (G7L-CUEB, CUEC only)	

The following is method I/O number allocation.

Item	Area		Remark
	Input	Output	
Main Unit	P000 ~ P03F	P040 ~ P07F	64 Points Fixed
Expansion #1	P080 ~ P08F	P090 ~ P09F	16 Points Fixed
Expansion #2	P100 ~ P10F	P110 ~ P11F	16 Points Fixed
Expansion #3	P120 ~ P12F	P130 ~ P13F	16 Points Fixed

The following I/O allocation is fixed-point method and special module is not allocated (each which is not used can be used internal relay.)

## 7. Built-in High Speed Counter Function

### 1) Summary

The high-speed counter can count high frequency pulse which can not be processed with the CPU counting instructions. It can be counting pulse which occurs from encoder or pulse generator.

### 2) Performance specifications

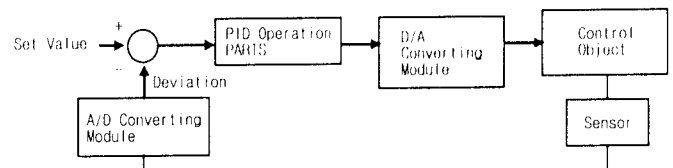
Item	Specification	
	Standard	Economic
Input signal	A Phase, B Phase, Preset	
Signal level	DC24V	
Signal type	Voltage input	
Counting range	-2,147,483,648 ~ 2,147,483,647(binary 32bits)	
Max. counting speed	1Phase: 100 kHz 2Ch, 20kHz 2Ch, 2Phase: 50 kHz 1Ch, 10kHz 1Ch	1Phase: 20kHz 2Ch, 2Phase: 10kHz 1Ch
Counting method	Linear counter or Ring counter	
Up/Down selection	1 Phase	B-Phase input
	2 Phase	Auto-select by phase difference of A and B Phase
Additional function	Internal or external preset, Latch counter Interrupt operation by data comparison, zone comparison, RPM calculation	

## 8. PID Control Function(Standard Type Only)

This chapter describes information about the built-in PID function of MASTER-K120S Series.(Max. 8 loops)

### 1) The characteristics of PID function of MASTER-K120S series as following

- The PID function is integrated into the CPU module. Therefore, all PID control action can be performed with instructions and parameter without any separated PID module.
- Velocity form and Positioning form are available.
- P operation, PI operation, PID operation and On/Off operation can be selected easily.
- The manual output (the user-defined forced output) is available.
- By proper parameter setting, stable operation can be achieved regardless of external disturbance.
- The operation scan time (the interval that PID controller gets a sampling data from actuator) is changeable for optimizing to the system characteristics.
- PWM operation is supported
- SV-Ramp, Delta-MV function is supported



PID Control system block diagram

### 2) Instructions for PID control

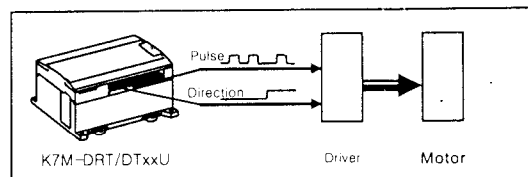
For the PID Operation of MASTER-K120S, there are two instructions, as follow.

No.	Instruction	Function
1	PIDB	Perform the PID operation
2	PIDBAT	Perform the auto tuning operation

## 9. Positioning function(DRT/DT Type Only)

### 1) Summary

The DRT/DT Types of MASTER-K120S supports 2-axes of positioning function. The purpose of this function is to transfer moving object by setting speed from the current position and stop them on the setting position correctly. This chapter describes information about the built-in positioning function of MASTER-K120S Series.



### 2) Performance specifications

Item	Specification
Control axis	2axes
Control method	PTP, speed control
Control unit	pulse
Positioning data	20 data per axis
Positioning method	Absolute / Incremental
Speed limit	Max. 100kpps, Min. 5pps(unit of 1pps)
Positioning address	-2,147,483,648 ~ 2,147,483,647
Acceleration/Deceleration method	Trapezoidal method(0 ~ 10,000ms)
Bias speed	5 ~ 100,000 pps
Rated load voltage	12V/24V
Operation method	Single / Repeat
Operation mode	End / Keep / Continuous mode
Positioning function	Return to origin JOG operation PWM output function

### Block (only GLOFA series)

#### Block and function

Function	Remark
A/D conversion	DC 0~10V / DC 4~20 mA Input only DC 4~20 mA current input only
D/A conversion	DC 0~10V / DC 4~20 mA output only DC 4~20 mA current output only

#### Conversion value (ADHA\_RD, AD420)

When block for reading the module is performed for only one channel and the used to read output variable of data displayed from A/D converted digital

Variable	Data type	Contents
REQ	BOOL	Execution request region of function block ● If connected condition on then region is completed and 0 turns to 1, then function block of reading module is executed while the program is performing
SLOT	USINT	Location no. of slot ● Setting range: 1 to 3
CH	BOOL	Designation region of using channel ● Setting range: 0 to 1
V_J	BOOL	Designation region of Analog input type. ● Setting range: 0 or 1 (0: Current selecting, 1: Voltage selecting) ★ AD420 isn't used in function block.
DONE	BOOL	Indicating region of A/D conversion value. ● If reading function block is completed to execute without an error then 1 is output and maintains 1 until next execution comes, but if an error occurs, 0 is output and if becomes operation stop status.
STAT	USINT	Area marking error status ● When error occurs, output error numbers.
DATA	INT	Area outputting A/D conversion value ● Data output range: -48 ~ 4047

#### Conversion value (DAHA\_WR, DA420)

Variable	Data type	Contents
REQ	BOOL	Execution request region of function block ● If connected condition on this region is completed and 0 turns to 1 then function block of writing module is executed while the program is performing.
SLOT	USINT	Location no. of slot ● Setting range: 1 to 3
V_J	BOOL	Designation region of analog output type ● Setting range: 0 or 1 (0: I selecting, 1: V selecting) ★ DA420 isn't used in function block.
DATA	INT	Input region of D/A conversion ● Setting range: 0 to 4000
DONE	BOOL	Indicating region of function block ● If writing function block is completed to execute without an error then 1 is output and maintains 1 until next execution comes, but if an error occurs, 0 is output and if becomes operation stop status
STAT	USINT	Area for marking error status, that outputs error number when error occurs in execution of function block.

### Special data register (only MASTER-K series)

Value stores special data register as following.

