

## **BAB IV**

### **HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil Pengujian**

##### **4.1.1. Hasil Pengkomparasian**

Pengkomparasian dilakukan untuk membandingkan modul dengan termometer yang telah dikalibrasi. Tujuan dari pengkalibrasian ini yaitu mengetahui nilai koreksi pada modul, sehingga modul dapat dikatakan layak atau tidak untuk digunakan. Dalam pengkomparasian ini dilakukan pengambilan data pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$ – $34^{\circ}\text{C}$  sebanyak 1 kali setiap  $1^{\circ}\text{C}$ . Suhu tersebut adalah suhu air yang digunakan dalam menghangatkan susu. Suhu tersebut juga digunakan untuk membuat analisis data mengenai perbandingan waktu dalam menghangatkan susu agar susu mencapai suhu  $40^{\circ}\text{C}$ .

Pada Tabel 4.1. menunjukkan hasil pengujian suhu pada modul yang dibandingkan dengan termometer terkalibrasi. Rentang penyimpangan atau nilai koreksi modul sebesar  $0^{\circ}\text{C}$ – $0,6^{\circ}\text{C}$ . Pada catatan terakhir pada Tabel 4.1. Catatan tersebut dicantumkan untuk mengetahui besar nilai koreksi secara keseluruhan sehingga menghasilkan 1 nilai koreksi.

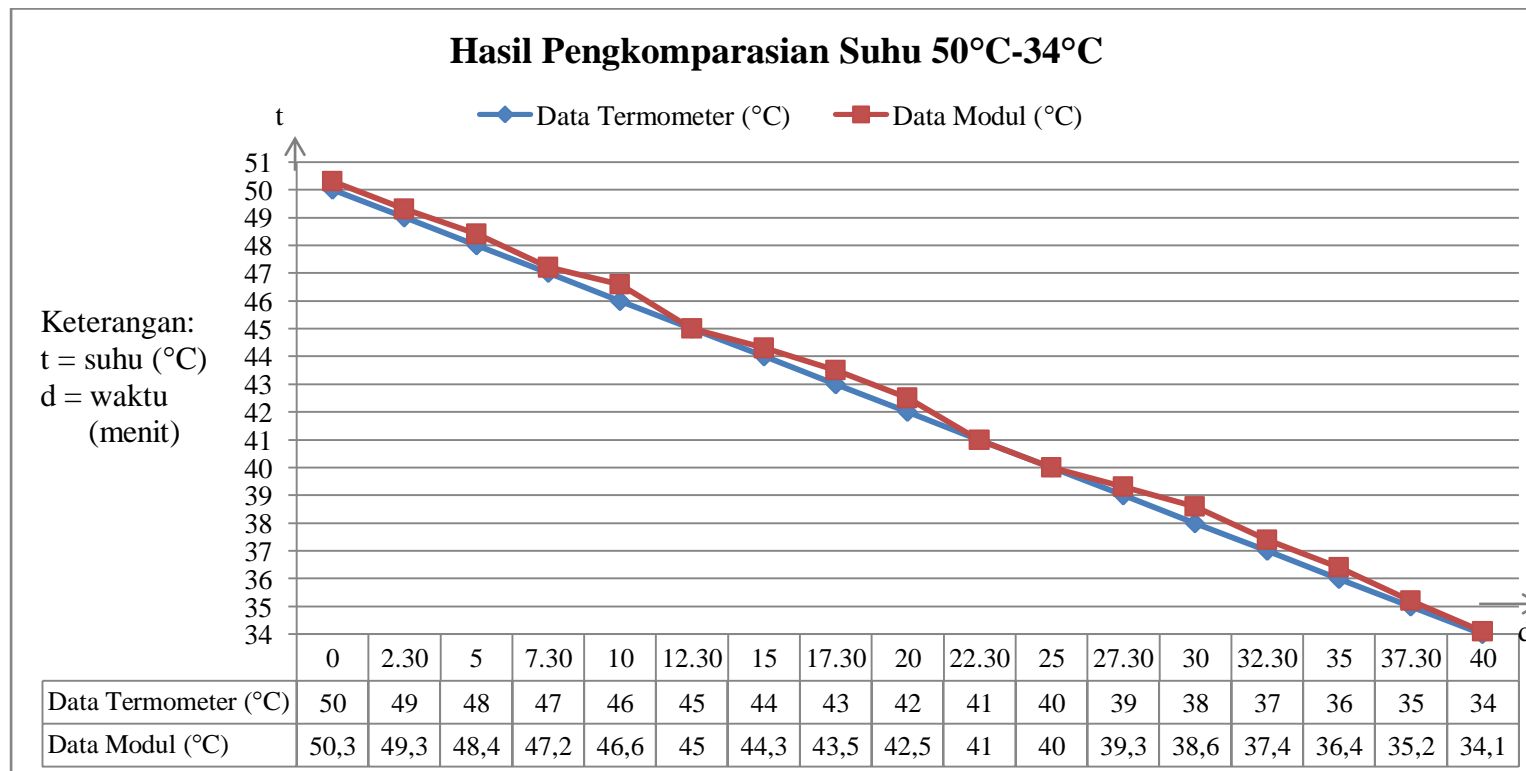
**Tabel 4.1.** Hasil pengujian suhu 50°C – 37°C

<b>Data Ke- (n)</b>	<b>Waktu (menit)</b>	<b>Data Termometer (°C) (X)</b>	<b>Data Modul (°C) (X<sub>1</sub>)</b>	<b>Koreksi (°C) (X<sub>1</sub> – X)</b>
1	0	50,0	50,3	0,3
2	2.30	49,0	49,3	0,3
3	5	48,0	48,4	0,4
4	7.30	47,0	47,2	0,2
5	10	46,0	46,6	0,6
6	12.30	45,0	45,0	0
7	15	44,0	44,3	0,3
8	17.30	43,0	43,5	0,5
9	20	42,0	42,5	0,5
10	22.30	41,0	41,0	0
11	25	40,0	40,0	0
12	27.30	39,0	39,3	0,3
13	30	38,0	38,6	0,6
14	32.30	37,0	37,4	0,4
15	35	36,0	36,4	0,4
16	37.30	35,0	35,2	0,2
17	40	34,0	34,1	0,1
<b>Rata-rata koreksi</b>				<b>0,27</b>

#### 4.1.2. Grafik Hasil Pengkomparasian

Gambar 4.1. menunjukkan perbandingan hasil ukur modul dengan termometer pembanding dalam bentuk grafik. Grafik tersebut memudahkan pembaca untuk mengetahui seberapa jauh nilai koreksi dari hasil ukur modul dengan termometer pembanding. Dalam grafik tersebut hasil ukur modul ditunjukkan dengan garis

dan titik berwarna merah, sedangkan hasil ukur termometer pembanding ditunjukkan dengan garis dan titik berwarna biru. Sumbu t menunjukkan suhu yang terukur yaitu  $50,3^{\circ}\text{C}$ – $34,1^{\circ}\text{C}$  untuk modul dan  $50^{\circ}\text{C}$ – $34^{\circ}\text{C}$  untuk termometer pembanding, sedangkan sumbu d adalah waktu-waktu terjadinya penurunan suhu.



**Gambar 4.1.** Grafik hasil pengkomparasian suhu  $50^{\circ}\text{C}$  –  $34^{\circ}\text{C}$

#### **4.1.3. Hasil Pengujian Alat Dengan Memasukkan Air dan Botol Berisi Susu Beku Secara Bersama**

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui cara kerja alat dan seberapa lama susu dapat mencapai suhu hangat yaitu sekitar 40°C. Pada sub bab 3.7.2. telah dijelaskan langkah-langkah untuk pengujian ini. Pengujian ini dilakukan dalam ruangan dengan suhu 28°C–32°C. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan botol berisi ASI perah atau susu beku dan air dingin secara bersamaan ke dalam wadah. Setelah itu alat dinyalakan dan tunggu selama 1 jam untuk mengetahui perubahan-perubahan suhu yang terjadi saat proses berlangsung. Untuk mengetahui kenaikan suhu susu, maka digunakan termometer yang dicelupkan ke dalam susu. Hal tersebut dilakukan untuk membuktikan bahwa susu benar-benar mencapai suhu hangat sekitar 40°C dalam waktu tertentu.

Tabel 4.2. menunjukkan ketika alat difungsikan suhu air dan suhu susu perlahan-lahan naik. Kenaikan suhu yang terjadi akan memengaruhi *sensor* suhu, sehingga pada saat suhu 37,4°C pada menit ke 03.30 menyebabkan *heater* dalam kondisi *off*. Pengambilan data tersebut diambil setiap 10 detik agar didapatkan data yang valid. Pada data 03.30 menit hingga 11.50 menit menunjukkan *heater* dalam kondisi *off*, penyebabnya yaitu suhu air yang digunakan untuk menghangatkan susu masih diatas 34°C. Pada pengamatan penulis, *heater* kembali bekerja saat suhu 34,5°C pada menit ke 12.00 sampai

menit ke 13.00. Kemudian *heater* dalam kondisi *off* lagi hingga menit ke 44.10. Lihat pada menit ke 33.10. Pada data tersebut suhu air dan suhu susu bernilai sama yaitu 36°C, maka bisa dikatakan bahwa suhu air sama dengan suhu susu setelah 33 menit. Kemudian perhatikan menit ke 45.40, suhu susu telah mencapai 37°C, dan pada menit ke 46.30, suhu susu telah mencapai 40,1. Dengan acuan tersebut, susu dapat disajikan dalam keadaan hangat setelah 45.40 menit atau lebih hangat lagi setelah 46.30 menit. Setelah 46.30 menit dalam waktu 1 jam, susu dapat terjaga kehangatannya antara 38,9° – 40,6°C.

