

**PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN PROSES  
PEMATANGAN KEJU MENGGUNAKAN KONTROLER PID  
BERBASIS PLC**

**Publikasi Jurnal Skripsi**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**GOSI DESGRAHA**

**NIM : 105060307111048**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**MALANG**

**2015**

	<p style="text-align: center;">KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO Jalan MT Haryono 167 Telp &amp; Fax. 0341 554166 Malang 65145</p>	<p style="text-align: center;"><b>KODE PJ-01</b></p>
---	---	--

**PENGESAHAN  
PUBLIKASI HASIL PENELITIAN SKRIPSI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**NAMA : GOSI DESGRAHA**  
**NIM : 105060307111048**  
**KONSENTRASI : TEKNIK KONTROL**  
**JUDUL SKRIPSI : PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN  
PROSES PEMATANGAN KEJU MENGGUNAKAN  
KONTROLER PID BERBASIS PLC**

**TELAH DI-REVIEW DAN DISETUJUI ISINYA OLEH:**

Pembimbing 1

Pembimbing 2

**Rahmadwati, ST., MT., Ph.D.**  
**NIP. 19771102 200604 2 003**

**Ir. Retnowati, MT.**  
**NIP. 19511224 198203 2 001**

# PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN PROSES PEMATANGAN KEJU MENGGUNAKAN KONTROLER PID BERBASIS PLC

Gosi Desgraha,<sup>1</sup> Rahmadwati, ST., MT., Ph.D.<sup>2</sup>, Ir. Retnowati, MT.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, <sup>2</sup>Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia  
Email: gosi\_desgraha@gmail.com

**Abstrak**-Ada beberapa proses sebelum susu berubah menjadi keju. Pematangan adalah salah satunya. Pematangan merupakan proses akhir dari rangkaian proses pembuatan keju. Pematangan (*ripening*) adalah proses yang mengubah dadih-dadih (keju mentah) segar menjadi keju yang penuh dengan rasa.

Penelitian ini menggunakan *Programmable logic control* (PLC). Dalam skripsi ini PLC diaplikasikan sebagai alat pengendali suhu dan kelembaban proses pematangan keju yang diharapkan nantinya dapat menunjang hasil produksi. *Set value* yang diinginkan adalah 11-13°C dengan tingkat kelembaban 75%. Setelah suhu ruang sudah mencapai suhu 11-13°C dengan kelembaban 75% barulah keju dimasukkan ke dalam *box* untuk proses pematangan.

**Kata kunci:** *Programmable Logic Control*, Keju, Proses pematangan.

## I. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, Perkembangan teknologi dalam bidang industri terus berkembang. Tidak terkecuali dalam bidang industri pangan. Keju adalah salah satu dari banyak contoh perkembangan industri pangan yang akan dibahas disini. Keju dibuat dari air susu yang diasamkan dengan memasukan bakteri, yaitu *Lactobacillus bulgarius*. Keju adalah sebuah makanan yang dihasilkan dengan memisahkan zat-zat padat dalam susu melalui proses pengentalan atau koagulasi. Ada beberapa proses sebelum susu berubah menjadi keju. Pematangan adalah salah satunya. Pematangan merupakan proses akhir dari rangkaian proses pembuatan keju. Pematangan (*ripening*) adalah proses yang mengubah dadih-dadih segar menjadi keju yang penuh dengan rasa. Pematangan disebabkan oleh bakteri atau jamur tertentu yang digunakan pada proses produksi, dan karakter akhir dari suatu keju banyak ditentukan dari jenis pematangannya. Selama proses pematangan, keju dijaga agar berada pada temperatur dan tingkat kelembaban tertentu hingga keju siap dimakan. Waktu pematangan ini bervariasi tergantung dari jenis keju. Maka dari itu dengan menggunakan kontrol PID untuk mengontrol suhu dan kelembaban

ruang pada proses pematangan dapat meningkatkan hasil produksi keju.

## II. IDENTIFIKASI SISTEM

### A. Proses Pematangan Keju

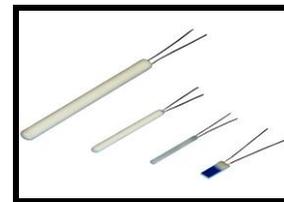
Pematangan (*ripening*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 adalah proses yang mengubah dadih-dadih (keju mentah) segar menjadi keju yang penuh dengan rasa. Pematangan disebabkan oleh bakteri atau jamur tertentu yang digunakan pada proses produksi.