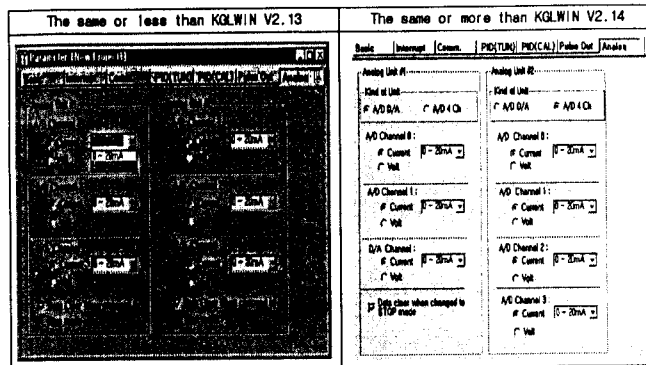
As shown below is possible to use under the same or less than K80S CPU

Explanation	Remark
A/D conversion value of channel 1 stores	Expansion A/D module #1
A/D conversion value of channel 2 stores	
D/A conversion value set	
A/D conversion value of channel 1 stores	Expansion A/D module #2
A/D conversion value of channel 2 stores	
D/A conversion value set	

The table which is shown below is possible to use under the same or more than K80S CPU ROM V1.4.

Special data register	Explanation	Remark
D4980	A/D conversion value of channel 1 stores	Expansion A/D module #1
D4981	A/D conversion value of channel 2 stores	
D4982	D/A conversion value set	
D4983	Not used	Expansion A/D module #2
D4984	A/D conversion value of channel 1 stores	
D4985	A/D conversion value of channel 2 stores	
D4986	D/A conversion value set	
D4987	Not used	

### 6.1 parameter setting



### 7. Handling Precautions

From unpacking to installation, be sure to check the following:

- 1) Do not drop it off, and make sure that strong impacts should not be applied.
- 2) Do not dismount printed circuit boards from the case. It can cause malfunctions.
- 3) During wiring, be sure to check any foreign matter like wire scraps should not enter into the upper side of the PLC, and in the event that foreign matter entered into it, always eliminate it.
- 4) Be sure to disconnect electrical power before mounting or dismounting the module.

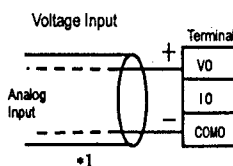
### 8. Wiring

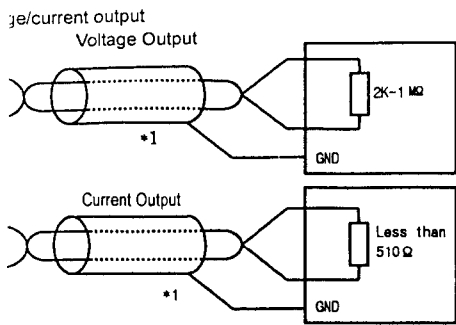
#### 8.1 Caution for wiring

- ▶ Make sure that external input signal of the mixture module of AC and analog I/O is not affected by induction noise or occurs from the AC through using another cable.
- ▶ Wire is adopted with consideration about peripheral temperature and electric current allowance. Thicker than Max. size of wire AWG22 (0.3mm) is better.
- ▶ If wire is put near to high temp. radiated device or contacted with oil for a long time, it may cause of electric leakage so that it gets broken or miss-operation during wiring.
- ▶ Be sure to connect with care of polarity while connecting to external 24V DC power supply.
- ▶ In case of wiring with high voltage line or generation line, it makes induction failure so then it may cause of miss-operation and out of order.

#### 8.2 Wiring

##### 1) Wiring of voltage/current input

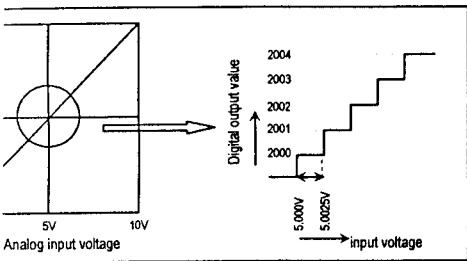




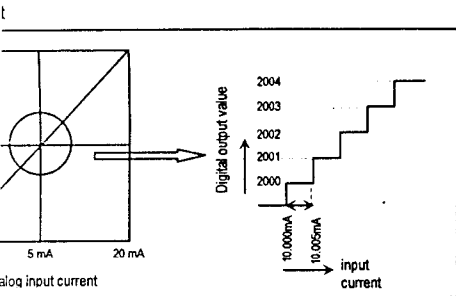
Be sure to use two-core twisted shield wire.  
Be careful to use that analog output is 1 channel.

**Conversion characteristics**

Conversion characteristics



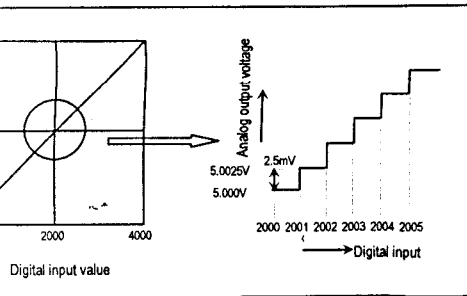
**A/D conversion characteristics (voltage input)**  
Digital amount 0 is output by 0V input and 4,000 is output by 10V input. 2.5mV equals to digital amount 1, but value less than 2.5mV can't be converted.



**A/D conversion characteristics (Current Input)**  
0mA becomes output 0, 10mA does 2000 and 20mA does 4000. therefore 5μA equals to digital amount 1, but value less than 5 μA can't be converted. So

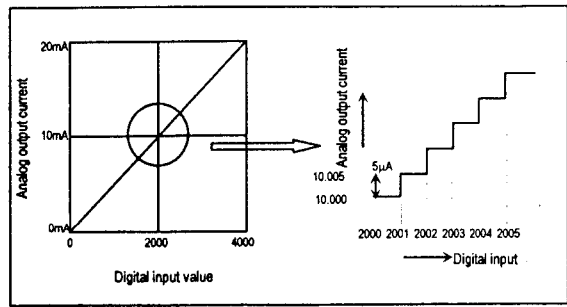
**Conversion characteristics**

Output



**D/A conversion characteristics (voltage output)**  
Digital amount 0 outputs analog amount 0V, 4000 does 10V. Digital input 1 equals analog amount.

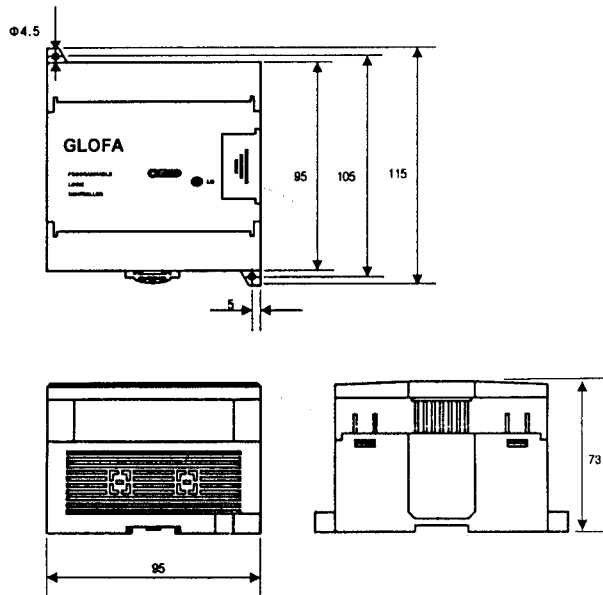
**2) Current Output**



**D/A conversion characteristics (Current output)**

In current output, digital amount 0 exchanges to 0mA, and 4,000 does 20mA. Analog amount of digital input 1 equals to 5 μA.

