

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pada bab ini akan berisi penjelasan pengujian dari alat yang dirancang untuk memastikan sistem yang dirancang akan berkerja sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan. Pengujian pada sistem ini meliputi pengujian perancangan *hardware* dan pengujian secara keseluruhan. Pengujian setiap blok ini bertujuan untuk memastikan rangkaian *hardware* berkerja sebagaimana semestinya agar mempermudah perancangan sistem secara keseluruhan. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian DCS (*Distributed Control System*)
2. Pengujian *relay*
3. Pengujian pompa
4. Pengujian sensor temperatur PT100 beserta *Transmitter*
5. Pengujian keseluruhan sistem

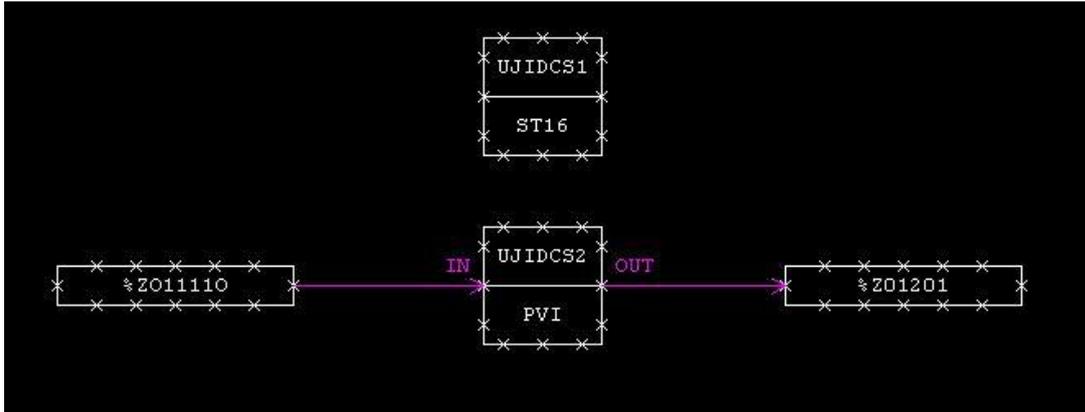
4.1 Pengujian DCS (Distributed Control System)

Tujuan dari pengujian DCS ini adalah untuk memastikan apakah program yang telah dibuat sebelumnya dapat dijalankan dan sesuai dengan I/O yang telah di tetapkan pada proram. Adapun peralatan yang digunakan untuk pengujian DCS ini yaitu:

1. HIS (*Human Machine Interface*)
2. FCS (*Field Control Station*)
3. Program yang mewakili input analog dan output digital
4. Multimeter

Untuk Pengujian DCS dilakukan dengan menjalankan langkah-langkah berikut ini:

1. Membuat program pada HIS (*Human Machine Interface*)
2. Download program yang telah dibuat kedalam FCS (*Field Control Station*)
3. Mengamati arus dan tegangan yang terbaca pada I/O DCS yang telah ditetapkan pada program.



Gambar 4.1 Program Pengujian DCS

Maksud dari gambar Gambar 4.1 adalah program ketika *input digital* diaktifkan maka *output digital* juga akan aktif dan pada saat *input analog* diubah maka *output analog* juga akan memberikan perubahan.

Tabel 4.1 Tabel hasil pengujian DCS

<i>Input Digital</i>	<i>Output Digital</i>	<i>Tegangan Input Digital</i>	<i>Tegangan Output Digital</i>
OFF	OFF	23,98 V	-
ON	ON	23,98 V	23,96 V
<i>Input Analog (Terbaca)</i>	<i>Output Analog (Terbaca)</i>	<i>Arus Input Analog (Terukur)</i>	<i>Arus Output Analog (Terukur)</i>
6,82 mA	6,82 mA	6,82 mA	6,82 mA
10,84 mA	10,84 mA	10,84 mA	10,84 mA

Dari hasil pengujian DCS dalam Tabel 4.1 dapat dilihat pengujian DCS berkerja sesuai dengan I/O yang telah ditetapkan dalam program yang telah dibuat sebelumnya. Pada saat *input digital* pada posisi *OFF* maka tidak ada tegangan yang dihantarkan, terbukti dengan tidak adanya tegangan pada *output digital*, dan pada saat *input digital* dalam keadaan ON, terdapat tegangan yang terbaca pada *output digital*. Sedangkan pada *input analog* dan *output analog* pada saat *input analog* diberikan arus, pada *output analog* juga terbaca besarnya arus yang sama seperti

pada *input* analog. Dari pengujian DCS ini dapat disimpulkan DCS berfungsi dengan baik.