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
00.00	20,9	0,3	ON
00.10	21	0,3	ON
00.20	21,3	0,6	ON
00.30	21,8	0,9	ON
00.40	22,4	1,2	ON
00.50	23,2	1,5	ON
01.00	24,4	1,8	ON
01.10	25,3	2,1	ON
01.20	26,4	2,4	ON
01.30	26,6	2,7	ON
01.40	27,2	3	ON
01.50	28,5	3,3	ON
02.00	28,9	3,6	ON

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
02.10	30,1	3,9	ON
02.20	31,4	4,2	ON
02.30	31,9	4,5	ON
02.40	32,6	4,8	ON
02.50	33,8	5,1	ON
03.00	34,8	5,4	ON
03.10	35,3	5,7	ON
03.20	36,3	6	ON
03.30	37,4	6,3	OFF
03.40	38	6,6	OFF
03.50	38,2	6,9	OFF
04.00	38,6	7,2	OFF
04.10	38,8	7,5	OFF
04.20	39,1	7,8	OFF
04.30	39,3	8,1	OFF
04.40	39,4	8,4	OFF
04.50	39,5	8,7	OFF
05.00	39,5	9	OFF
05.10	39,6	9,3	OFF
05.20	39,6	9,6	OFF
05.30	39,6	9,9	OFF
05.40	39,7	10,2	OFF
05.50	39,7	10,5	OFF
06.00	39,4	10,8	OFF
06.10	39,2	11,1	OFF
06.20	39,1	11,4	OFF

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
06.30	39	11,7	<i>OFF</i>
06.40	38,8	12	<i>OFF</i>
06.50	38,7	12,3	<i>OFF</i>
07.00	38,6	12,6	<i>OFF</i>
07.10	38,5	12,9	<i>OFF</i>
07.20	38,5	13,2	<i>OFF</i>
07.30	38,4	13,5	<i>OFF</i>
07.40	38,3	13,7	<i>OFF</i>
07.50	38,3	13,8	<i>OFF</i>
08.00	38,2	14	<i>OFF</i>
08.10	38,1	14,2	<i>OFF</i>
08.20	38	14,3	<i>OFF</i>
08.30	37,4	14,4	<i>OFF</i>
08.40	37,4	14,4	<i>OFF</i>
08.50	36,9	14,5	<i>OFF</i>
09.00	36,6	14,6	<i>OFF</i>
09.10	36,5	14,7	<i>OFF</i>
09.20	36,4	14,7	<i>OFF</i>
09.30	36,2	14,8	<i>OFF</i>
09.40	36,1	14,8	<i>OFF</i>
09.50	35,9	14,9	<i>OFF</i>
10.00	35,8	15	<i>OFF</i>
10.10	35,7	15,1	<i>OFF</i>
10.20	35,6	15,2	<i>OFF</i>
10.30	35,5	15,2	<i>OFF</i>
10.40	35,4	15,3	<i>OFF</i>

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
10.50	35,3	15,4	OFF
11.00	35,1	15,4	OFF
11.10	35	15,5	OFF
11.20	34,9	15,5	OFF
11.30	34,8	15,6	OFF
11.40	34,7	15,6	OFF
11.50	34,6	15,6	OFF
12.00	34,5	15,7	ON
12.10	34,6	15,9	ON
12.20	34,7	16,2	ON
12.30	35	16,5	ON
12.40	35,3	16,9	ON
12.50	36	17,1	ON
13.00	36,8	17,4	ON
13.10	37,7	17,5	OFF
13.20	38,6	17,9	OFF
13.30	38,8	18,1	OFF
13.40	39	18,7	OFF
13.50	39,3	19,3	OFF
14.00	39,6	19,8	OFF
14.10	39,6	20,3	OFF
14.20	39,7	20,8	OFF
14.30	39,7	21,4	OFF
14.40	39,7	21,8	OFF
14.50	39,8	22,3	OFF
15.00	39,9	22,8	OFF



**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
15.10	39,8	23,4	OFF
15.20	39,8	23,9	OFF
15.30	39,7	24,2	OFF
15.40	39,7	24,7	OFF
15.50	39,7	25,1	OFF
16.00	39,7	25,6	OFF
16.10	39,7	25,9	OFF
16.20	39,7	26,3	OFF
16.30	39,6	26,8	OFF
16.40	39,6	27	OFF
16.50	39,6	27,2	OFF
17.00	39,6	27,3	OFF
17.10	39,6	27,4	OFF
17.20	39,6	27,5	OFF
17.30	39,6	27,6	OFF
17.40	39,5	27,8	OFF
17.50	39,3	27,9	OFF
18.00	39,2	28	OFF
18.10	39,1	28,2	OFF
18.20	39,1	28,3	OFF
18.30	39	28,5	OFF
18.40	39	28,6	OFF
18.50	38,9	28,7	OFF
19.00	38,8	28,8	OFF
19.10	38,8	28,9	OFF
19.20	38,7	29	OFF

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
19.30	38,6	29,2	OFF
19.40	38,6	29,4	OFF
19.50	38,5	29,5	OFF
20.00	38,4	29,7	OFF
20.10	38,4	29,8	OFF
20.20	38,3	30	OFF
20.30	38,3	30,1	OFF
20.40	38,2	30,2	OFF
20.50	38,2	30,4	OFF
21.00	38,1	30,5	OFF
21.10	38,1	30,6	OFF
21.20	38	30,7	OFF
21.30	38	30,8	OFF
21.40	37,9	31	OFF
21.50	37,9	31,2	OFF
22.00	37,8	31,3	OFF
22.10	37,8	31,4	OFF
22.20	37,8	31,5	OFF
22.30	37,7	31,7	OFF
22.40	37,7	31,8	OFF
22.50	37,6	31,9	OFF
23.00	37,6	32,1	OFF
23.10	37,5	32,3	OFF
23.20	37,5	32,4	OFF
23.30	37,5	32,5	OFF
23.40	37,5	32,7	OFF

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
23.50	37,4	32,9	OFF
24.00	37,4	33,1	OFF
24.10	37,4	33,2	OFF
24.20	37,4	33,4	OFF
24.30	37,3	33,5	OFF
24.40	37,3	33,7	OFF
24.50	37,3	33,9	OFF
25.00	37,3	34,1	OFF
25.10	37,3	34,3	OFF
25.20	37,3	34,5	OFF
25.30	37,3	34,6	OFF
25.40	37,3	34,7	OFF
25.50	37,3	34,8	OFF
26.00	37,3	34,9	OFF
26.10	37,3	35	OFF
26.20	37,3	35,1	OFF
26.30	37,3	35,1	OFF
26.40	37,3	35,2	OFF
26.50	37,3	35,3	OFF
27.00	37,2	35,4	OFF
27.10	37,2	35,4	OFF
27.20	37,1	35,5	OFF
27.30	37	35,5	OFF
27.40	37	35,6	OFF
27.50	37	35,6	OFF
28.00	36,9	35,7	OFF

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
28.10	36,9	35,7	<i>OFF</i>
28.20	36,8	35,8	<i>OFF</i>
28.30	36,7	35,8	<i>OFF</i>
28.40	36,7	35,8	<i>OFF</i>
28.50	36,7	35,8	<i>OFF</i>
29.00	36,6	35,8	<i>OFF</i>
29.10	36,5	35,8	<i>OFF</i>
29.20	36,5	35,9	<i>OFF</i>
29.30	36,4	35,9	<i>OFF</i>
29.40	36,4	35,9	<i>OFF</i>
29.50	36,4	35,9	<i>OFF</i>
30.00	36,4	35,9	<i>OFF</i>
30.10	36,4	35,9	<i>OFF</i>
30.20	36,4	36	<i>OFF</i>
30.30	36,4	36	<i>OFF</i>
30.40	36,4	36	<i>OFF</i>
30.50	36,4	36	<i>OFF</i>
31.00	36,4	36	<i>OFF</i>
31.10	36,4	36	<i>OFF</i>
31.20	36,4	36	<i>OFF</i>
31.30	36,3	36	<i>OFF</i>
31.40	36,3	36	<i>OFF</i>
31.50	36,3	36	<i>OFF</i>
32.00	36,2	36	<i>OFF</i>
32.10	36,2	36	<i>OFF</i>
32.20	36,2	36	<i>OFF</i>

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
32.30	36,2	36	OFF
32.40	36,1	36	OFF
32.50	36,1	36	OFF
33.00	36,1	36	OFF
33.10	36	36	OFF
33.20	36	36	OFF
33.30	36	36	OFF
33.40	36	35,9	OFF
33.50	36	35,9	OFF
34.00	36	35,9	OFF
34.10	35,9	35,9	OFF
34.20	35,9	35,9	OFF
34.30	35,9	35,9	OFF
34.40	35,9	35,9	OFF
34.50	35,9	35,9	OFF
35.00	35,9	35,9	OFF
35.10	35,8	35,9	OFF
35.20	35,8	35,8	OFF
35.30	35,8	35,8	OFF
35.40	35,8	35,8	OFF
35.50	35,7	35,8	OFF
36.00	35,7	35,8	OFF
36.10	35,7	35,8	OFF
36.20	35,7	35,8	OFF
36.30	35,6	35,8	OFF
36.40	35,6	35,8	OFF