**10. Dimension (unit : mm)**



**11. Warranty**

**1. Warranty period**

LSIS provides an 18-month-warranty from the date of the production.

**2. Warranty conditions**

For troubles within the warranty period, LSIS will replace the entire PLC or repair the troubled parts free of charge except the following cases.

- (1) The troubles caused by improper condition, environment or treatment except the instructions of LSIS.
- (2) The troubles caused by external devices.
- (3) The troubles caused by remodeling or repairing based on the user's own discretion.
- (4) The troubles caused by improper usage of the product.
- (5) The troubles caused by the reason which exceeded the expectation from science and technology level when LSIS manufactured the product.
- (6) The troubles caused by natural disaster.

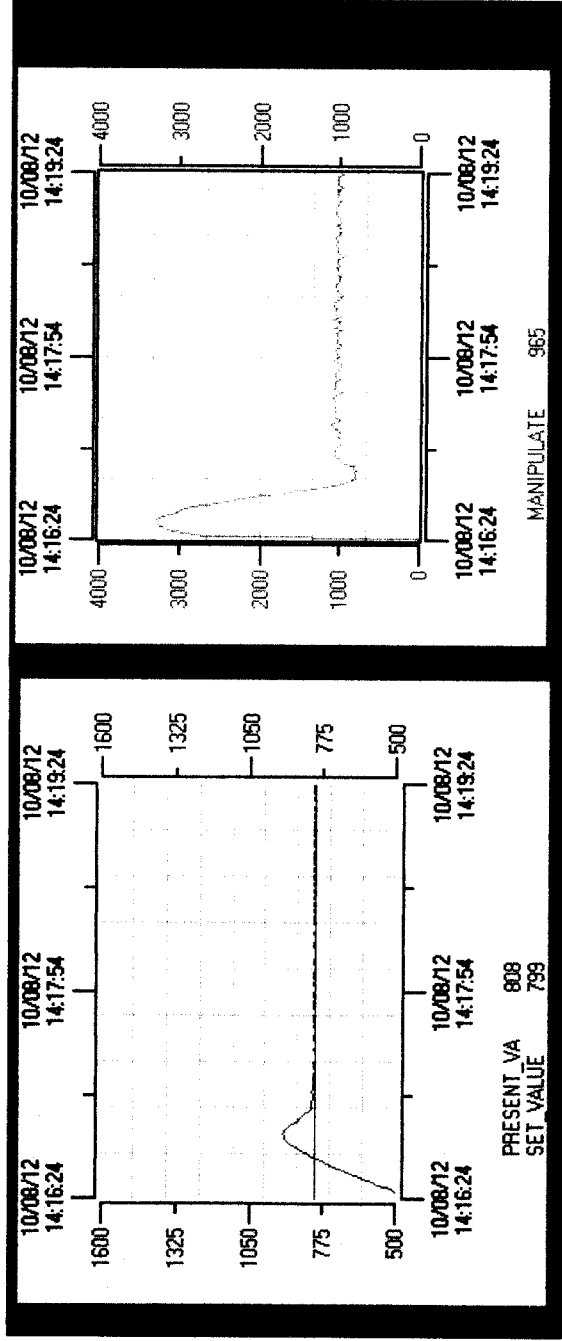
3. This warranty is limited to the PLC itself only. It is not valid for the whole system which the PLC is attached to.



## LAMPIRAN 3

1. Grafik suhu setpoint 40°C dengan  $K_p = 1000$ ,  $T_i = 100$ ,  $T_d = 10$
2. Grafik suhu setpoint 50°C dengan  $K_p = 1000$ ,  $T_i = 100$ ,  $T_d = 10$
3. Grafik suhu setpoint 60°C dengan  $K_p = 1000$ ,  $T_i = 100$ ,  $T_d = 10$
4. Grafik suhu setpoint 40°C dengan  $K_p = 295$ ,  $T_i = 163$ ,  $T_d = 41$
5. Grafik suhu setpoint 50°C dengan  $K_p = 295$ ,  $T_i = 163$ ,  $T_d = 41$
6. Grafik suhu setpoint 60°C dengan  $K_p = 295$ ,  $T_i = 163$ ,  $T_d = 41$
7. Grafik suhu setpoint 40°C dengan  $K_p = 220$ ,  $T_i = 80$ ,  $T_d = 41$
8. Grafik suhu setpoint 50°C dengan  $K_p = 220$ ,  $T_i = 80$ ,  $T_d = 41$
9. Grafik suhu setpoint 60°C dengan  $K_p = 220$ ,  $T_i = 100$ ,  $T_d = 41$
10. Grafik suhu setpoint 40°C dengan  $K_p = 218$ ,  $T_i = 163$ ,  $T_d = 41$
11. Grafik suhu setpoint 50°C dengan  $K_p = 218$ ,  $T_i = 163$ ,  $T_d = 41$
12. Grafik suhu setpoint 40°C dengan  $K_p = 250$ ,  $T_i = 200$ ,  $T_d = 41$
13. Grafik suhu setpoint 40°C dengan  $K_p = 200$ ,  $T_i = 100$ ,  $T_d = 20$