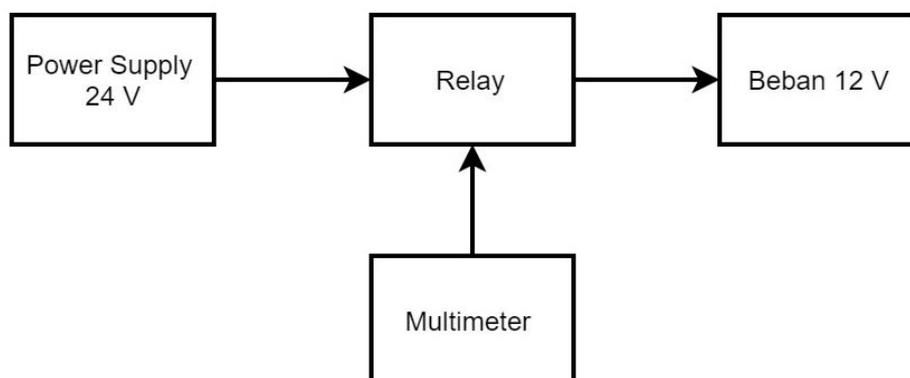
4.2 Pengujian Relay

Tujuan dari pengujian *relay* ini adalah untuk memastikan *relay* berfungsi dengan baik pada saat diberikan tegangan pada koil *relay* untuk memicu saklar *relay* dan mengetahui berapa besar tegangan yang dihantarkan oleh *relay* itu sendiri. Adapun peralatan yang diperlukan untuk pengujian *relay* ini yaitu:

1. *Relay* OMRON MY2N-J
2. *Power supply* 24 Volt
3. *Power supply* 12 Volt
4. Multimeter

Untuk Pengujian *relay* dilakukan dengan menjalankan langkah-langkah berikut ini:

1. Menyusun blok pengujian *relay* sesuai dengan Gambar 4.2
2. Hubungkan *relay* dengan *power supply* 12 Volt menggunakan konfigurasi kontak *Normaly Open*
3. Hubungkan koil *relay* dengan *power supply* 24 Volt
4. Hubungkan multimeter pada catu daya koil dan pada kontak *Normaly Open*
5. Mengamati keluaran tegangan pada kontak *Normaly Open* pada saat diberi tegangan dari *power supply* 24 Volt



Gambar 4.2 Rangkaian pengujian *relay*

Tabel 4.2 Tabel hasil pengujian *relay*

<i>Power supply</i> koil <i>relay</i> 24 Volt	Saklar	Tegangan pada koil	Tegangan pada kontak <i>Normaly Open</i>
Tidak aktif	Tidak aktif	0 V	0 V
Aktif	Aktif	24 V	11,98 V
Aktif	Aktif	24 V	11,97 V
Aktif	Aktif	24 V	11,98 V

Dari hasil pengujian *relay* dalam Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa *relay* tidak menghantarkan tegangan jika koil pada *relay* tidak dipicu oleh tegangan 24 Volt. Pada saat koil *relay* dipicu dengan tegangan 24 Volt, *relay* menghantarkan tegangan 12 Volt yang diberikan oleh *power supply*. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa *relay* berkerja dengan baik sesuai dengan konfigurasi yang telah ditentukan sebelumnya yaitu *Normaly Open*.