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
36.50	35,6	35,8	<i>OFF</i>
37.00	35,6	35,7	<i>OFF</i>
37.10	35,5	35,7	<i>OFF</i>
37.20	35,5	35,7	<i>OFF</i>
37.30	35,5	35,7	<i>OFF</i>
37.40	35,5	35,7	<i>OFF</i>
37.50	35,4	35,7	<i>OFF</i>
38.00	35,4	35,6	<i>OFF</i>
38.10	35,4	35,6	<i>OFF</i>
38.20	35,4	35,6	<i>OFF</i>
38.30	35,3	35,6	<i>OFF</i>
38.40	35,3	35,6	<i>OFF</i>
38.50	35,3	35,6	<i>OFF</i>
39.00	35,2	35,6	<i>OFF</i>
39.10	35,2	35,5	<i>OFF</i>
39.20	35,2	35,5	<i>OFF</i>
39.30	35,1	35,5	<i>OFF</i>
39.40	35,1	35,5	<i>OFF</i>
39.50	35,1	35,5	<i>OFF</i>
40.00	35,1	35,4	<i>OFF</i>
40.10	35,1	35,4	<i>OFF</i>
40.20	35	35,4	<i>OFF</i>
40.30	35	35,3	<i>OFF</i>
40.40	35	35,3	<i>OFF</i>
40.50	35	35,3	<i>OFF</i>
41.00	35	35,2	<i>OFF</i>

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
41.10	34,9	35,2	<i>OFF</i>
41.20	34,9	35,2	<i>OFF</i>
41.30	34,9	35,2	<i>OFF</i>
41.40	34,9	35,1	<i>OFF</i>
41.50	34,8	35,1	<i>OFF</i>
42.00	34,8	35,1	<i>OFF</i>
42.10	34,8	35	<i>OFF</i>
42.20	34,8	35	<i>OFF</i>
42.30	34,7	35	<i>OFF</i>
42.40	34,7	35	<i>OFF</i>
42.50	34,7	34,9	<i>OFF</i>
43.00	34,7	34,9	<i>OFF</i>
43.10	34,7	34,9	<i>OFF</i>
43.20	34,7	34,9	<i>OFF</i>
43.30	34,6	34,9	<i>OFF</i>
43.40	34,6	34,8	<i>OFF</i>
43.50	34,6	34,8	<i>OFF</i>
44.00	34,6	34,8	<i>OFF</i>
44.10	34,6	34,8	<i>OFF</i>
44.20	34,5	34,8	<i>ON</i>
44.30	34,6	34,8	<i>ON</i>
44.40	34,6	34,8	<i>ON</i>
44.50	34,7	34,8	<i>ON</i>
45.00	34,9	34,8	<i>ON</i>
45.10	35,6	35,2	<i>ON</i>
45.20	36,3	35,9	<i>ON</i>

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
45.30	37,3	36,4	ON
45.40	37,7	37	OFF
45.50	38,5	37,7	OFF
46.00	39	38,5	OFF
46.10	39,5	39,1	OFF
46.20	40,1	39,9	OFF
46.30	40,1	40,1	OFF
46.40	40,1	40,1	OFF
46.50	40,1	40,1	OFF
47.00	40,1	40,1	OFF
47.10	40,1	40,1	OFF
47.20	40,2	40,1	OFF
47.30	40,2	40,1	OFF
47.40	40,2	40,2	OFF
47.50	40,3	40,2	OFF
48.00	41	40,2	OFF
48.10	41	40,3	OFF
48.20	41	40,3	OFF
48.30	40,9	40,3	OFF
48.40	40,9	40,4	OFF
48.50	40,9	40,4	OFF
49.00	40,9	40,4	OFF
49.10	40,9	40,4	OFF
49.20	40,9	40,5	OFF
49.30	40,9	40,5	OFF
49.40	40,9	40,5	OFF



**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
49.50	40,9	40,5	<i>OFF</i>
50.00	40,8	40,5	<i>OFF</i>
50.10	40,8	40,6	<i>OFF</i>
50.20	40,7	40,6	<i>OFF</i>
50.30	40,7	40,5	<i>OFF</i>
50.40	40,6	40,5	<i>OFF</i>
50.50	40,6	40,5	<i>OFF</i>
51.00	40,5	40,5	<i>OFF</i>
51.10	40,5	40,5	<i>OFF</i>
51.20	40,4	40,5	<i>OFF</i>
51.30	40,3	40,4	<i>OFF</i>
51.40	40,2	40,4	<i>OFF</i>
51.50	40,1	40,4	<i>OFF</i>
52.00	40	40,3	<i>OFF</i>
52.10	40	40,3	<i>OFF</i>
52.20	40	40,3	<i>OFF</i>
52.30	40	40,3	<i>OFF</i>
52.40	40	40,3	<i>OFF</i>
52.50	39,9	40,2	<i>OFF</i>
53.00	39,9	40,2	<i>OFF</i>
53.10	39,9	40,2	<i>OFF</i>
53.20	39,9	40,2	<i>OFF</i>
53.30	39,8	40,1	<i>OFF</i>
53.40	39,8	40,1	<i>OFF</i>
53.50	39,7	40,1	<i>OFF</i>
54.00	39,7	40,1	<i>OFF</i>

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
54.10	39,7	40	<i>OFF</i>
54.20	39,6	40	<i>OFF</i>
54.30	39,6	40	<i>OFF</i>
54.40	39,5	40	<i>OFF</i>
54.50	39,5	39,9	<i>OFF</i>
55.00	39,4	39,9	<i>OFF</i>
55.10	39,4	39,8	<i>OFF</i>
55.20	39,4	39,8	<i>OFF</i>
55.30	39,3	39,7	<i>OFF</i>
55.40	39,3	39,7	<i>OFF</i>
55.50	39,3	39,6	<i>OFF</i>
56.00	39,2	39,6	<i>OFF</i>
56.10	39,2	39,6	<i>OFF</i>
56.20	39,2	39,5	<i>OFF</i>
56.30	39,1	39,5	<i>OFF</i>
56.40	39,1	39,4	<i>OFF</i>
56.50	39,1	39,3	<i>OFF</i>
57.00	39	39,2	<i>OFF</i>
57.10	39	39,2	<i>OFF</i>
57.20	39	39,2	<i>OFF</i>
57.30	38,9	39,1	<i>OFF</i>
57.40	38,9	39,1	<i>OFF</i>
57.50	38,9	39,1	<i>OFF</i>
58.00	38,8	39,1	<i>OFF</i>
58.10	38,8	39,1	<i>OFF</i>
58.20	38,8	39,1	<i>OFF</i>

**Tabel 4.2.** Hasil pengujian alat dengan selama 1 jam dengan memasukkan air dan botol berisi susu beku secara bersama (lanjutan)

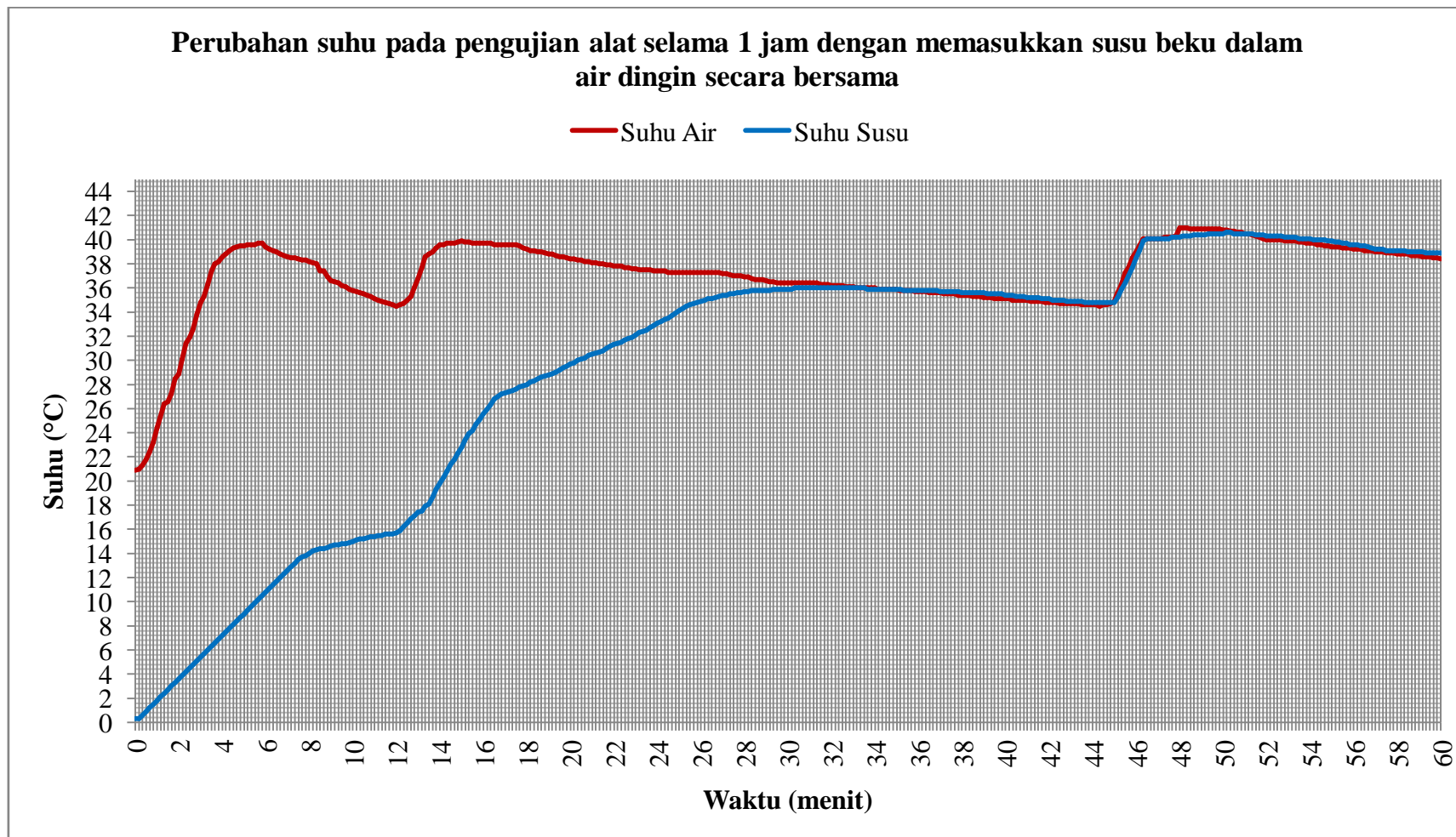
<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
58.30	38,8	39	OFF
58.40	38,7	39	OFF
58.50	38,7	39	OFF
59.00	38,7	39	OFF
59.10	38,6	39	OFF
59.20	38,6	38,9	OFF
59.30	38,6	38,9	OFF
59.40	38,5	38,9	OFF
59.50	38,5	38,9	OFF
60.00	38,4	38,9	OFF