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID

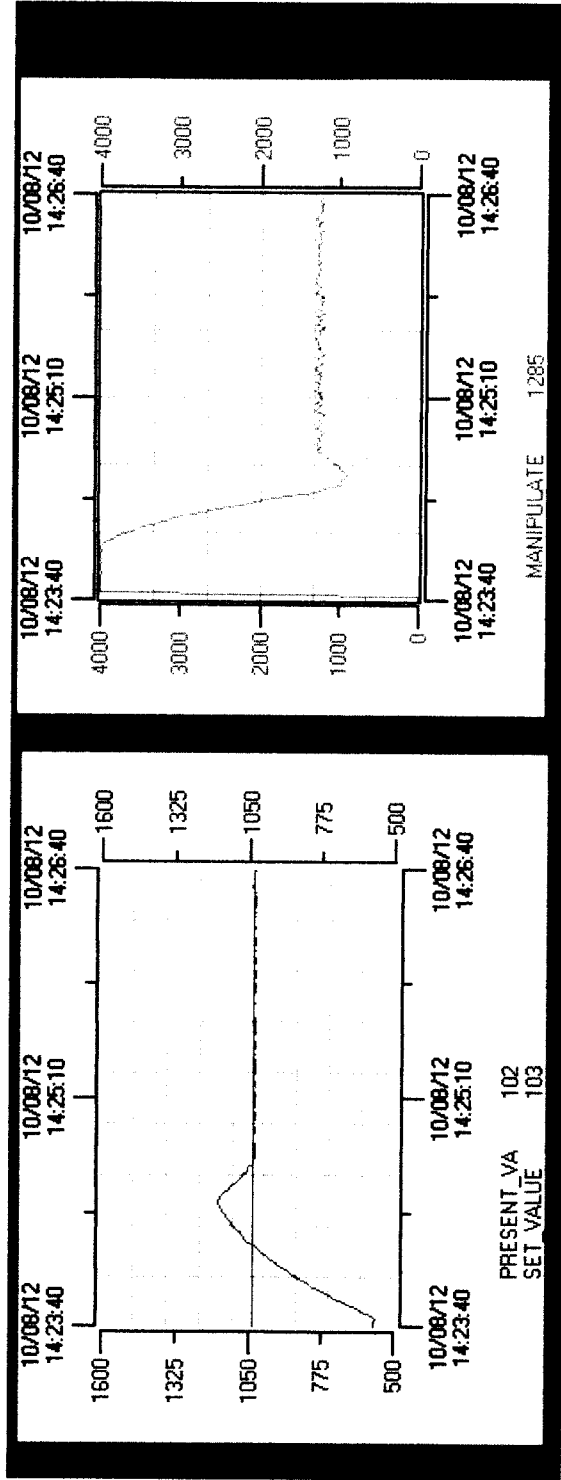


SET VALUE	
DIGITAL	SUHU
799	40.06

DIGITAL	810
TEGANGAN	2.02
SUHU	40.53

DIGITAL	1027
TEGANGAN	1.81
POWER	

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID

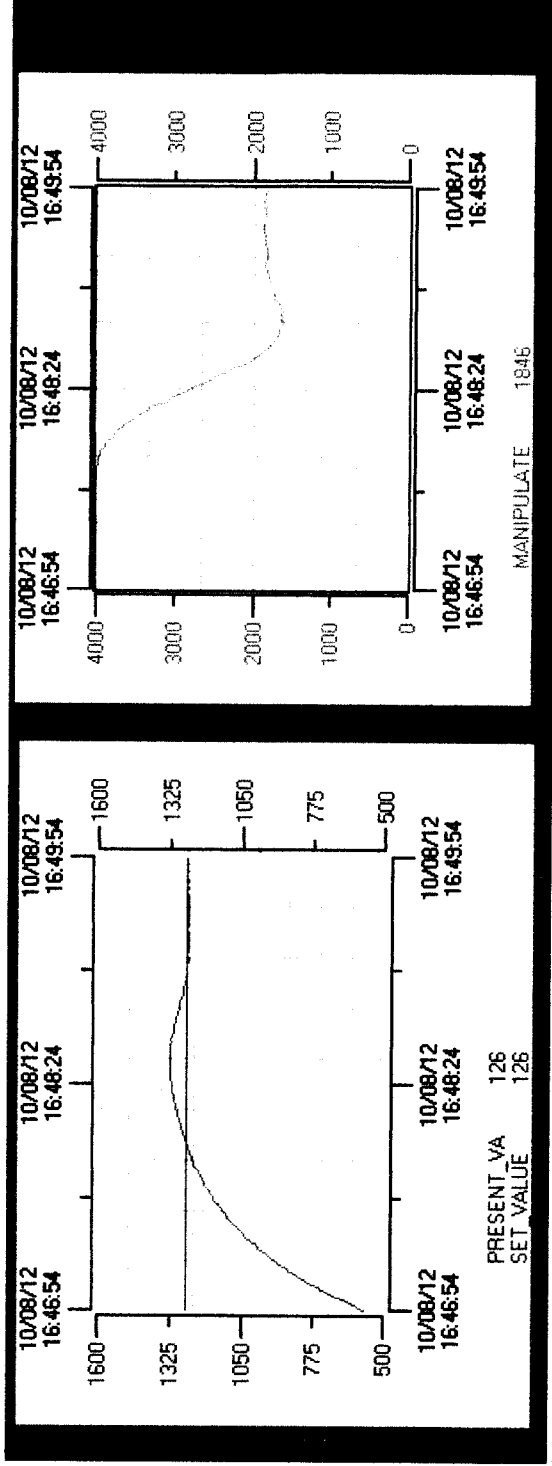


SET VALUE	
DIGITAL	SUHU
1030	50.02

DIGITAL	1026
TEGANGAN	2.56
SUHU	49.85

DIGITAL	1275
TEGANGAN	1.83
●	
POWER	

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID



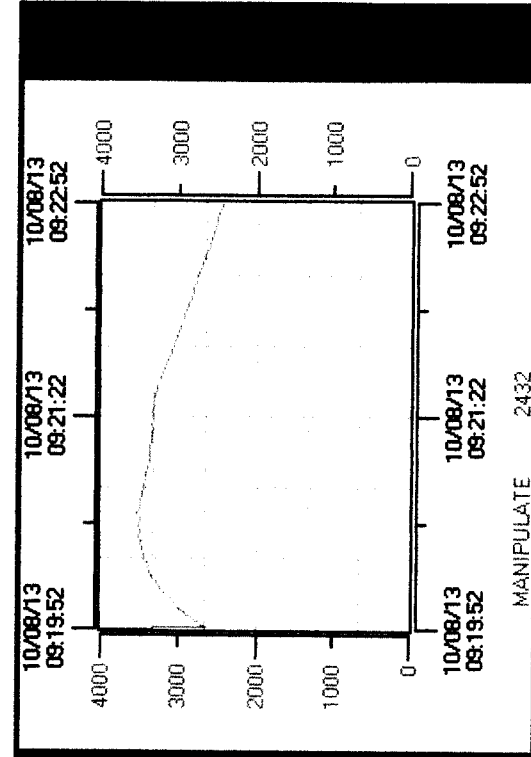
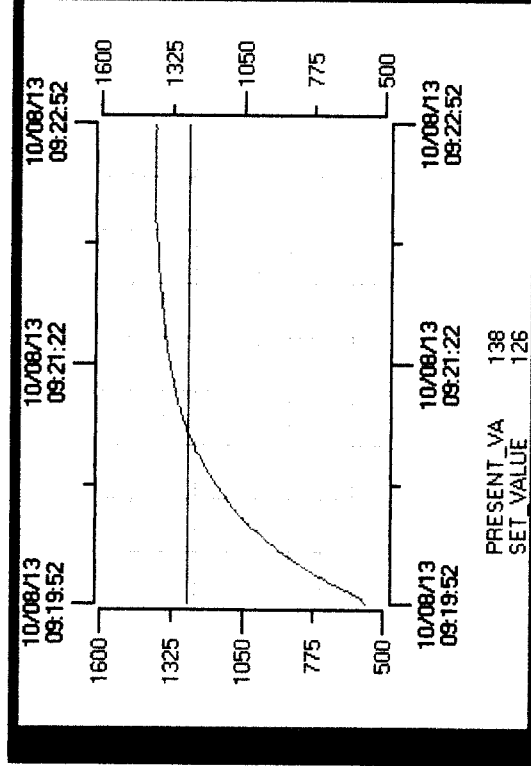
SET VALUE