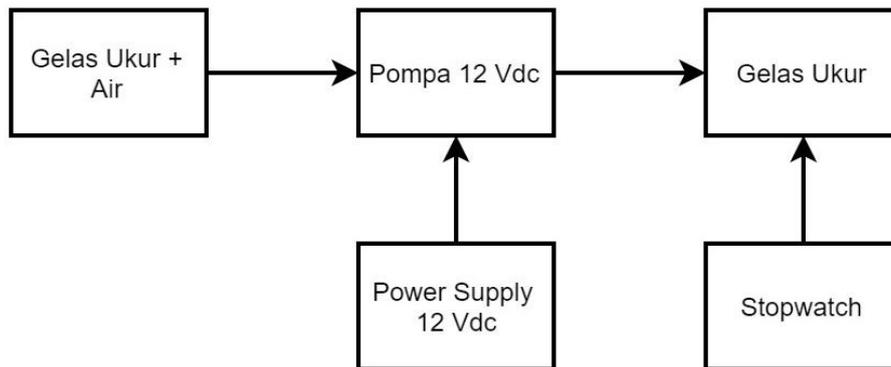
4.3 Pengujian Pompa 12 VDC

Tujuan dari pengujian pompa 12 Volt ini adalah untuk mengetahui apakah pompa bekerja dengan baik dan juga untuk mengetahui karakteristik dari pompa 12 Volt untuk memindahkan cairan dalam kurun waktu tertentu. Adapun peralatan yang digunakan dalam pengujian pompa 12 Volt ini yaitu:

1. Pompa 12 Vdc
2. *Power Supply* 12 Vdc
3. 2 buah wadah air
4. Gelas ukur
5. Air
6. *Stopwatch*

Untuk Pengujian pompa dilakukan dengan menjalankan langkah-langkah berikut ini:

1. Menyusun rangkaian pengujian pompa 12 Vdc seperti pada Gambar 4.3
2. Menghubungkan pompa dengan *power supply* 12 Vdc
3. Mengamati dan mencatat waktu yang dibutuhkan pompa untuk memindahkan cairan sebanyak 1 liter



Gambar 4.3 Rangkaian pengujian pompa 12 Vdc

Tabel 4.3 Tabel hasil pengujian pompa

No.	Waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan 1 liter (detik)
1	14,33
2	14,98
3	15,36
4	15,3
5	15,34
6	15,26
7	15,45
8	15,36
9	15,63
10	15,3
Rata-rata	15,23

Dari hasil pengujian pompa 12 Vdc dalam Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa pompa dapat memindahkan satu liter air dengan rata-rata waktu 15,23 detik, yang berarti pompa memiliki kecepatan 65,6 mL/detik untuk memindahkan air.

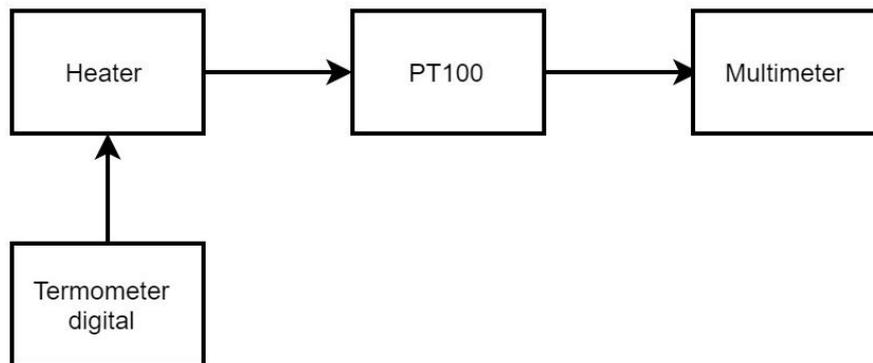
4.4 Pengujian sensor temperatur PT100

Tujuan dari pengujian PT100 dan *Transmitter* ini adalah untuk mengetahui karakteristik dari sensor dan untuk mengetahui kelinieran temperature *transmitter* terhadap sensor PT100 dalam pembacaan temperatur dalam tangka pemanas elektrik dengan menbandingkan nilai pembacaan manual dengan nilai pembacaan pada *data sheet*. Adapun peralatan yang digunakan dalam pengujian PT100 dan *Transmitter* ini yaitu:

1. Sensor temperatur PT100
2. *Heater* air
3. Multimeter
4. Termometer digital
5. Air
6. Es batu

Untuk pengujian sensor temperatur PT100 dilakukan dengan menjalankan langkah-langkah berikut ini:

1. Menyusun rangkaian pengujian sensor temperatur PT100 seperti pada Gambar 4.4
2. Mengisi *heater* dengan air yang telah dicampur dengan es batu
3. Meletakkan sensor temperatur PT100 pada heater
4. Meletakkan termometer digital pada *heater*
5. Menghubungkan keluaran sensor termperatur PT100 dengan multimeter
6. Menyalakan *heater*
7. Mencatat dan mengamati perubahan resistansi pada setiap perubahan 5 °C pada sensor temperatur PT100