#### 4.1.4. Grafik Hasil Pengujian Alat Dengan Memasukkan Air dan Botol Berisi Susu Beku Secara Bersama

Gambar 4.2. menunjukkan kenaikan suhu yang telah dipaparkan pada tabel 4.2. Sebelumnya telah dikemukakan bahwa *heater* dalam kondisi *on* atau *off* pada menit tertentu di mana pada menit tersebut menunjukkan suhu  $\leq 34,5^{\circ}\text{C}$  untuk *heater on* dan suhu  $\geq 37^{\circ}\text{C}$  untuk *heater off*. Grafik berwarna merah menunjukkan perubahan suhu yang terjadi pada air. Kemudian grafik berwarna biru menunjukkan perubahan suhu yang terjadi pada susu. Perubahan suhu dan pertemuan suhu antara air dan susu dapat terjadi akibat pemanasan yang dilakukan pada air serta pengaruh suhu sekitar yang

dapat menyebabkan suhu turun dan naik lagi ketika proses pemanasan kembali terjadi.

Dari Gambar 4.2. dapat dianalisis bahwa saat botol berisi susu beku dimasukkan dalam air dingin pada wadah kemudian alat dinyalakan, terjadi perubahan suhu pada air dan susu. Perubahan tersebut yaitu perubahan suhu yang rendah menuju suhu yang lebih tinggi sampai menit ke 05.50 karena proses yang dilakukan adalah menghangatkan susu. Setelah 05.50 menit, suhu air turun dan suhu susu tetap naik dikarenakan akibat perpindahan kalor dari air ke susu sedangkan partikel susu yang masih dingin berpindah ke air. Grafik setelah 30 menit menunjukkan suhu air jaraknya sangat dekat dengan suhu susu, maka dapat dikatakan suhu air sama dengan atau mendekati suhu susu setelah 30 menit. Grafik setelah 46 menit jika ditarik secara horizontal menunjukkan suhu sekitar  $40^{\circ}\text{C}$ . Jika ingin menyajikan susu hangat sekitar  $40^{\circ}\text{C}$ , membutuhkan waktu 46 menit. Untuk mengantisipasi pengguna lupa menyiapkan susu setelah 46 menit dalam 1 jam, pada alat ini suhu tertinggi yang dicapai adalah sekitar  $41^{\circ}\text{C}$ , sehingga susu tetap hangat dengan suhu  $38,9^{\circ}\text{C}$ – $40,6^{\circ}\text{C}$ . Suhu makanan atau minuman yang aman untuk diberikan kepada bayi yaitu  $\leq 40^{\circ}\text{C}$ .



**Gambar 4.2.** Perubahan suhu pada pengujian alat selama 1 jam dengan memasukkan susu beku dalam air dingin secara bersama

#### **4.1.5. Hasil Pengujian Alat Dengan Memasukkan Botol Berisi Susu Beku Setelah Air Menjadi Hangat**

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui cara kerja alat dan seberapa lama susu dapat mencapai suhu hangat yaitu sekitar 40°C. Pada sub bab 3.7.2. telah dijelaskan langkah-langkah untuk pengujian ini. Pengujian ini dilakukan dalam ruangan dengan suhu 28°C–32°C. Pengujian dilakukan dengan cara menghangatkan air dalam wadah terlebih dahulu. Setelah air hangat, botol berisi ASI perah atau susu beku dimasukkan ke dalam air hangat tersebut. Kemudian tunggu selama 1 jam untuk mengetahui perubahan-perubahan suhu yang terjadi saat proses berlangsung. Untuk mengetahui kenaikan suhu susu, maka digunakan termometer yang dicelupkan ke dalam susu. Hal tersebut dilakukan untuk membuktikan bahwa susu benar-benar mencapai suhu hangat sekitar 40°C dalam waktu tertentu.

Tabel 4.3. menunjukkan suhu air perlahan turun hingga 34,5°C karena pengaruh dari susu yang beku, sedangkan suhu susu perlahan-lahan naik. Pengambilan data tersebut diambil setiap 10 detik agar didapatkan data yang valid. Suhu air pada 34,5°C menyebabkan *heater on*, kemudian *heater off* saat suhu mencapai sekitar 37°C, dan terjadi lonjakan mencapai sekitar 40°C. Selama 1 jam suhu air terjaga antara 34,5°C–40,4°C. Pada menit ke 37.20 suhu air dan suhu susu bernilai sama yaitu 35,3°C, maka bisa

dikatakan bahwa suhu air sama dengan suhu susu setelah 37.20 menit. Pada menit ke 45.40 suhu susu telah mencapai  $37,1^{\circ}\text{C}$ , dan pada menit ke 48.30 suhu susu telah mencapai  $40^{\circ}\text{C}$ . Dengan acuan tersebut, susu dapat disajikan dalam keadaan hangat setelah 45.40 menit atau lebih hangat lagi setelah 48.30 menit. Setelah 48.30 menit dalam jangka 1 jam, susu dapat terjaga kehangatannya antara  $38,1^{\circ}\text{C}$ – $40,3^{\circ}\text{C}$ .

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (<math>^{\circ}\text{C}</math>)</b>	<b>Suhu Susu (<math>^{\circ}\text{C}</math>)</b>	<b><i>Heater</i> ON/OFF</b>
00.00	37,8	2	OFF
00.10	37,5	2,7	OFF
00.20	37,1	2,9	OFF
00.30	36,8	3	OFF
00.40	36,5	3,2	OFF
00.50	36,2	3,3	OFF
01.00	35,9	3,5	OFF
01.10	35,6	3,7	OFF
01.20	35,4	3,8	OFF
01.30	35,1	3,8	OFF
01.40	34,9	3,9	OFF
01.50	34,7	4	OFF
02.00	34,5	4,1	ON
02.10	34,6	4,3	ON
02.20	34,7	4,4	ON
02.30	34,9	4,6	ON

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
02.40	35,7	4,8	ON
02.50	36,4	4,9	ON
03.00	37,1	5,1	ON
03.10	37,5	5,3	OFF
03.20	38,2	5,6	OFF
03.30	38,7	5,7	OFF
03.40	39	5,8	OFF
03.50	39,2	6	OFF
04.00	39,4	6,2	OFF
04.10	39,3	6,3	OFF
04.20	39,5	6,5	OFF
04.30	39,6	6,6	OFF
04.40	39,7	6,7	OFF
04.50	39,5	6,9	OFF
05.00	39,5	7	OFF
05.10	39,5	7,2	OFF
05.20	39,4	7,4	OFF
05.30	39,3	7,6	OFF
05.40	39,3	7,7	OFF
05.50	39,2	7,8	OFF
06.00	39,1	8	OFF
06.10	39	8,2	OFF
06.20	38,9	8,3	OFF
06.30	38,8	8,5	OFF
06.40	38,7	8,6	OFF



**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
06.50	38,6	8,7	OFF
07.00	38,5	8,9	OFF
07.10	38,3	9,1	OFF
07.20	38,2	9,3	OFF
07.30	38,1	9,5	OFF
07.40	38	9,7	OFF
07.50	37,9	9,8	OFF
08.00	37,7	10	OFF
08.10	37,6	10,3	OFF
08.20	37,5	10,5	OFF
08.30	37,4	10,6	OFF
08.40	37,3	10,8	OFF
08.50	37,2	11,1	OFF
09.00	37	11,3	OFF
09.10	36,9	11,4	OFF
09.20	36,8	11,6	OFF
09.30	36,7	11,9	OFF
09.40	36,6	12,1	OFF
09.50	36,5	12,3	OFF
10.00	36,3	12,6	OFF
10.10	36,1	12,7	OFF
10.20	35,8	12,9	OFF
10.30	35,6	13,1	OFF
10.40	35,5	13,3	OFF
10.50	35,3	13,4	OFF

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
11.00	34,8	13,5	<i>OFF</i>
11.10	34,6	13,7	<i>OFF</i>
11.20	34,5	13,9	<i>OFF</i>
11.30	34,5	14	<i>OFF</i>
11.40	34,4	14,2	<i>ON</i>
11.50	34,2	14,3	<i>ON</i>
12.00	34,5	14,3	<i>ON</i>
12.10	34,8	14,8	<i>ON</i>
12.20	35,3	15,7	<i>ON</i>
12.30	35,8	16	<i>ON</i>
12.40	36,2	16,8	<i>ON</i>
12.50	36,7	17,3	<i>ON</i>
13.00	37,4	18	<i>OFF</i>
13.10	38,1	18,6	<i>OFF</i>
13.20	38,5	19,4	<i>OFF</i>
13.30	39	21	<i>OFF</i>
13.40	39,4	21,3	<i>OFF</i>
13.50	39,5	21,7	<i>OFF</i>
14.00	39,6	21,9	<i>OFF</i>
14.10	39,7	22,1	<i>OFF</i>
14.20	39,8	22,5	<i>OFF</i>
14.30	39,8	22,9	<i>OFF</i>
14.40	40,3	23,1	<i>OFF</i>
14.50	40,1	23,8	<i>OFF</i>
15.00	39,9	24	<i>OFF</i>