DIGITAL	TEGANGAN	SUHU
1263	3.16	60.08

DIGITAL	1258
TEGANGAN	3.15
SUHU	59.86

DIGITAL	1810
TEGANGAN	1.86
POWER	

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID



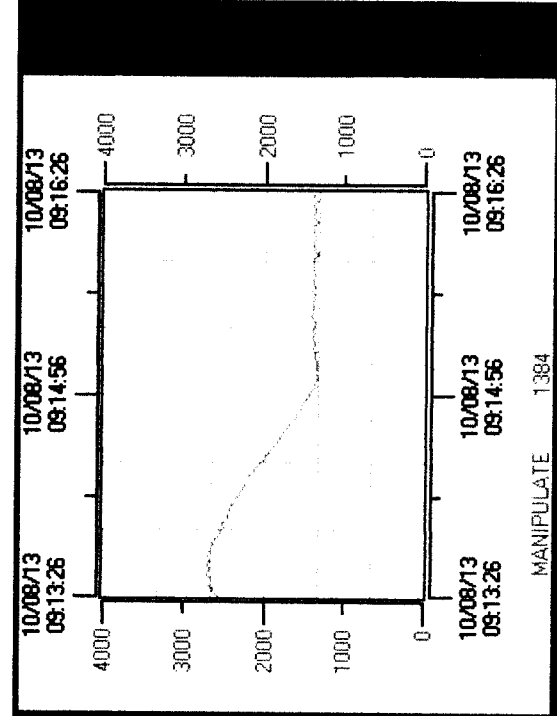
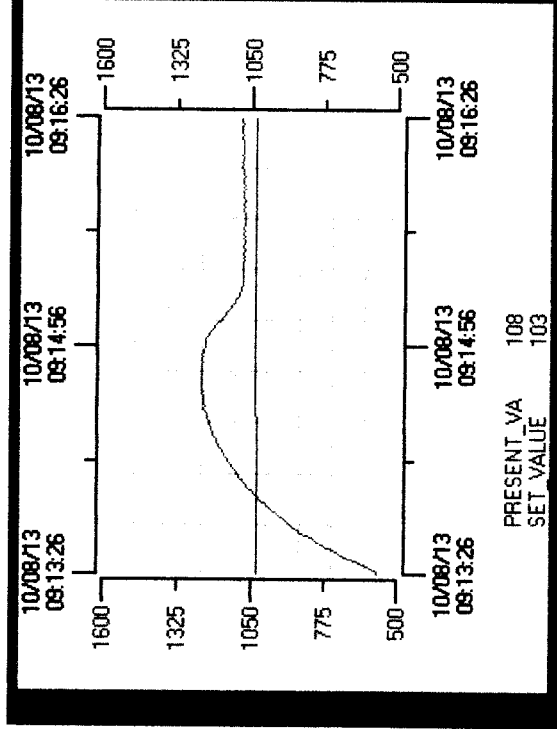
SET VALUE