Gambar 2.1 Ruang proses pematangan

### B. Sensor suhu PT100

PT100 merupakan tipe RTD yang paling populer digunakan di industri. RTD atau dikenal dengan *Detector Temperature Resistance* adalah sebuah alat yang digunakan untuk menentukan nilai atau besaran suatu temperatur/suhu dengan menggunakan elemen sensitif dari kawat platina, tembaga, atau nikel murni, yang memberikan nilai tahanan yang terbatas untuk masing-masing temperatur di dalam kisaran suhunya. Disebut PT100 karena sensor ini telah dikalibrasikan dengan nilai 100Ω pada suhu 100°C. Bentuk Fisik Sensor Suhu PT100 dapat dilihat dalam Gambar 2.2.

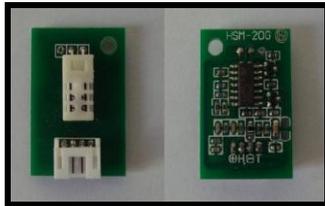


Gambar 2.2 Sensor suhu PT100

### C. Sensor Kelembaban

Sensor Kelembaban seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 yang digunakan adalah HSM-20G dimana sebuah sensor kelembaban yang memiliki keluaran tegangan linier. Sensor kelembaban HSM-

20G ini beroperasi pada tingkat kelembaban 20% sampai 95%. Sensor ini menggunakan catu daya 5 volt DC untuk beroperasi.



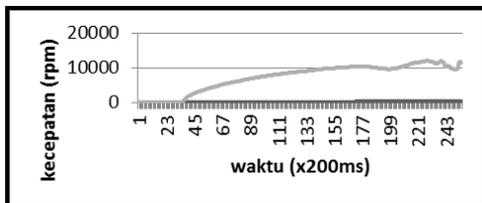
Gambar 2.3 Sensor kelembaban HSM-20G

#### D. Pompa Motor DC

Pompa motor DC seperti yang ditunjukkan Gambar 2.4 berfungsi untuk memompa air dari tandon air ke mata *sprayer* untuk menyemprotkan butiran air dalam bentuk butiran. Karakteristik pompa motor DC ditunjukkan di Gambar 2.5.



Gambar 2.4 Pompa Motor DC



Gambar 2.5 Karakteristik Pompa Motor DC

#### E. Rangkaian *Driver* Motor DC L298N

*Driver* motor L298N seperti yang ditunjukkan Gambar 2.6 berfungsi untuk menghubungkan antara keluaran PWM dari PLC menuju pompa motor DC.



Gambar 2.8 Rangkaian *Driver* L298N

### III. PERANCANGAN ALAT

Perancangan sistem menjelaskan spesifikasi alat, perancangan perangkat keras dari model miniatur pengendalian suhu dan kelembaban ruang

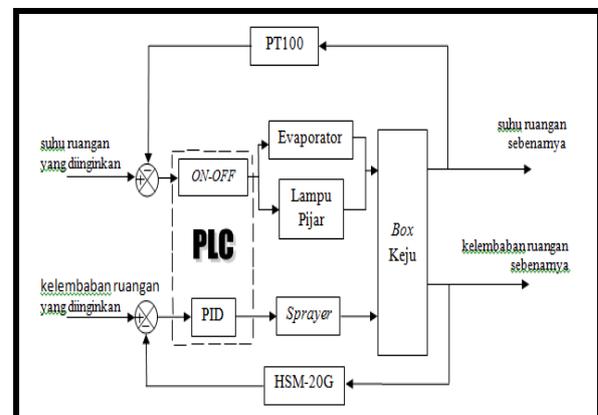
pematangan keju. Meliputi diagram blok sistem, cara kerja sistem, diagram alir kerja sistem, gambar rancangan alat, dan tabel *input* dan *output* PLC.