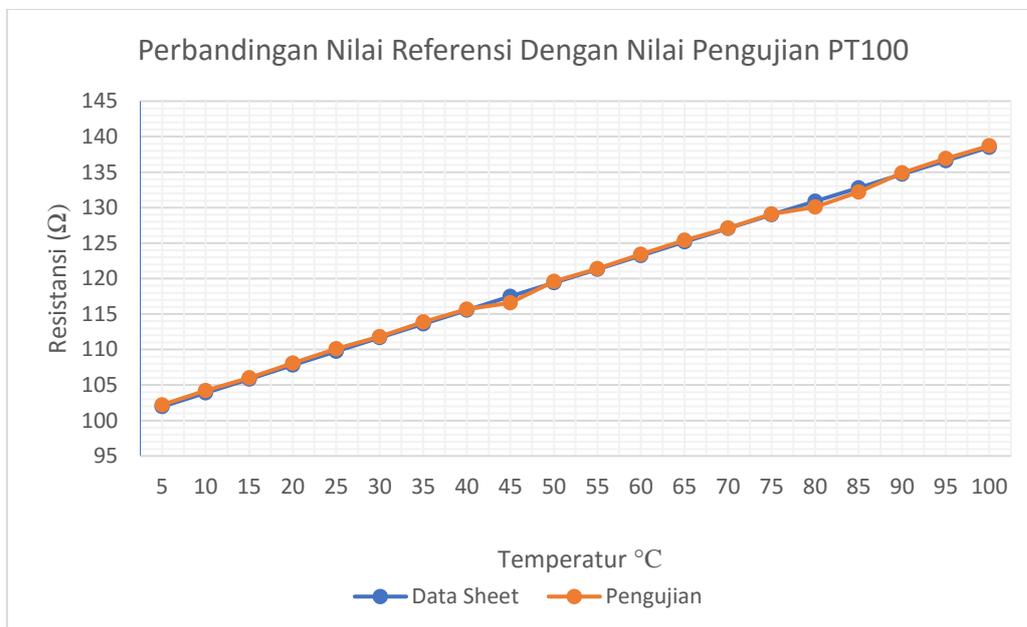


Gambar 4.4 Rangkaian pengujian sensor temperatur PT100

Tabel 4.4 Tabel hasil pengujian sensor temperatur PT100

Suhu (°C)	Nilai resistansi berdasarkan datasheet (Ω)	Pembacaan Multimeter (Ω)
5	101,95	102,2
10	103,9	104,2
15	105,85	106
20	107,79	108,1
25	109,73	110,1
30	111,67	111,8
35	113,61	113,9
40	115,54	115,7
45	117,47	116,6
50	119,4	119,6
55	121,32	121,4
60	123,24	123,4
65	125,16	125,4
70	127,08	127,1
75	128,99	129,1
80	130,9	130,08
85	132,8	132,2
90	134,71	134,9
95	136,61	136,9
100	138,51	138,7

Dari hasil pengujian sensor temperatur PT100, pada Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa multimeter membaca nilai resistansi pada saat suhu mencapai 100 °C adalah sebesar 138,7 Ω. Sensor temperatur PT100 merupakan sensor jenis RTD (*Resistance Temperature Detector*), dimana pembacaan kenaikan suhu oleh sensor yaitu berdasarkan perubahan resistansi yang terjadi pada *probe*. Nilai yang dibaca oleh multimeter dalam setiap kenaikan suhu secara linear dari suhu 5 °C sampai 100 °C memiliki perbedaan nilai dari nilai resistansi acuan pada *data sheet* sensor temperatur PT100 pada setiap kenaikan suhu yang relatif kecil.