DIGITAL	TEGANGAN	SUHU
1263	3.16	60.08

DIGITAL	1389
TEGANGAN	3.47
SUHU	65.51

DIGITAL	TEGANGAN	1.90
2429		POWER

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID

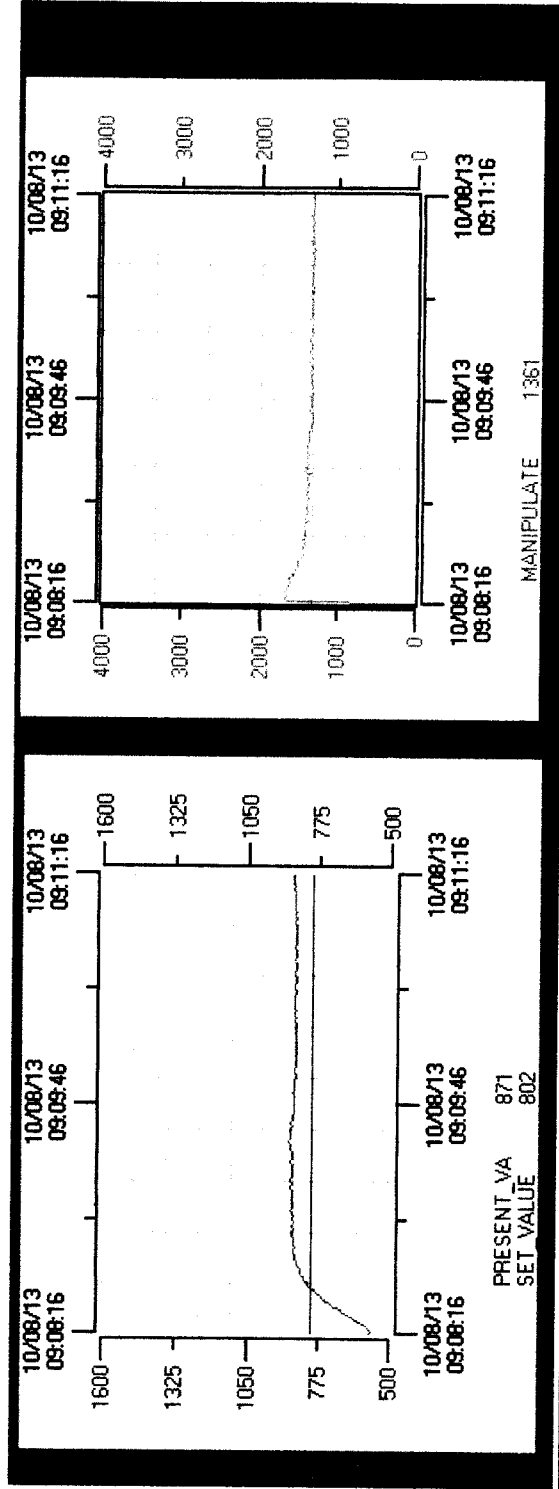


SET VALUE	
DIGITAL	SUHU
1030	50.02
TEGANGAN	
2.58	

DIGITAL	1083
TEGANGAN	2.71
SUHU	52.31

DIGITAL	1384
TEGANGAN	1.84
● POWER	

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID



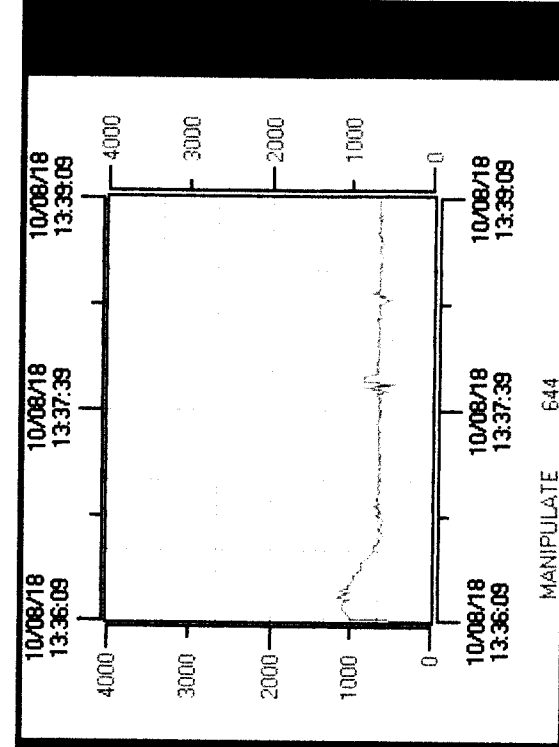
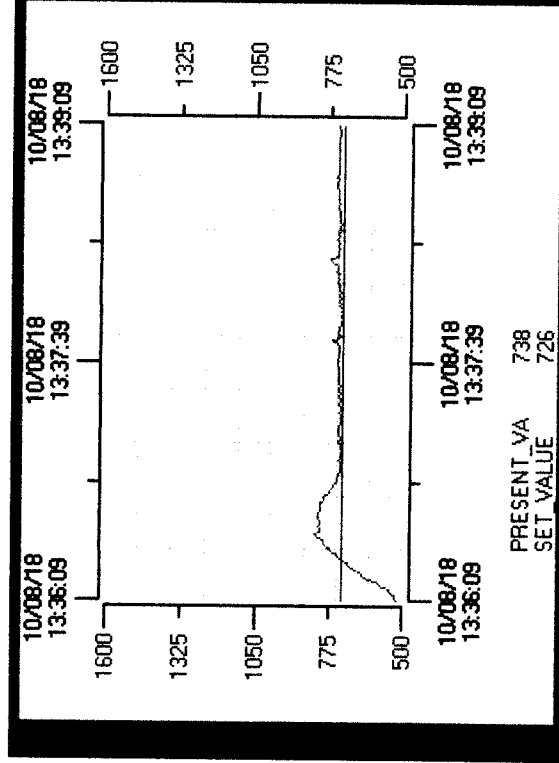
SET VALUE