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
15.10	39,9	24,7	OFF
15.20	39,9	25,3	OFF
15.30	39,8	25,7	OFF
15.40	39,7	26,1	OFF
15.50	39,7	26,6	OFF
16.00	39,6	27	OFF
16.10	39,6	27,5	OFF
16.20	39,5	28	OFF
16.30	39,4	28,7	OFF
16.40	39,3	29,2	OFF
16.50	39,2	29,6	OFF
17.00	39,1	30	OFF
17.10	39	30,5	OFF
17.20	38,9	30,8	OFF
17.30	38,8	31,1	OFF
17.40	38,7	31,3	OFF
17.50	38,7	31,6	OFF
18.00	38,6	31,8	OFF
18.10	38,6	32,2	OFF
18.20	38,5	32,4	OFF
18.30	38,5	32,6	OFF
18.40	38,4	32,7	OFF
18.50	38,3	32,7	OFF
19.00	38,3	32,8	OFF
19.10	38,2	32,9	OFF

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
19.20	38,1	33,1	<i>OFF</i>
19.30	38,1	33,4	<i>OFF</i>
19.40	38	33,5	<i>OFF</i>
19.50	37,9	33,7	<i>OFF</i>
20.00	37,9	33,8	<i>OFF</i>
20.10	37,8	33	<i>OFF</i>
20.20	37,7	33,1	<i>OFF</i>
20.30	37,6	33,2	<i>OFF</i>
20.40	37,6	33,3	<i>OFF</i>
20.50	37,5	33,4	<i>OFF</i>
21.00	37,5	33,5	<i>OFF</i>
21.10	37,6	33,6	<i>OFF</i>
21.20	37,6	33,7	<i>OFF</i>
21.30	37,5	33,8	<i>OFF</i>
21.40	37,5	33,8	<i>OFF</i>
21.50	37,4	33,9	<i>OFF</i>
22.00	37,4	33,9	<i>OFF</i>
22.10	37,4	33,9	<i>OFF</i>
22.20	37,3	34	<i>OFF</i>
22.30	37,3	34	<i>OFF</i>
22.40	37,2	34	<i>OFF</i>
22.50	37,2	34,1	<i>OFF</i>
23.00	37,2	34,1	<i>OFF</i>
23.10	37,1	34,1	<i>OFF</i>
23.20	37,1	34,2	<i>OFF</i>

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
23.30	37	34,2	<i>OFF</i>
23.40	36,9	34,2	<i>OFF</i>
23.50	36,8	34,2	<i>OFF</i>
24.00	36,7	34,2	<i>OFF</i>
24.10	36,7	34,2	<i>OFF</i>
24.20	36,7	34,2	<i>OFF</i>
24.30	36,7	34,2	<i>OFF</i>
24.40	36,7	34,2	<i>OFF</i>
24.50	36,7	34,2	<i>OFF</i>
25.00	36,6	34,2	<i>OFF</i>
25.10	36,6	34,2	<i>OFF</i>
25.20	36,5	34,2	<i>OFF</i>
25.30	36,5	34,2	<i>OFF</i>
25.40	36,4	34,2	<i>OFF</i>
25.50	36,4	34,3	<i>OFF</i>
26.00	36,3	34,3	<i>OFF</i>
26.10	36,3	34,3	<i>OFF</i>
26.20	36,2	34,4	<i>OFF</i>
26.30	36,2	34,4	<i>OFF</i>
26.40	36,1	34,4	<i>OFF</i>
26.50	36,1	34,5	<i>OFF</i>
27.00	36,1	34,5	<i>OFF</i>
27.10	36,1	34,5	<i>OFF</i>
27.20	36,1	34,5	<i>OFF</i>
27.30	36,1	34,6	<i>OFF</i>

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
27.40	36,1	34,6	<i>OFF</i>
27.50	36,1	34,6	<i>OFF</i>
28.00	36	34,6	<i>OFF</i>
28.10	36	34,6	<i>OFF</i>
28.20	36	34,6	<i>OFF</i>
28.30	36	34,7	<i>OFF</i>
28.40	36	34,7	<i>OFF</i>
28.50	36	34,7	<i>OFF</i>
29.00	36	34,7	<i>OFF</i>
29.10	36	34,7	<i>OFF</i>
29.20	36	34,7	<i>OFF</i>
29.30	36	34,7	<i>OFF</i>
29.40	35,9	34,7	<i>OFF</i>
29.50	35,9	34,7	<i>OFF</i>
30.00	35,9	34,7	<i>OFF</i>
30.10	35,9	34,7	<i>OFF</i>
30.20	35,9	34,8	<i>OFF</i>
30.30	35,9	34,8	<i>OFF</i>
30.40	35,9	34,8	<i>OFF</i>
30.50	35,8	34,8	<i>OFF</i>
31.00	35,8	34,8	<i>OFF</i>
31.10	35,8	34,8	<i>OFF</i>
31.20	35,8	34,9	<i>OFF</i>
31.30	35,8	34,9	<i>OFF</i>
31.40	35,8	34,9	<i>OFF</i>

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
31.50	35,7	34,9	OFF
32.00	35,7	34,9	OFF
32.10	35,7	34,9	OFF
32.20	35,7	34,9	OFF
32.30	35,7	35	OFF
32.40	35,7	35	OFF
32.50	35,7	35	OFF
33.00	35,7	35	OFF
33.10	35,7	35	OFF
33.20	35,7	35,1	OFF
33.30	35,7	35,1	OFF
33.40	35,7	35,1	OFF
33.50	35,7	35,1	OFF
34.00	35,6	35,2	OFF
34.10	35,6	35,2	OFF
34.20	35,6	35,2	OFF
34.30	35,6	35,2	OFF
34.40	35,6	35,2	OFF
34.50	35,6	35,2	OFF
35.00	35,6	35,3	OFF
35.10	35,5	35,3	OFF
35.20	35,5	35,3	OFF
35.30	35,5	35,3	OFF
35.40	35,5	35,3	OFF
35.50	35,4	35,3	OFF

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
36.00	35,4	35,3	<i>OFF</i>
36.10	35,4	35,3	<i>OFF</i>
36.20	35,4	35,3	<i>OFF</i>
36.30	35,4	35,3	<i>OFF</i>
36.40	35,4	35,3	<i>OFF</i>
36.50	35,4	35,3	<i>OFF</i>
37.00	35,4	35,3	<i>OFF</i>
37.10	35,4	35,3	<i>OFF</i>
37.20	35,3	35,3	<i>OFF</i>
37.30	35,3	35,3	<i>OFF</i>
37.40	35,3	35,3	<i>OFF</i>
37.50	35,3	35,3	<i>OFF</i>
38.00	35,3	35,3	<i>OFF</i>
38.10	35,2	35,3	<i>OFF</i>
38.20	35,2	35,3	<i>OFF</i>
38.30	35,2	35,3	<i>OFF</i>
38.40	35,2	35,3	<i>OFF</i>
38.50	35,2	35,3	<i>OFF</i>
39.00	35,1	35,3	<i>OFF</i>
39.10	35,1	35,3	<i>OFF</i>
39.20	35,1	35,1	<i>OFF</i>
39.30	35,1	35,1	<i>OFF</i>
39.40	35,1	35,1	<i>OFF</i>
39.50	35,1	35,1	<i>OFF</i>
40.00	35,1	35,1	<i>OFF</i>



**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
40.10	35,1	35,1	<i>OFF</i>
40.20	35	35,1	<i>OFF</i>
40.30	35	35,1	<i>OFF</i>
40.40	35	35,1	<i>OFF</i>
40.50	35	35	<i>OFF</i>
41.00	35	35	<i>OFF</i>
41.10	35	35	<i>OFF</i>
41.20	34,9	35	<i>OFF</i>
41.30	34,9	35	<i>OFF</i>
41.40	34,9	35	<i>OFF</i>
41.50	34,8	35	<i>OFF</i>
42.00	34,8	34,9	<i>OFF</i>
42.10	34,8	34,9	<i>OFF</i>
42.20	34,8	34,9	<i>OFF</i>
42.30	34,7	34,9	<i>OFF</i>
42.40	34,7	34,9	<i>OFF</i>
42.50	34,7	34,7	<i>OFF</i>
43.00	34,6	34,7	<i>OFF</i>
43.10	34,6	34,7	<i>OFF</i>
43.20	34,6	34,6	<i>OFF</i>
43.30	34,5	34,6	<i>ON</i>
43.40	34,5	34,6	<i>ON</i>
43.50	34,5	34,6	<i>ON</i>
44.00	34,6	34,6	<i>ON</i>
44.10	34,7	34,6	<i>ON</i>

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
44.20	34,7	34,7	ON
44.30	34,7	34,7	ON
44.40	34,7	35,2	ON
44.50	34,8	35,7	ON
45.00	34,9	36,1	ON
45.10	36,2	36,5	ON
45.20	37	36,9	ON
45.30	37,4	36,9	OFF
45.40	38,4	37,1	OFF
45.50	38,8	37,1	OFF
46.00	39,2	37,1	OFF
46.10	39,3	37,3	OFF
46.20	39,4	37,7	OFF
46.30	39,5	38	OFF
46.40	39,8	38,3	OFF
46.50	40	38,6	OFF
47.00	40,1	39	OFF
47.10	40,1	39,5	OFF
47.20	40,1	39,5	OFF
47.30	40,1	39,7	OFF
47.40	40,1	39,7	OFF
47.50	40,1	39,8	OFF
48.00	40,1	39,8	OFF
48.10	40,2	39,9	OFF
48.20	40,2	39,9	OFF