Gambar 4.5 Grafik perbandingan nilai acuan referensi dengan nilai pengujian PT100

Perhitungan kesalahan pembacaan sensor temperatur PT100:

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{\text{nilai hasil pengukuran} - \text{nilai acuan referensi}}{\text{nilai acuan referensi}} \times 100\%$$

Tabel 4.5 Tabel perhitungan nilai error antara nilai referensi dengan nilai pengujian PT100

Suhu (°C)	Nilai perhitungan error (%)
5	0,25
10	0,29
15	0,14
20	0,29
25	0,34
30	0,12
35	0,26
40	0,14
45	0,74
50	0,17
55	0,07
60	0,13
65	0,19
70	0,02
75	0,09
80	0,63
85	0,45
90	0,14
95	0,21
100	0,14
Rata-rata	0,24

Dari hasil perhitungan persen (%) kesalahan pembacaan sensor temperatur PT100 pada suhu 5 °C sampai 100 °C, rata-rata kesalahan pada pembacaan adalah sebesar 0,24 %. Persentase kesalahan pembacaan yang relatif kecil ini menunjukkan bahwa kondisi sensor temperatur PT100 dalam keadaan baik. Grafik perbandingan antara nilai hasil pengujian dengan nilai acuan referensi dari *data sheet* dapat dilihat pada Gambar 4.5.

4.5 Pengujian keseluruhan sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk menguji dan mengetahui apakah alat pasteurisasi susu ini dapat berkerja dengan baik sesuai dengan perancangan. Pada pengujian keseluruhan sistem ini semua blok rangkaian dihubungkan lalu diamati dan dianalisis. Adapun peralatan yang digunakan dalam pengujian keseluruhan sistem ini yaitu:

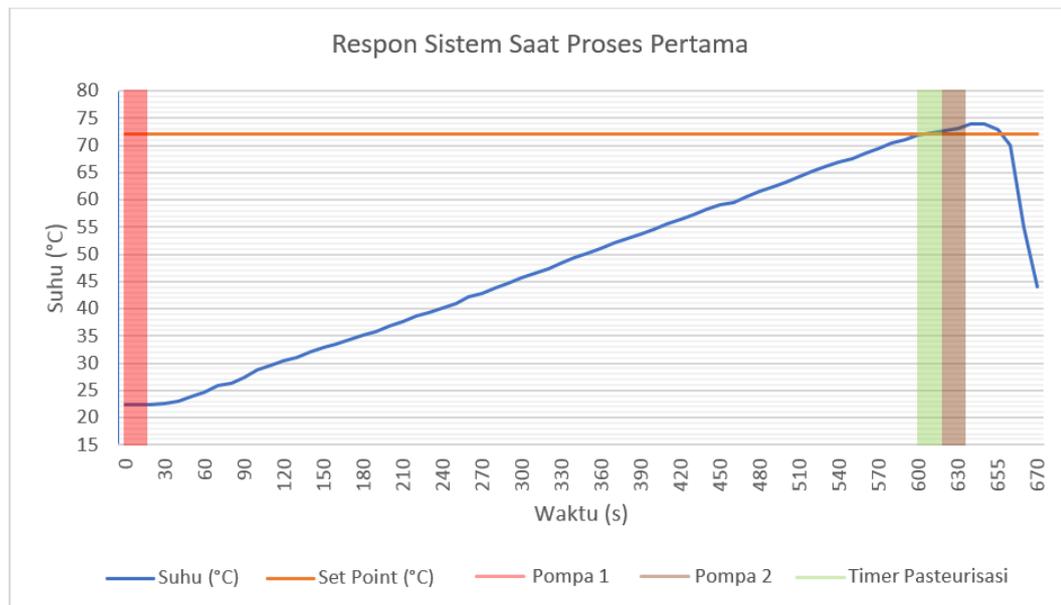
1. DCS (*Distributed Control System*)
2. Modul Input Analog
3. Modul *Input Digital & Output Digital*
4. *Power Supply Switching* 12 VDC
5. 3 buah *Relay* OMRON MY2N-J
6. Pompa 12 VDC
7. Heater 220 VAC/190Watt
8. Sensor temperatur PT100
9. PR5333 *Programable Temperature Transmitter*
10. Program DCS
11. 2 buah tangki penampung
12. Susu sapi mentah
13. Selang
14. Kabel penghubung

Untuk pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan dengan menjalankan langkah-langkah berikut ini:

1. Buatlah program pengontrolan sistem sesuai dengan prinsip kerja sistem dengan menggunakan blok *Sequence Table* ST16 pada *Function Block*.
2. Susun dan rangkai seluruh perangkat keras sesuai dengan perancangan sistem
3. *Download* program yang telah dibuat pada HIS ke FCS
4. Tampilkan *faceplate* PASTEURISASI, SUHU, TPUMP1, TPUMP2, TPAST, dan TJEDA

5. Ubah timer TPUMP1, TPUMP2, TPAST, TJEDA seperti pada prinsip kerja sistem
6. Ubah *setpoint* pada *faceplate* SUHU menjadi 61%
7. Ubah mode pengontrolan pada *faceplate* PASTEURISASI dan SUHU yang semula MAN menjadi AUT
8. Tampilkan *trend* SUHU
9. Aktifkan *input* digital DI-16 pada DCS untuk memulai proses
10. Mencatat dan mengamati respon dan proses sistem

Pengujian keseluruhan sistem rancang bangun alat pasteurisasi susu berbasis DCS (*Distributed Control System*) Centum VP menghasilkan respon sistem yang ditunjukkan dalam Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.

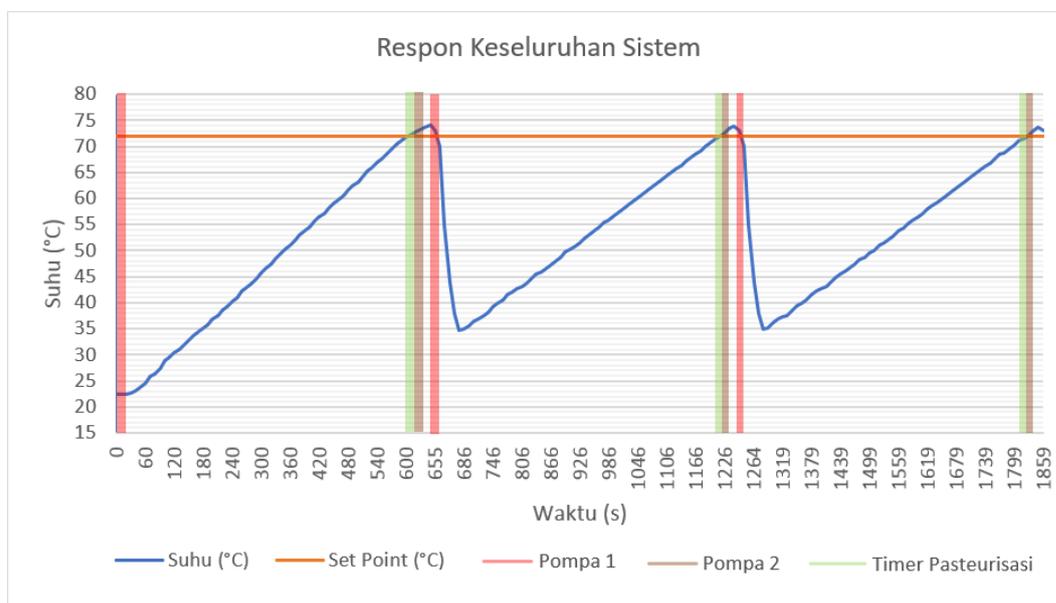


Gambar 4.6 Grafik Respon sistem saat proses pertama

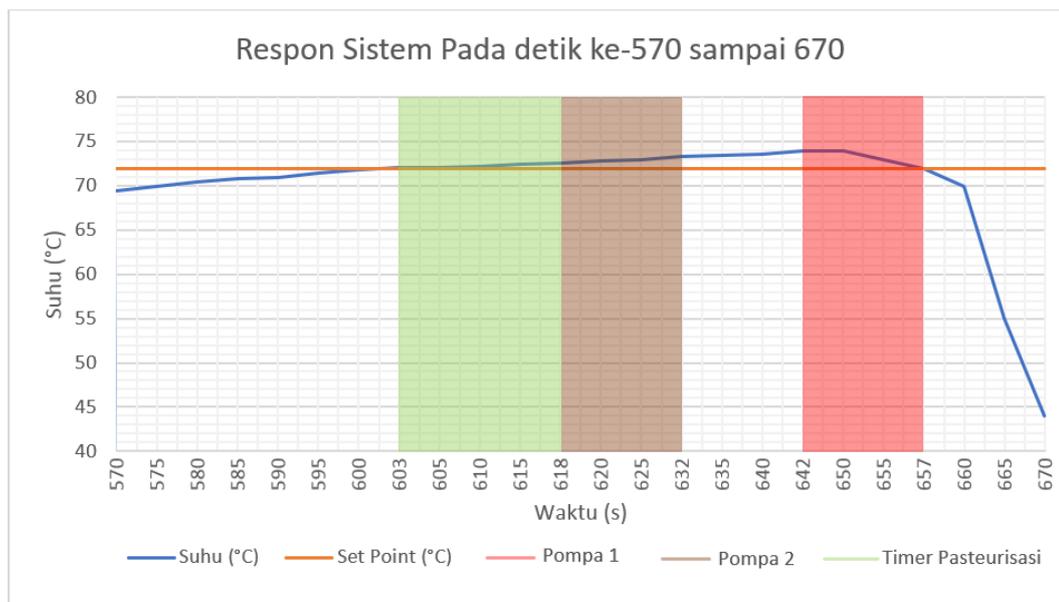
Dari hasil pengujian keseluruhan sistem, pada saat saklar DI-16 dinyalakan, pompa 1 mulai memompakan cairan susu mentah dari tangki penampungan produk mentah ke tangki *heater* selama 15 detik sesuai dengan waktu yang telah diatur sebelumnya. Suhu susu pada saat dipompakan ke dalam tangki *heater* yaitu sebesar 22,4 °C (36.2%), tangki *heater* memanaskan susu hingga sampai dengan *set point* yang telah ditetapkan yaitu 72 °C (61%) memakan waktu selama 603 detik atau 10

menit 3 detik. Pada saat suhu telah mencapai suhu 72,2 °C (61,1%) tangki *heater* mati dikarenakan pada program DCS tangki *heater* diatur akan mati pada saat sensor temperature PT100 telah membaca suhu susu telah mencapai 72,2 °C (61,1%). pada saat suhu susu telah mencapai 72,2 °C *timer* pasteurisasi