DIGITAL	TEGANGAN	SUHU
802	2.00	40.19

DIGITAL	874
TEGANGAN	2.19
SUHU	43.29

DIGITAL	1328	TEGANGAN	1.83
● POWER			

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID



SET VALUE

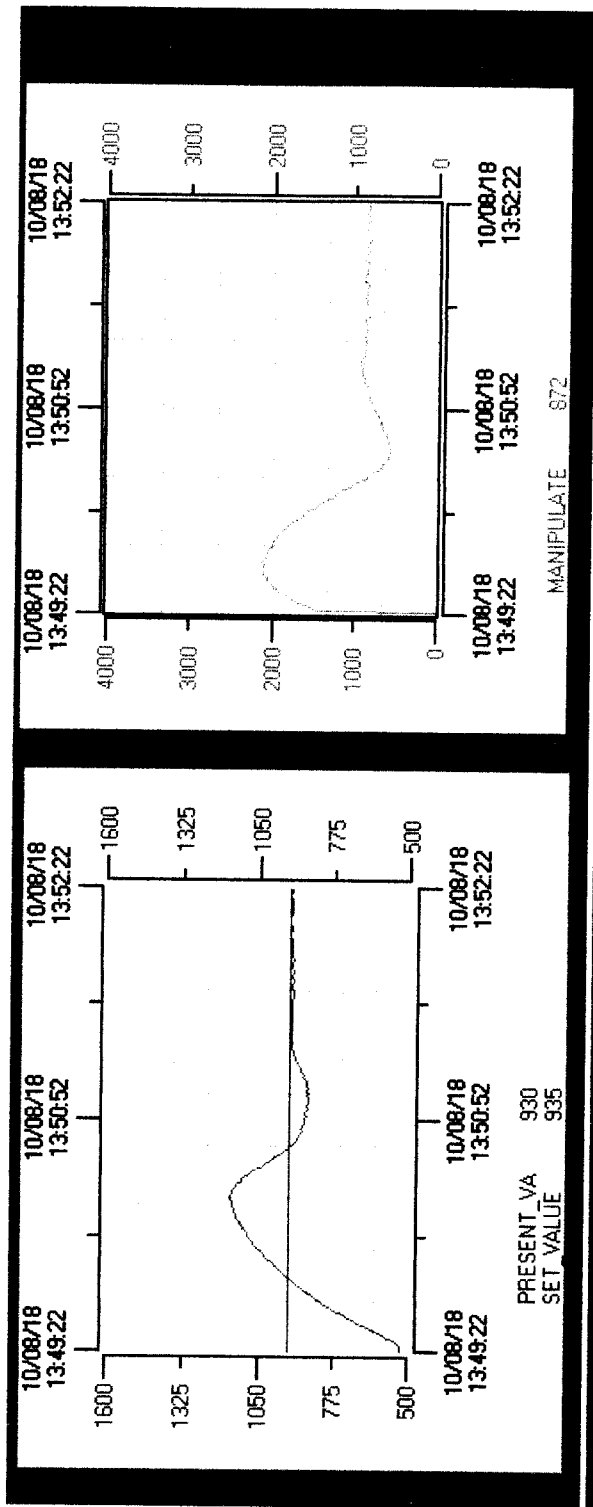
DIGITAL	TEGANGAN	SUHU
726	1.81	40.01

DIGITAL	738
TEGANGAN	1.85
SUHU	40.59

DIGITAL	TEGANGAN
644	1.79
●	
POWER	



PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID

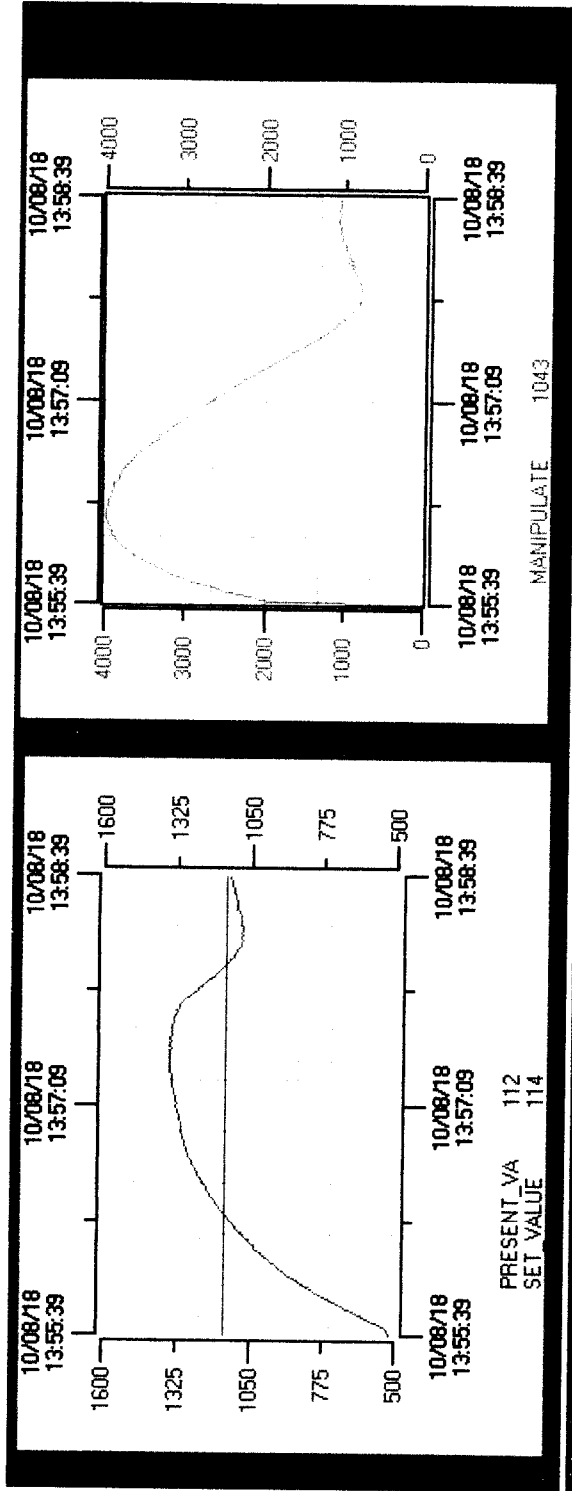


SET VALUE	
DIGITAL	SUHU
935	50.07
TEGANGAN	
2.34	

DIGITAL	933
TEGANGAN	2.33
SUHU	49.97

DIGITAL	837
TEGANGAN	1.80
POWER	

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID

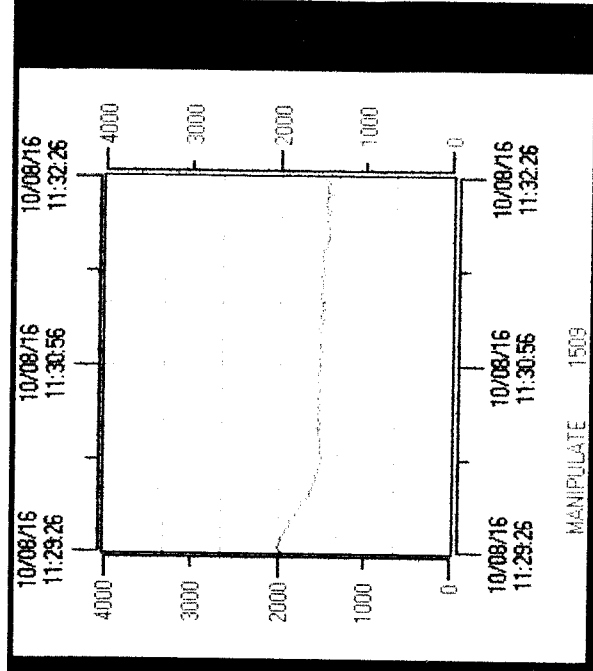
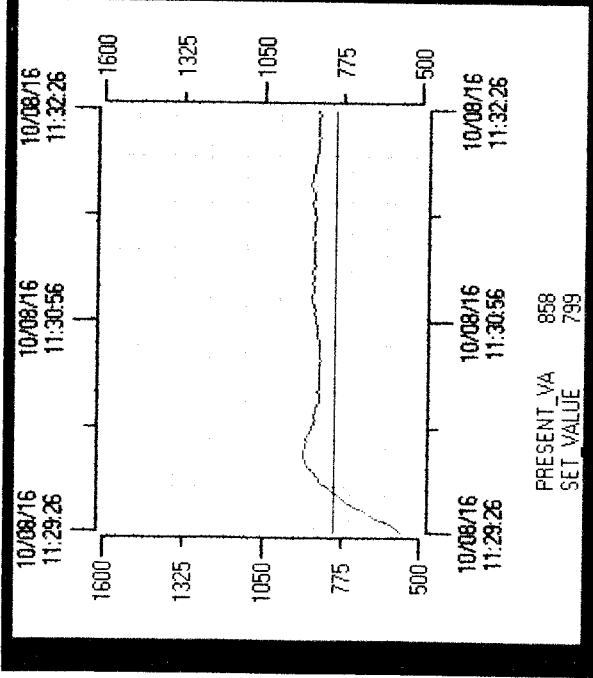


SET VALUE	
DIGITAL	SUHU
1141	59.98
TEGANGAN	
2.85	

DIGITAL	1132
TEGANGAN	2.83
SUHU	59.55

DIGITAL	1031
TEGANGAN	1.81
POWER	

# PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER ) BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID

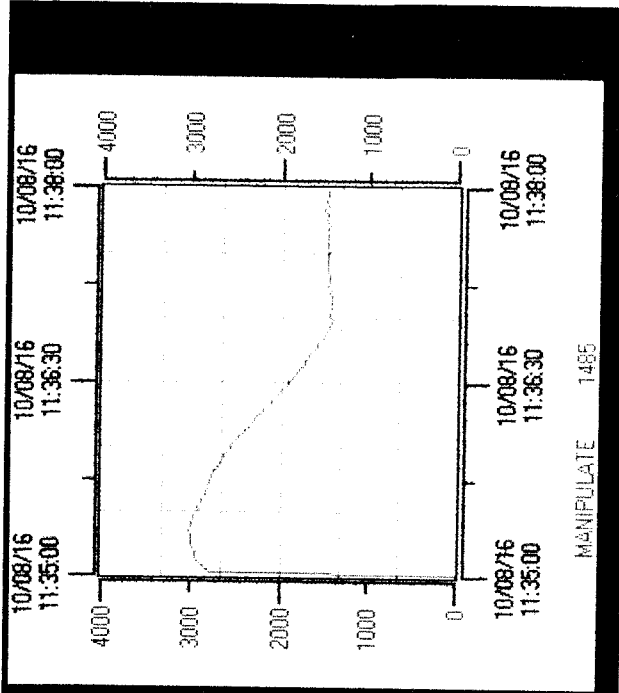
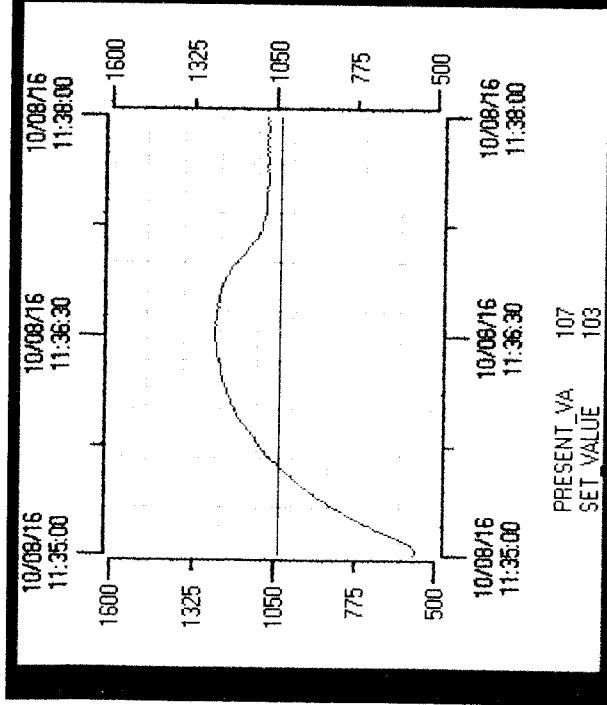