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
48.30	40,2	40	<i>OFF</i>
48.40	40,2	40	<i>OFF</i>
48.50	40,2	40	<i>OFF</i>
49.00	40,2	40,1	<i>OFF</i>
49.10	40,2	40,1	<i>OFF</i>
49.20	40,3	40,2	<i>OFF</i>
49.30	40,3	40,2	<i>OFF</i>
49.40	40,3	40,3	<i>OFF</i>
49.50	40,3	40,3	<i>OFF</i>
50.00	40,3	40,3	<i>OFF</i>
50.10	40,4	40,3	<i>OFF</i>
50.20	40,4	40,3	<i>OFF</i>
50.30	40,4	40,3	<i>OFF</i>
50.40	40,3	40,3	<i>OFF</i>
50.50	40,3	40,3	<i>OFF</i>
51.00	40,2	40,3	<i>OFF</i>
51.10	40,2	40,3	<i>OFF</i>
51.20	40,2	40,2	<i>OFF</i>
51.30	40,1	40,2	<i>OFF</i>
51.40	40,1	40,2	<i>OFF</i>
51.50	40,1	40,2	<i>OFF</i>
52.00	40,1	40,2	<i>OFF</i>
52.10	40	40,2	<i>OFF</i>
52.20	40	40,2	<i>OFF</i>
52.30	40	40,2	<i>OFF</i>

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
52.40	40	40,2	OFF
52.50	39,9	40,1	OFF
53.00	39,9	40,1	OFF
53.10	39,8	40,1	OFF
53.20	39,8	40,1	OFF
53.30	39,7	40,1	OFF
53.40	39,7	40,1	OFF
53.50	39,7	40	OFF
54.00	39,6	40	OFF
54.10	39,6	40	OFF
54.20	39,6	40	OFF
54.30	39,6	39,9	OFF
54.40	39,5	39,9	OFF
54.50	39,5	39,9	OFF
55.00	39,4	39,8	OFF
55.10	39,3	39,8	OFF
55.20	39,3	39,8	OFF
55.30	39,2	39,8	OFF
55.40	39,1	39,8	OFF
55.50	39	39,7	OFF
56.00	38,9	39,7	OFF
56.10	38,9	39,6	OFF
56.20	38,8	39,6	OFF
56.30	38,7	39,6	OFF
56.40	38,6	39,5	OFF

**Tabel 4.3.** Hasil pengujian alat selama 1 jam pada saat susu dimasukkan ke dalam wadah berisi air yang telah hangat (lanjutan)

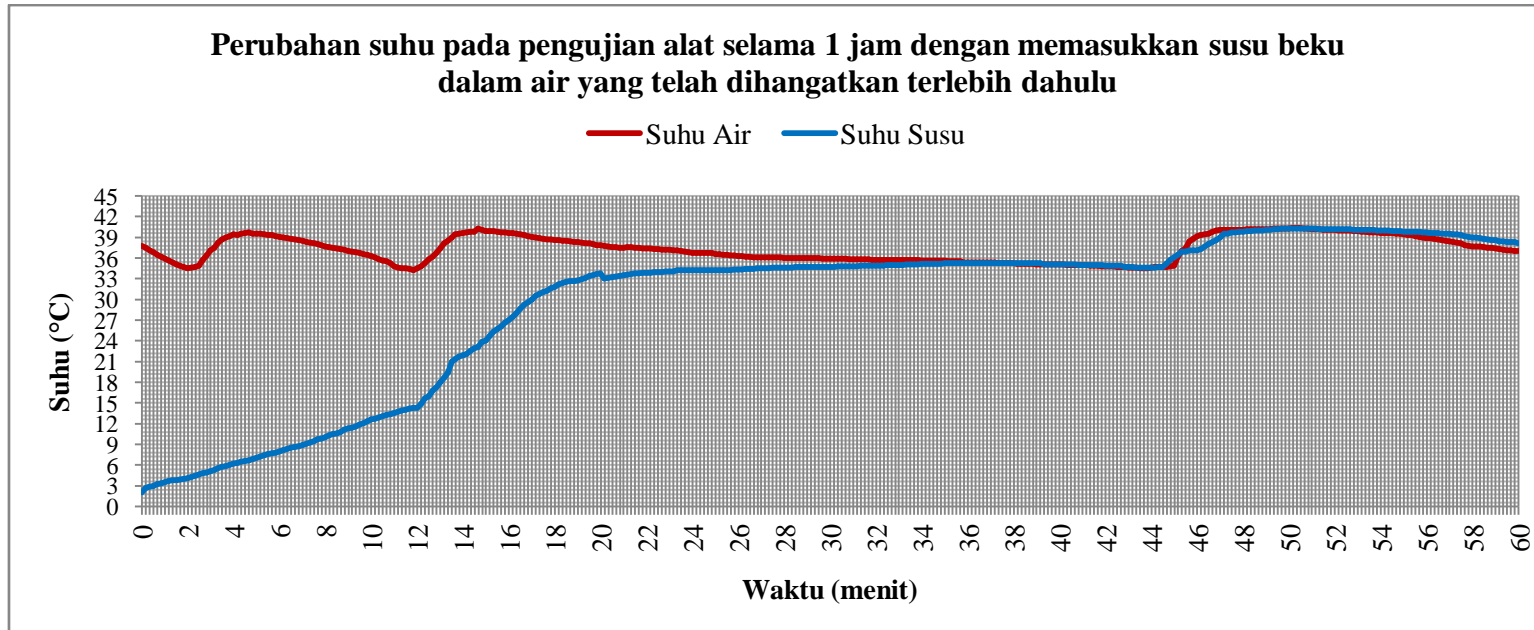
<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
56.50	38,5	39,5	<i>OFF</i>
57.00	38,4	39,5	<i>OFF</i>
57.10	38,3	39,4	<i>OFF</i>
57.20	38,2	39,4	<i>OFF</i>
57.30	38,1	39,3	<i>OFF</i>
57.40	37,9	39,2	<i>OFF</i>
57.50	37,8	39,1	<i>OFF</i>
58.00	37,7	39	<i>OFF</i>
58.10	37,7	39	<i>OFF</i>
58.20	37,7	38,9	<i>OFF</i>
58.30	37,6	38,8	<i>OFF</i>
58.40	37,5	38,7	<i>OFF</i>
58.50	37,5	38,6	<i>OFF</i>
59.00	37,4	38,6	<i>OFF</i>
59.10	37,3	38,4	<i>OFF</i>
59.20	37,2	38,4	<i>OFF</i>
59.30	37,1	38,3	<i>OFF</i>
59.40	37,1	38,3	<i>OFF</i>
59.50	37	38,3	<i>OFF</i>
60.00	37	38,1	<i>OFF</i>

#### 4.1.6. Grafik Hasil Pengujian Alat Dengan Memasukkan Botol Berisi Susu Beku Setelah Air Menjadi Hangat

Gambar 4.3. menunjukkan kenaikan suhu yang telah dipaparkan pada tabel 4.3. Sebelumnya telah dikemukakan bahwa *heater* dalam kondisi *on* atau *off* pada menit tertentu di mana pada menit tersebut menunjukkan suhu  $\leq 34,5^{\circ}\text{C}$  untuk *heater on* dan suhu  $\geq 37^{\circ}\text{C}$  untuk *heater off*. Garis berwarna merah menunjukkan perubahan suhu yang terjadi pada air. Garis berwarna biru menunjukkan perubahan suhu yang terjadi pada susu. Perubahan suhu dan pertemuan suhu antara obyek dan media dapat terjadi akibat pemanasan yang dilakukan pada air serta pengaruh suhu sekitar yang dapat menyebabkan suhu turun dan naik lagi ketika proses pemanasan terjadi.

Dari Gambar 4.3. dapat dianalisis bahwa saat botol berisi susu beku dimasukkan dalam air hangat pada wadah, terjadi perubahan suhu pada air dan susu. Perubahan yang terjadi pada air yaitu suhu turun hingga  $34,5^{\circ}\text{C}$  kemudian naik lagi hingga maksimal sekitar  $40^{\circ}\text{C}$  karena dilakukan pemanasan lagi pada air tersebut. Begitu seterusnya sampai alat dimatikan. Pada grafik setelah 34 menit menunjukkan suhu air jaraknya sangat dekat dengan suhu susu, maka dapat dikatakan suhu air sama dengan suhu susu setelah 34 menit. Pada grafik setelah 48 menit jika ditarik secara horizontal

menunjukkan suhu sekitar 40°C. Jika ingin menyajikan susu hangat sekitar 40°C, membutuhkan waktu 48 menit. Untuk mengantisipasi pengguna lupa menyiapkan susu dalam 48 menit atau bahkan 1 jam, pada alat ini suhu tertinggi yang dicapai adalah sekitar 42°C, sehingga susu tetap hangat dengan suhu sekitar 38°C–40°C. Suhu makanan atau minuman yang aman untuk diberikan kepada bayi yaitu  $\leq 40^\circ\text{C}$ .