Perancangan model miniatur pengendali suhu dan kelembaban ruang pematangan keju dirancang dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Dimensi model miniatur ruang tertutup adalah panjang 45 cm, lebar 33 cm, dan tinggi 30 cm terbuat dari bahan plastik.
2. Berskala 1:15 dengan ruang pematangan pabrik
3. *Set value* didalam *box* adalah 11-13°C dengan tingkat kelembaban 75%
4. Menggunakan PLC tipe CP1L
5. Kontroler yang digunakan adalah kontroler PID.
6. *Software* yang digunakan sebagai pemrograman diagram *ladder* adalah *software* CX-One.
7. Tampilan yang digunakan untuk *monitoring* menggunakan aplikasi *software* CX-One adalah HMI (*Human Machine Interface*).
8. Menggunakan sensor suhu PT100, sensor kelembaban HSM-20G.
9. Aktuator berupa lampu pijar, unit condensing sebagai pendingin, *sprayer* yang menyemprotkan butiran air.
10. *Input* bekerja secara bergantian dengan memanfaatkan relay sebagai *switching*.

#### A. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem yang dirancang ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

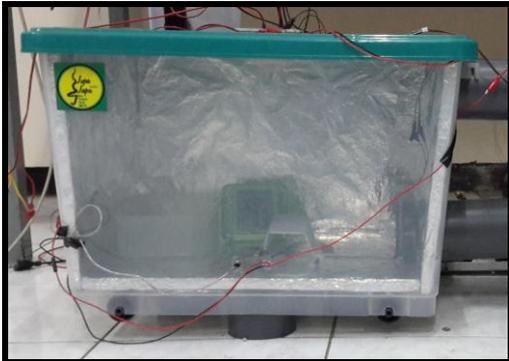
#### B. Perancangan Sistem Kerja

Untuk lebih mudah dalam perencanaan, maka perlu dijabarkan deskripsi kerja sistem secara keseluruhan.

Suhu ruang didalam miniatur dikondisikan 11-13°C yang akan dijaga dengan memanfaatkan unit kondensing dan panas dari lampu pijar. Kelembaban ruang didalam miniatur dikondisikan 75% yang akan dijaga konstan dengan memanfaatkan *sprayer* yang menyemprotkan butiran air dan panas dari lampu pijar.

#### C. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Model miniatur proses pematangan keju berbentuk balok dengan skala 1:15 dari ruangan sebenarnya dan terbuat dari bahan plastik. Berikut perancangannya dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Miniatur Ruang Pematangan

#### D. Aktuator

Ada beberapa alat yang digunakan untuk mengendalikan suhu seperti yang ditunjukkan Gambar 3.3 dan kelembaban seperti yang ditunjukkan Gambar 3.4 sesuai dengan *set value* yang telah ditetapkan seperti:

1. Yang mengendalikan suhu
  - 1.1 Lampu Pijar
  - 1.2 Unit Kondensing



Gambar 3.3 (a) Lampu Pijar (b) Unit Kondensing

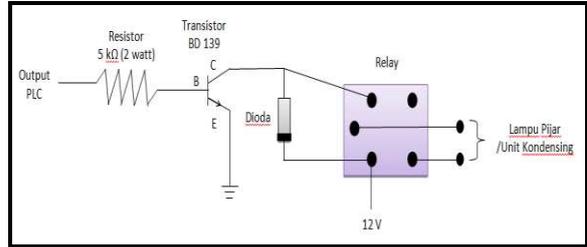
2. Yang mengendalikan kelembaban
  - 2.1 *Sprayer* yang menyembutkan butiran air
  - 2.2 Lampu pijar



Gambar 3.4 (a) *Sprayer*

#### E. Rangkaian *Inverter* Untuk Kontroler *ON-OFF*

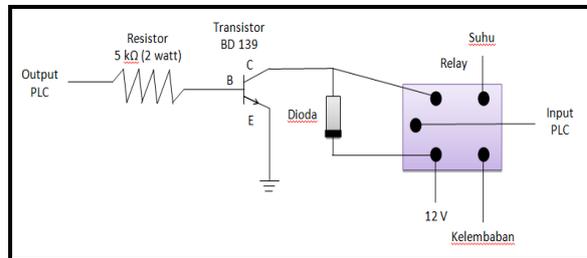
Rangkaian ini digunakan sebagai *inverter* untuk kontroler *ON-OFF*. Digunakan untuk mengontrol lampu pijar dan unit kondensing. Rangkaian *inverter* ditunjukkan Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian *Inverter* Untuk Kontroler *ON-OFF*