akan menyala selama 15 detik sesuai dengan metode pasteurisasi HTST (*High Temperature Short Time*). Pada detik ke-618, pompa 2 aktif untuk memindahkan susu yang telah dipasteurisasi ke tangki penampungan produk jadi selama 15 detik lalu *timer* jeda akan menghitung 10 detik untuk memberi jeda antara proses yang baru berlangsung dengan proses pasteurisasi yang selanjutnya.

Setelah proses pasteurisasi pertama selesai, sistem kembali memulai memulai proses dari awal sesuai dengan program yang telah dibuat. Pada Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa suhu awal susu pada proses ke-2 dan ke-3 lebih tinggi dibandingkan suhu awal susu pada proses pertama yang disebabkan oleh tangki *heater* masih menyimpan panas akibat proses sebelumnya sehingga mempengaruhi suhu awal pada proses ke-2 dan ke-3.



Gambar 4.7 Respon keseluruhan sistem



Gambar 4.8 Respon Sistem Pada detik ke-570 sampai 670

Rata-rata waktu yang dibutuhkan sistem dalam pengulangan proses pasteurisasi selanjutnya adalah 539 detik atau 8 menit 59 detik, lebih cepat dibandingkan dengan proses pasteurisasi yang pertama dikarenakan suhu awal susu pada tangki *heater* lebih tinggi dibandingkan suhu awal susu pada proses pertama. Rata-rata nilai kesalahan (*error*) yang dihasilkan oleh sistem pengontrolan suhu susu adalah sebesar 2,78%. Nilai kesalahan (*error*) sebesar 2,78% ini didapatkan dari selisih nilai yang terukur dengan nilai yang telah ditentukan (*set point*), lalu dibagi dengan nilai yang telah ditentukan (*set point*) dan hasilnya dikalikan dengan 100%.

Tabel 4.6 Tabel pengujian keseluruhan sistem

<i>Set Point</i>	72°C
Suhu awal	22,4°C
<i>Settling time</i> (t_s)	603 detik (10 menit 3 detik)
<i>Rise time</i> (t_r)	450 detik (7 menit 30 detik)
<i>Delay time</i> (t_d)	301,5 detik (5 menit 1,5 detik)
<i>Error</i> (suhu)	2,78%

Halalam ini sengaja dikosongkan