**Gambar 4.3.** Perubahan suhu pada pengujian alat selama 1 jam dengan memasukkan susu beku dalam air yang telah dihangatkan terlebih dahulu

#### 4.1.7. Hasil Pengujian Alat Dengan Suhu Air Maksimal 50°C

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui cara kerja alat dan seberapa lama susu dapat mencapai suhu hangat yaitu sekitar 40°C. Pada sub bab 3.7.2. telah dijelaskan langkah-langkah untuk pengujian ini. Pengujian ini dilakukan dalam ruangan dengan suhu 28°C–32°C. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan botol berisi susu beku ke dalam air dingin dalam wadah, kemudian alat dinyalakan. Kemudian tunggu selama 1 jam untuk mengetahui perubahan-perubahan suhu yang terjadi saat proses berlangsung. Untuk mengetahui kenaikan suhu susu, maka digunakan termometer yang dicelupkan ke dalam susu. Hal tersebut dilakukan untuk membuktikan bahwa susu benar-benar mencapai suhu hangat sekitar 40°C dalam waktu berapa menit.

Tabel 4.4. menunjukkan suhu air dan suhu susu perlahan naik hingga 06.20 menit. Setelah itu suhu air turun hingga 44,5°C karena pengaruh dari susu yang beku, sedangkan suhu susu perlahan-lahan naik. Pengambilan data tersebut diambil setiap 10 detik agar didapatkan data yang valid. Suhu air pada 44,5°C menyebabkan *heater on*, kemudian *heater off* saat suhu mencapai sekitar 47°C, dan terjadi lonjakan mencapai sekitar 50°C. Dalam waktu 15.40 menit, suhu susu telah mencapai 40°C, maka dalam waktu tersebut susu harus segera disajikan. Setelah 15.40 menit, suhu susu perlahan naik melebihi 40°C bahkan sampai 48,6°C. Pada menit ke 39.30 suhu



susu sama dengan suhu air yaitu 48,6°C. Setelah 39.30 menit dalam 1 jam, suhu susu terjaga antara 45,2°C–48,6°C.

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
00.00	20,9	0,3	ON
00.10	21	0,3	ON
00.20	21,3	0,6	ON
00.30	21,8	0,9	ON
00.40	22,4	1,2	ON
00.50	23,2	1,5	ON
01.00	24,4	1,8	ON
01.10	25,3	2,1	ON
01.20	26,4	2,4	ON
01.30	26,6	2,7	ON
01.40	27,2	3	ON
01.50	28,5	3,3	ON
02.00	28,9	3,6	ON
02.10	30,1	3,9	ON
02.20	31,4	4,2	ON
02.30	31,9	4,5	ON
02.40	32,6	4,8	ON
02.50	33,8	5,1	ON
03.00	34,8	5,4	ON
03.10	35,3	5,7	ON
03.20	36,3	6	ON
03.30	37,3	6,3	ON

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
03.40	38,4	6,6	ON
03.50	39,6	7	ON
04.00	40,3	7,5	ON
04.10	41,1	8	ON
04.20	42,2	8,8	ON
04.30	43,1	9,9	ON
04.40	44	10,8	ON
04.50	45,3	11,6	ON
05.00	46,3	12	ON
05.10	47,2	12,5	OFF
05.20	48	12,9	OFF
05.30	48,5	13,4	OFF
05.40	49,1	13,7	OFF
05.50	49,5	14,2	OFF
06.00	49,5	14,8	OFF
06.10	49,8	15,2	OFF
06.20	50,1	15,4	OFF
06.30	50	15,9	OFF
06.40	49,9	16,3	OFF
06.50	49,8	16,7	OFF
07.00	49,7	17,2	OFF
07.10	49,5	17,6	OFF
07.20	49,3	18	OFF
07.30	49,1	18,5	OFF
07.40	48,8	18,8	OFF

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
07.50	48,8	19,3	OFF
08.00	48,7	19,8	OFF
08.10	48,5	20,2	OFF
08.20	48,3	20,5	OFF
08.30	48	21,1	OFF
08.40	47,8	21,6	OFF
08.50	47,7	21,9	OFF
09.00	47,5	22,4	OFF
09.10	47,5	22,8	OFF
09.20	47,4	23,2	OFF
09.30	47,3	23,7	OFF
09.40	47,1	24,1	OFF
09.50	46,9	24,5	OFF
10.00	46,9	25,0	OFF
10.10	46,7	25,4	OFF
10.20	46,6	25,8	OFF
10.30	46,5	26,2	OFF
10.40	46,5	26,7	OFF
10.50	46,3	27,1	OFF
11.00	46,3	27,5	OFF
11.10	46,2	28,0	OFF
11.20	46	28,4	OFF
11.30	45,8	28,8	OFF
11.40	45,7	29,3	OFF
11.50	45,5	29,7	OFF

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
12.00	45,3	30,1	<i>OFF</i>
12.10	45,1	30,5	<i>OFF</i>
12.20	44,9	31,0	<i>OFF</i>
12.30	44,6	31,4	<i>OFF</i>
12.40	44,5	31,8	<i>ON</i>
12.50	44,5	32,3	<i>ON</i>
13.00	44,8	32,7	<i>ON</i>
13.10	45	33,1	<i>ON</i>
13.20	45,4	33,6	<i>ON</i>
13.30	45,9	34,0	<i>ON</i>
13.40	46,2	34,4	<i>ON</i>
13.50	46,8	34,8	<i>ON</i>
14.00	47,2	35,3	<i>OFF</i>
14.10	48	35,8	<i>OFF</i>
14.20	48,8	36,0	<i>OFF</i>
14.30	49,6	36,6	<i>OFF</i>
14.40	50,3	37,1	<i>OFF</i>
14.50	50	37,7	<i>OFF</i>
15.00	50	38,1	<i>OFF</i>
15.10	49,9	38,6	<i>OFF</i>
15.20	49,7	39,4	<i>OFF</i>
15.30	49,7	39,9	<i>OFF</i>
15.40	49,7	40	<i>OFF</i>
15.50	49,6	40	<i>OFF</i>
16.00	49,5	40	<i>OFF</i>

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
16.10	49,4	40,2	OFF
16.20	49,4	40,2	OFF
16.30	49,3	40,2	OFF
16.40	49,2	40,4	OFF
16.50	49,1	40,4	OFF
17.00	49,0	40,5	OFF
17.10	49,0	40,5	OFF
17.20	48,9	40,6	OFF
17.30	48,8	40,7	OFF
17.40	48,7	40,7	OFF
17.50	48,6	40,8	OFF
18.00	48,6	40,8	OFF
18.10	48,5	40,9	OFF
18.20	48,4	41,0	OFF
18.30	48,3	41,0	OFF
18.40	48,2	41,1	OFF
18.50	48,2	41,1	OFF
19.00	48,1	41,2	OFF
19.10	48,0	41,3	OFF
19.20	47,9	41,3	OFF
19.30	47,8	41,4	OFF
19.40	47,8	41,4	OFF
19.50	47,7	41,5	OFF
20.00	47,6	41,6	OFF
20.10	47,5	41,6	OFF

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
20.20	47,4	41,7	<i>OFF</i>
20.30	47,4	41,7	<i>OFF</i>
20.40	47,3	41,8	<i>OFF</i>
20.50	47,2	41,9	<i>OFF</i>
21.00	47,1	41,9	<i>OFF</i>
21.10	47,0	42,0	<i>OFF</i>
21.20	47,0	42,0	<i>OFF</i>
21.30	46,9	42,1	<i>OFF</i>
21.40	46,8	42,2	<i>OFF</i>
21.50	46,7	42,2	<i>OFF</i>
22.00	46,6	42,3	<i>OFF</i>
22.10	46,6	42,3	<i>OFF</i>
22.20	46,5	42,4	<i>OFF</i>
22.30	46,4	42,5	<i>OFF</i>
22.40	46,3	42,5	<i>OFF</i>
22.50	46,2	42,6	<i>OFF</i>
23.00	46,2	42,6	<i>OFF</i>
23.10	46,1	42,7	<i>OFF</i>
23.20	46,0	42,8	<i>OFF</i>
23.30	45,9	42,8	<i>OFF</i>
23.40	45,8	42,9	<i>OFF</i>
23.50	45,8	42,9	<i>OFF</i>
24.00	45,7	43,0	<i>OFF</i>
24.10	45,6	43,1	<i>OFF</i>
24.20	45,5	43,1	<i>OFF</i>

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
24.30	45,4	43,2	<i>OFF</i>
24.40	45,4	43,2	<i>OFF</i>
24.50	45,3	43,3	<i>OFF</i>
25.00	45,2	43,4	<i>OFF</i>
25.10	45,1	43,4	<i>OFF</i>
25.20	45,0	43,5	<i>OFF</i>
25.30	45,0	43,5	<i>OFF</i>
25.40	44,9	43,6	<i>OFF</i>
25.50	44,8	43,7	<i>OFF</i>
26.00	44,7	43,7	<i>OFF</i>
26.10	44,6	43,8	<i>OFF</i>
26.20	44,6	43,8	<i>OFF</i>
26.30	44,5	43,9	<i>ON</i>
26.40	44,5	44,0	<i>ON</i>
26.50	44,8	44,0	<i>ON</i>
27.00	44,9	44,1	<i>ON</i>
27.10	45,1	44,1	<i>ON</i>
27.20	45,1	44,2	<i>ON</i>
27.30	45,4	44,3	<i>ON</i>
27.40	45,8	44,3	<i>ON</i>
27.50	46,0	44,4	<i>ON</i>
28.00	46,3	44,4	<i>ON</i>
28.10	46,6	44,5	<i>ON</i>
28.20	46,8	44,6	<i>ON</i>
28.30	47,0	44,6	<i>ON</i>