#### F. Rangkaian *Switching*

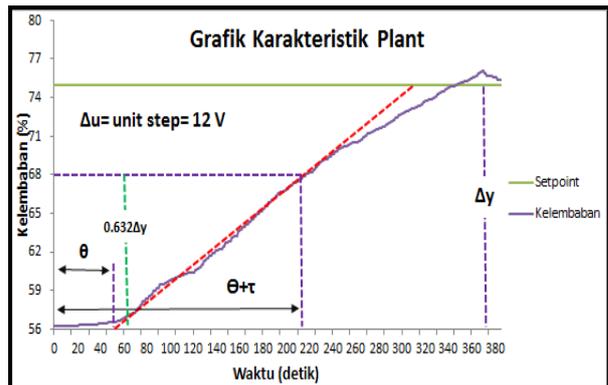
Rangkaian ini digunakan sebagai *switching* untuk masukan analog PLC. Gambar 3.6 menunjukkan rangkaian *switching* sensor.



Gambar 3.6 Rangkaian *Switching* sensor

#### G. Perancangan Kontroler PID

Untuk mendapatkan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  perancang melakukan percobaan secara eksperimental agar mendapatkan karakteristik dari *plant*. Gambar 3.7 menunjukkan Grafik karakteristik *plant*.



3.7 Grafik Karakteristik *Plant*

Dari grafik karakteristik *plant* didapatkan:

$$\Theta = 52 \text{ detik}$$

$$\tau = 163 \text{ detik}$$

$$\Delta u = 12 \text{ Volt}$$

$$\Delta y = 18,76 \%$$

$$K = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{18,76}{12} = 1,563 \%/V$$

Dimana,

$\Theta$  = *Dead Time*

$\tau$  =Time Constant  
 $K$  =Gain Process

Dan bisa mendapatkan nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$ .

$$K_p = \frac{1,2\theta}{K \tau} = \frac{1,2 \cdot 52}{1,563 \cdot 163} = 2,4064$$

$$K_i = \frac{1}{2\theta} = \frac{1}{2 \times 52} = 0,0096$$

$$K_d = 0,5 \times 52 = 26$$

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

##### A. Pengujian Sensor Suhu PT100

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pembacaan sensor PT100 terhadap suhu dengan melihat perubahan resistansi sensor PT100.

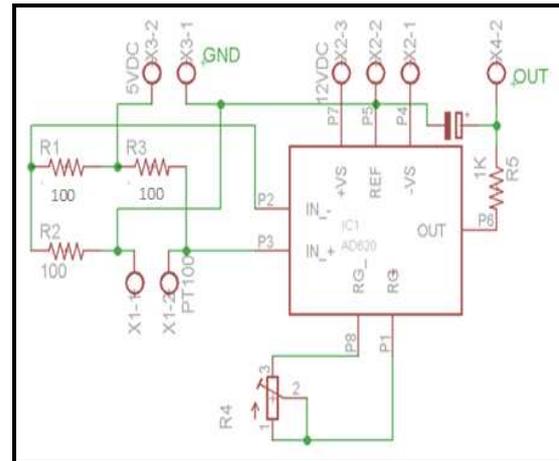
Tabel 4.1 Hasil Pengujian PT100

No.	Suhu (°C)	R Praktik (Ω)	R Pengukuran (Ω)	Error (%)
1	10	104,5	103,9	0,58
2	15	106,1	105,9	0,24
3	20	108,3	107,8	0,47
4	25	110,3	109,7	0,52
5	30	112,9	111,7	1,10
6	35	114,2	113,6	0,52
7	40	116,1	115,5	0,48
8	45	118,0	117,5	0,45
9	50	119,9	119,4	0,42
10	55	122,2	121,3	0,73
11	60	124,3	123,2	0,86
12	65	126,6	125,2	1,15
Rata-rata				0,63

Hasil Pengujian menunjukkan bahwa sensor PT100 memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan pembacaan perubahan suhu. Jika dilihat dari nilai *error*-nya maka sensor PT100 ini layak untuk digunakan.

##### B. Pengujian RPS PT100

RPS PT100 menggunakan rangkaian jembatan *wheatstone* untuk mengubah nilai resistansi yang dikeluarkan PT100 menjadi tegangan yang dibutuhkan untuk masukan PLC. Karena tegangan dari jembatan *wheatstone* masih kecil maka digunakan penguat AD620 untuk menguatkan tegangan yang dibutuhkan PLC yaitu 10 volt. Rangkaian keseluruhan ditunjukkan Gambar 4.1.