SET VALUE	
DIGITAL 799	SUHU 40.06

DIGITAL	862	TEGANGAN	2.16
SUHU	42.78		

DIGITAL	1451	TEGANGAN	1.84
		●	POWER

# PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER ) BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID

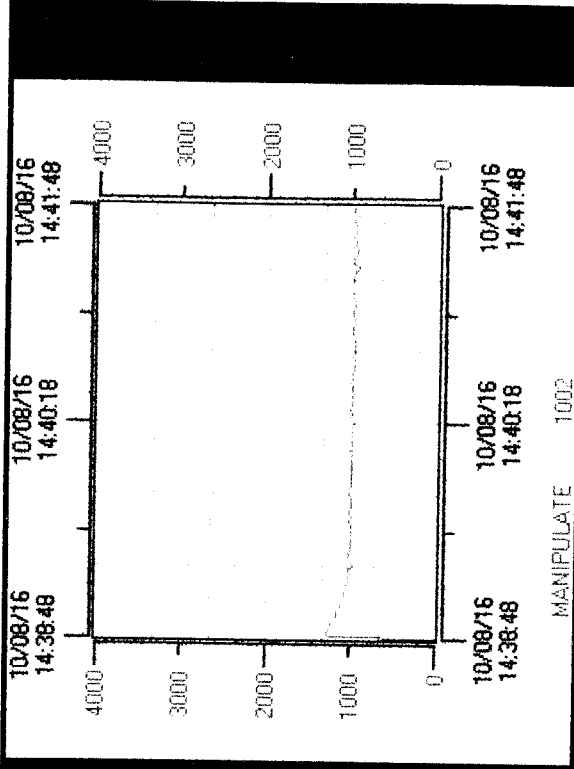
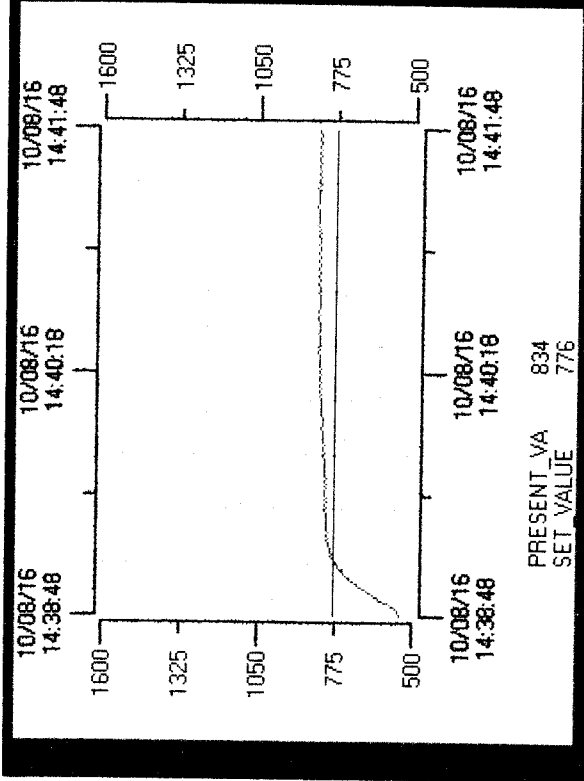


<b>SET VALUE</b>	
DIGITAL	SUHU
1030	50.02

DIGITAL	1076	
TEGANGAN	2.69	
SUHU		52.01

DIGITAL	1477	●
TEGANGAN	1.84	
		POWER

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID



SET VALUE

DIGITAL 776

TEGANGAN 1.94

SUHU 40.07

DIGITAL 835

TEGANGAN 2.09

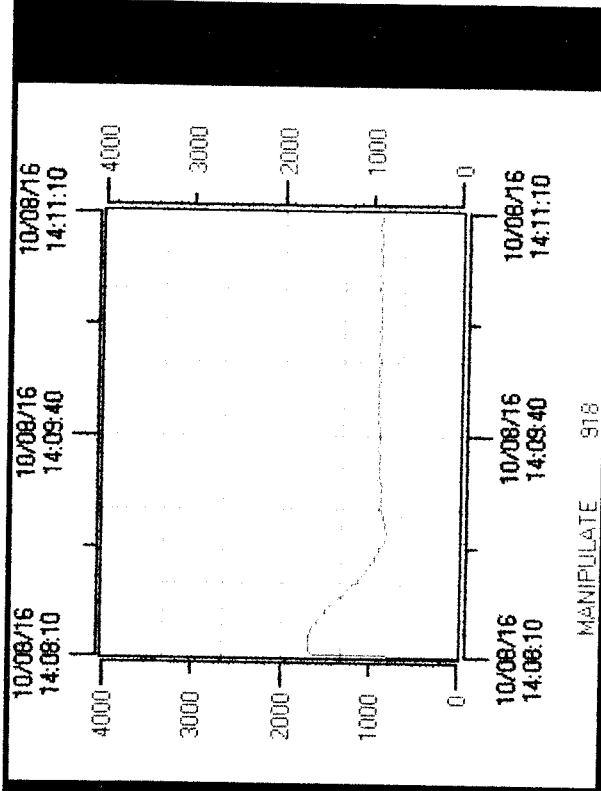
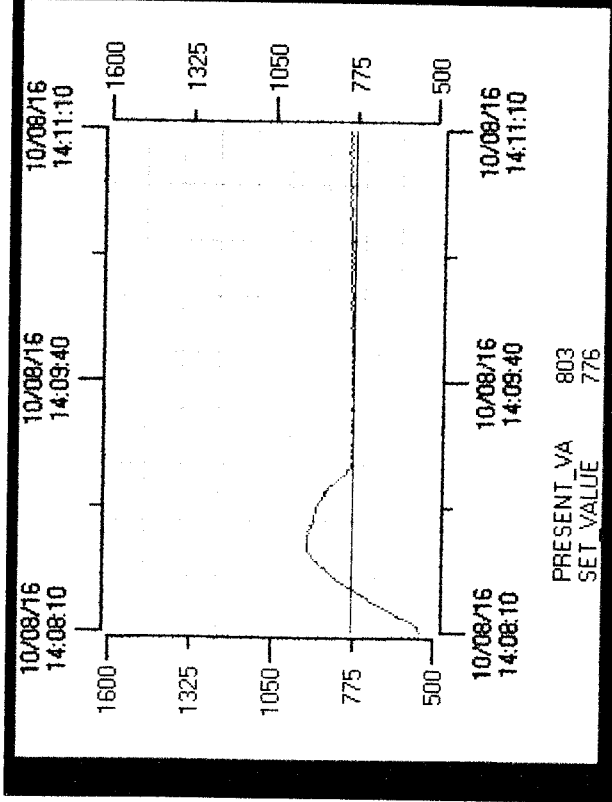
SUHU 42.61

DIGITAL 982

TEGANGAN 1.81

POWER

PENGENDALIAN SUHU PEMANAS UDARA ( AIR HEATER )  
 BERBASIS SCADA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID



SET VALUE

DIGITAL	776	TEGANGAN	1.94	SUHU	40.07
---------	-----	----------	------	------	-------

DIGITAL	803
TEGANGAN	2.01
SUHU	41.23

DIGITAL	918	TEGANGAN	1.81
●			
POWER			