Gambar 4.1 RPS PT100

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kinerja rangkaian pengondisi sinyal PT100 terhadap perubahan suhu dengan mengukur tegangan keluaran dari rangkaian pengondisi sinyal tersebut.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian RPS PT100

No.	Suhu (°C)	V Praktik (Volt)	V Pengukuran (Volt)	Error (%)
1	5	1.12	0.99	0.13
2	10	2.27	1.99	0.28
3	15	3.19	2.99	0.20
4	20	4.08	3.99	0.09
5	25	5.17	4.99	0.18
6	30	6.11	5.99	0.12
7	35	7.20	6.99	0.21
8	40	8.18	7.99	0.19
9	45	9.05	8.99	0.06
Rata-rata				0.16

Hasil Pengujian menunjukkan bahwa RPS PT100 memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan pembacaan perubahan suhu. Jika dilihat dari nilai *error*-nya maka RPS PT100 ini layak untuk digunakan.

##### C. Pengujian Sensor Kelembaban HSM-20G

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pembacaan sensor HSM-20G terhadap kelembaban dengan melihat perubahan tegangan sensor HSM-20G.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian HSM-20G

No.	Kelembaban (%)	V Praktik (volt)	V Pengukuran (volt)	Error (%)
1	45	1.96	1.94	1.03
2	50	2.05	2.02	1.49
3	55	2.22	2.20	0.91
4	60	2.42	2.37	2.11
5	65	2.56	2.53	1.19
6	70	2.73	2.69	1.49
7	75	2.89	2.84	1.76
8	80	3.02	2.99	1.00
9	85	3.12	3.09	0.97
10	90	3.21	3.19	0.63
Rata-rata				1.26

Hasil Pengujian menunjukkan bahwa HSM-20G memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan pembacaan perubahan kelembaban. Jika dilihat dari nilai *error*-nya maka HSM-20G ini layak untuk digunakan.

#### D. Pengujian *driver* motor L298N

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari rangkaian *driver* pengendali motor DC L298N.

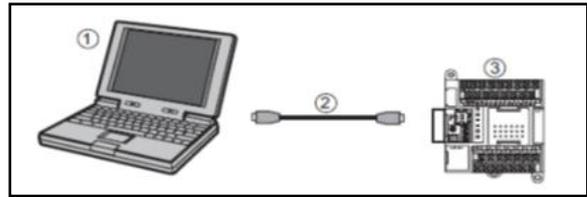
Tabel 4.4 Hasil Pengujian L298N

Pengujian <i>Driver</i> Motor DC L298N				
No	Duty Cycle (%)	PWM PLC (Volt)	PWM L289N (Volt)	Error (%)
1	10	3,1	2,3	0,8
2	20	5,8	4,5	1,3
3	30	8,2	7,0	1,2
4	40	10,6	9,2	1,4
5	50	12,8	11,6	1,3
6	60	15,7	14,5	1,2
7	70	17,5	16,9	0,6
8	80	20,2	19,1	1,1
9	90	22,4	21,4	1,0
10	100	23,9	23,1	0,8
Rata-rata				1,1

Hasil Pengujian menunjukkan bahwa *driver* motor L298N memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan pembacaan PWM. Jika dilihat dari nilai *error*-nya maka *driver* motor L298N ini layak untuk digunakan.

#### E. Perancangan Komunikasi Data

Komunikasi data yang dilakukan antara PLC dengan komputer sebagai unit pemrograman adalah dengan menggunakan kabel USB. Gambar 4.2 menunjukkan komunikasi data antara PLC dengan komputer.

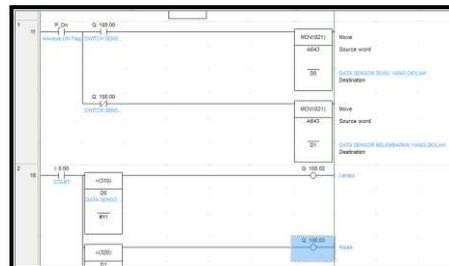


Gambar 4.2 Menghubungkan PLC Dengan Komputer

#### F. Pengujian Sistem Keseluruhan

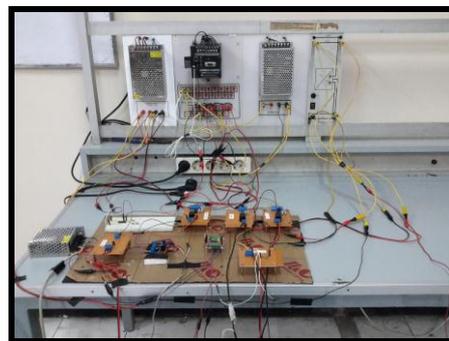
Prosedur pengujian Sistem secara keseluruhan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Membuat *ladder* diagram seperti yang ditunjukkan Gambar 4.3 untuk di masukkan ke dalam PLC.



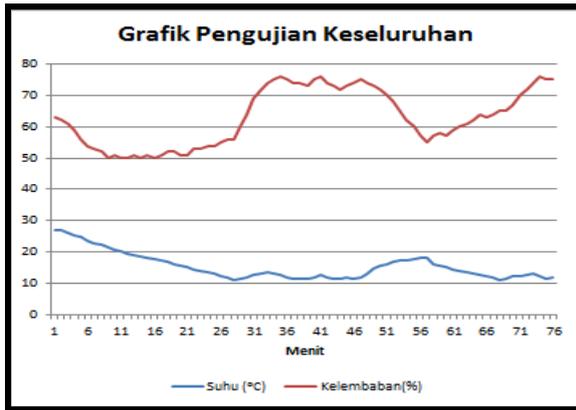
Gambar 4.3 *Ladder* Diagram

2. Menyusun rangkaian seperti yang ditunjukkan Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Rangkaian Sistem Secara Keseluruhan

3. Menghubungkan *power supply* sebagai sumber catu untuk PLC dan komponen lainnya yang membutuhkan catu daya.
4. Sebelum menjalankan program dalam PLC, sensor suhu dan kelembaban yang akan menjadi *input* pada PLC dihubungkan melalui *port* analog PLC dengan alamat A643.
5. Menghubungkan semua aktuator ke PLC sebagai keluaran. Pompa motor DC di *port* 01, pendingin di *port* 05, Lampu pijar di *port* 04 dan *switching* di *port* 06.
6. Setelah memastikan semua rangkaian terpasang dengan benar, kemudian program dijalankan.
7. Gambar 4.5 dan menunjukkan grafik pengujian keseluruhan



Gambar 4.5 Grafik Pengujian Keseluruhan

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Dari perancangan, pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan pada miniatur ruang tertutup proses pematangan keju. Maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metode pengujian eksperimental didapatkan  $\Theta=52$  detik,  $\tau=163$  detik, dan  $K=1,563\%/V$ . Maka didapatkan nilai parameter  $K_p=2,4064$ ,  $K_i=0,0096$  dan  $K_d=26$ .
2. Pengujian kadar air keju dari hasil pengujian alat adalah  $25,22\%$  dan pengujian kadar air keju dari hasil produksi pabrik adalah  $28,45\%$ .

### B. Saran

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini masih memungkinkan dikembangkan dengan metode lain. Untuk memperbaiki kinerja alat dan pengembangan lebih lanjut disarankan dapat dikembangkan dengan penambahan faktor-faktor yang mempengaruhi cepat matangnya keju itu sendiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Imam, Gugus. 2007. *Proses Produksi Keju*. <http://gugusimam.wordpress.com/2010/proses-produksi-keju.html>. (diakses 17 Oktober 2010)
- [2] Laboratorium Sistem Kontrol. 2013. *Laporan Praktikum Teknik Otomasi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- [3] OMRON. 2009. *CP1L Introduction Manual.pdf*
- [4] OMRON. 2009. *CP1L Programming Manual.pdf*
- [5] OMRON. 2009. *CP1L Operating Manual.pdf*
- [6] Atmanegara, Lalu Irjan. 2013. *Sistem Pengendali Level Cairan Tinta Printer EPSON C90 Sebagai Simulasi Pada Mesin Percetakan Berbasis Programmable Logic Control (PLC)*. Laporan Skripsi, Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- [7] Ogata, Katsuhiko. 1985. *Teknik Kontrol Automatik jilid I*. University of Minnesota.
- [8] Ogata, Katsuhiko. 1993. *Teknik Kontrol Automatik jilid II*. University of Minnesota.