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
28.40	47,3	44,7	OFF
28.50	47,8	44,7	OFF
29.00	48,0	44,8	OFF
29.10	48,4	44,9	OFF
29.20	48,7	44,9	OFF
29.30	48,9	45,0	OFF
29.40	49,3	45,0	OFF
29.50	49,7	45,1	OFF
30.00	50,1	45,2	OFF
30.10	50,5	45,2	OFF
30.20	51,0	45,3	OFF
30.30	51,0	45,3	OFF
30.40	50,9	45,4	OFF
30.50	50,8	45,5	OFF
31.00	50,7	45,5	OFF
31.10	50,6	45,6	OFF
31.20	50,5	45,6	OFF
31.30	50,4	45,7	OFF
31.40	50,3	45,8	OFF
31.50	50,2	45,8	OFF
32.00	50,1	45,9	OFF
32.10	50,0	45,9	OFF
32.20	49,9	46,0	OFF
32.30	49,9	46,1	OFF
32.40	49,9	46,1	OFF



**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
32.50	49,9	46,2	<i>OFF</i>
33.00	49,9	46,2	<i>OFF</i>
33.10	49,9	46,3	<i>OFF</i>
33.20	49,8	46,4	<i>OFF</i>
33.30	49,8	46,4	<i>OFF</i>
33.40	49,8	46,5	<i>OFF</i>
33.50	49,7	46,5	<i>OFF</i>
34.00	49,7	46,6	<i>OFF</i>
34.10	49,6	46,7	<i>OFF</i>
34.20	49,6	46,7	<i>OFF</i>
34.30	49,6	46,8	<i>OFF</i>
34.40	49,5	46,8	<i>OFF</i>
34.50	49,5	46,9	<i>OFF</i>
35.00	49,4	47,0	<i>OFF</i>
35.10	49,3	47,0	<i>OFF</i>
35.20	49,3	47,1	<i>OFF</i>
35.30	49,3	47,1	<i>OFF</i>
35.40	49,3	47,2	<i>OFF</i>
35.50	49,2	47,3	<i>OFF</i>
36.00	49,2	47,3	<i>OFF</i>
36.10	49,2	47,4	<i>OFF</i>
36.20	49,2	47,4	<i>OFF</i>
36.30	49,2	47,5	<i>OFF</i>
36.40	49,1	47,6	<i>OFF</i>
36.50	49,1	47,6	<i>OFF</i>

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
37.00	49,0	47,7	OFF
37.10	49,0	47,7	OFF
37.20	49,0	47,8	OFF
37.30	49,0	47,9	OFF
37.40	49,0	47,9	OFF
37.50	48,9	48,0	OFF
38.00	48,9	48,0	OFF
38.10	48,8	48,1	OFF
38.20	48,8	48,2	OFF
38.30	48,8	48,2	OFF
38.40	48,8	48,3	OFF
38.50	48,7	48,3	OFF
39.00	48,7	48,4	OFF
39.10	48,7	48,5	OFF
39.20	48,6	48,5	OFF
39.30	48,6	48,6	OFF
39.40	48,6	48,6	OFF
39.50	48,6	48,6	OFF
40.00	48,5	48,6	OFF
40.10	48,5	48,6	OFF
40.20	48,5	48,6	OFF
40.30	48,4	48,6	OFF
40.40	48,4	48,6	OFF
40.50	48,4	48,5	OFF
41.00	48,4	48,5	OFF

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
41.10	48,3	48,5	<i>OFF</i>
41.20	48,3	48,5	<i>OFF</i>
41.30	48,3	48,5	<i>OFF</i>
41.40	48,2	48,4	<i>OFF</i>
41.50	48,2	48,4	<i>OFF</i>
42.00	48,2	48,4	<i>OFF</i>
42.10	48,2	48,4	<i>OFF</i>
42.20	48,1	48,3	<i>OFF</i>
42.30	48,1	48,3	<i>OFF</i>
42.40	48,1	48,3	<i>OFF</i>
42.50	48,0	48,3	<i>OFF</i>
43.00	48,0	48,3	<i>OFF</i>
43.10	48,0	48,2	<i>OFF</i>
43.20	48,0	48,2	<i>OFF</i>
43.30	47,9	48,2	<i>OFF</i>
43.40	47,9	48,2	<i>OFF</i>
43.50	47,9	48,1	<i>OFF</i>
44.00	47,8	48,1	<i>OFF</i>
44.10	47,8	48,1	<i>OFF</i>
44.20	47,8	48,1	<i>OFF</i>
44.30	47,8	48,1	<i>OFF</i>
44.40	47,7	48,0	<i>OFF</i>
44.50	47,7	48,0	<i>OFF</i>
45.00	47,7	48,0	<i>OFF</i>
45.10	47,6	48,0	<i>OFF</i>

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
45.20	47,6	48,0	<i>OFF</i>
45.30	47,6	47,9	<i>OFF</i>
45.40	47,6	47,9	<i>OFF</i>
45.50	47,5	47,9	<i>OFF</i>
46.00	47,5	47,9	<i>OFF</i>
46.10	47,5	47,9	<i>OFF</i>
46.20	47,4	47,9	<i>OFF</i>
46.30	47,4	47,9	<i>OFF</i>
46.40	47,4	47,8	<i>OFF</i>
46.50	47,4	47,8	<i>OFF</i>
47.00	47,3	47,8	<i>OFF</i>
47.10	47,3	47,8	<i>OFF</i>
47.20	47,3	47,7	<i>OFF</i>
47.30	47,2	47,7	<i>OFF</i>
47.40	47,2	47,6	<i>OFF</i>
47.50	47,2	47,6	<i>OFF</i>
48.00	47,2	47,5	<i>OFF</i>
48.10	47,1	47,4	<i>OFF</i>
48.20	47,1	47,4	<i>OFF</i>
48.30	47,1	47,4	<i>OFF</i>
48.40	47,0	47,4	<i>OFF</i>
48.50	47,0	47,3	<i>OFF</i>
49.00	47,0	47,3	<i>OFF</i>
49.10	47,0	47,3	<i>OFF</i>
49.20	46,9	47,3	<i>OFF</i>

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
49.30	46,9	47,2	<i>OFF</i>
49.40	46,9	47,2	<i>OFF</i>
49.50	46,8	47,1	<i>OFF</i>
50.00	46,8	47,1	<i>OFF</i>
50.10	46,8	47,1	<i>OFF</i>
50.20	46,8	47,0	<i>OFF</i>
50.30	46,7	47,0	<i>OFF</i>
50.40	46,7	47,0	<i>OFF</i>
50.50	46,7	47,0	<i>OFF</i>
51.00	46,6	46,9	<i>OFF</i>
51.10	46,6	46,9	<i>OFF</i>
51.20	46,6	46,9	<i>OFF</i>
51.30	46,6	46,8	<i>OFF</i>
51.40	46,5	46,8	<i>OFF</i>
51.50	46,5	46,8	<i>OFF</i>
52.00	46,5	46,7	<i>OFF</i>
52.10	46,4	46,7	<i>OFF</i>
52.20	46,4	46,6	<i>OFF</i>
52.30	46,4	46,6	<i>OFF</i>
52.40	46,4	46,6	<i>OFF</i>
52.50	46,3	46,6	<i>OFF</i>
53.00	46,3	46,6	<i>OFF</i>
53.10	46,3	46,6	<i>OFF</i>
53.20	46,2	46,5	<i>OFF</i>
53.30	46,2	46,5	<i>OFF</i>

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
53.40	46,2	46,5	<i>OFF</i>
53.50	46,2	46,4	<i>OFF</i>
54.00	46,1	46,4	<i>OFF</i>
54.10	46,1	46,4	<i>OFF</i>
54.20	46,1	46,3	<i>OFF</i>
54.30	46,0	46,3	<i>OFF</i>
54.40	46,0	46,3	<i>OFF</i>
54.50	46,0	46,2	<i>OFF</i>
55.00	45,9	46,2	<i>OFF</i>
55.10	45,9	46,2	<i>OFF</i>
55.20	45,9	46,1	<i>OFF</i>
55.30	45,9	46,1	<i>OFF</i>
55.40	45,8	46,1	<i>OFF</i>
55.50	45,8	46,0	<i>OFF</i>
56.00	45,8	46,0	<i>OFF</i>
56.10	45,7	46,0	<i>OFF</i>
56.20	45,7	46,0	<i>OFF</i>
56.30	45,7	45,9	<i>OFF</i>
56.40	45,7	45,9	<i>OFF</i>
56.50	45,6	45,9	<i>OFF</i>
57.00	45,6	45,9	<i>OFF</i>
57.10	45,6	45,8	<i>OFF</i>
57.20	45,5	45,8	<i>OFF</i>
57.30	45,5	45,8	<i>OFF</i>
57.40	45,5	45,8	<i>OFF</i>

**Tabel 4.4.** Hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C (lanjutan)

<b>Waktu (menit)</b>	<b>Suhu Air (°C)</b>	<b>Suhu Susu (°C)</b>	<b>Heater ON/OFF</b>
57.50	45,5	45,8	OFF
58.00	45,4	45,7	OFF
58.10	45,4	45,7	OFF
58.20	45,4	45,7	OFF
58.30	45,3	45,7	OFF
58.40	45,3	45,6	OFF
58.50	45,3	45,6	OFF
59.00	45,3	45,5	OFF
59.10	45,2	45,5	OFF
59.20	45,2	45,5	OFF
59.30	45,2	45,4	OFF
59.40	45,1	45,4	OFF
59.50	45,1	45,3	OFF
60.00	45,1	45,2	OFF

#### 4.1.8. Grafik Hasil Pengujian Alat Dengan Suhu Air Maksimal 50°C

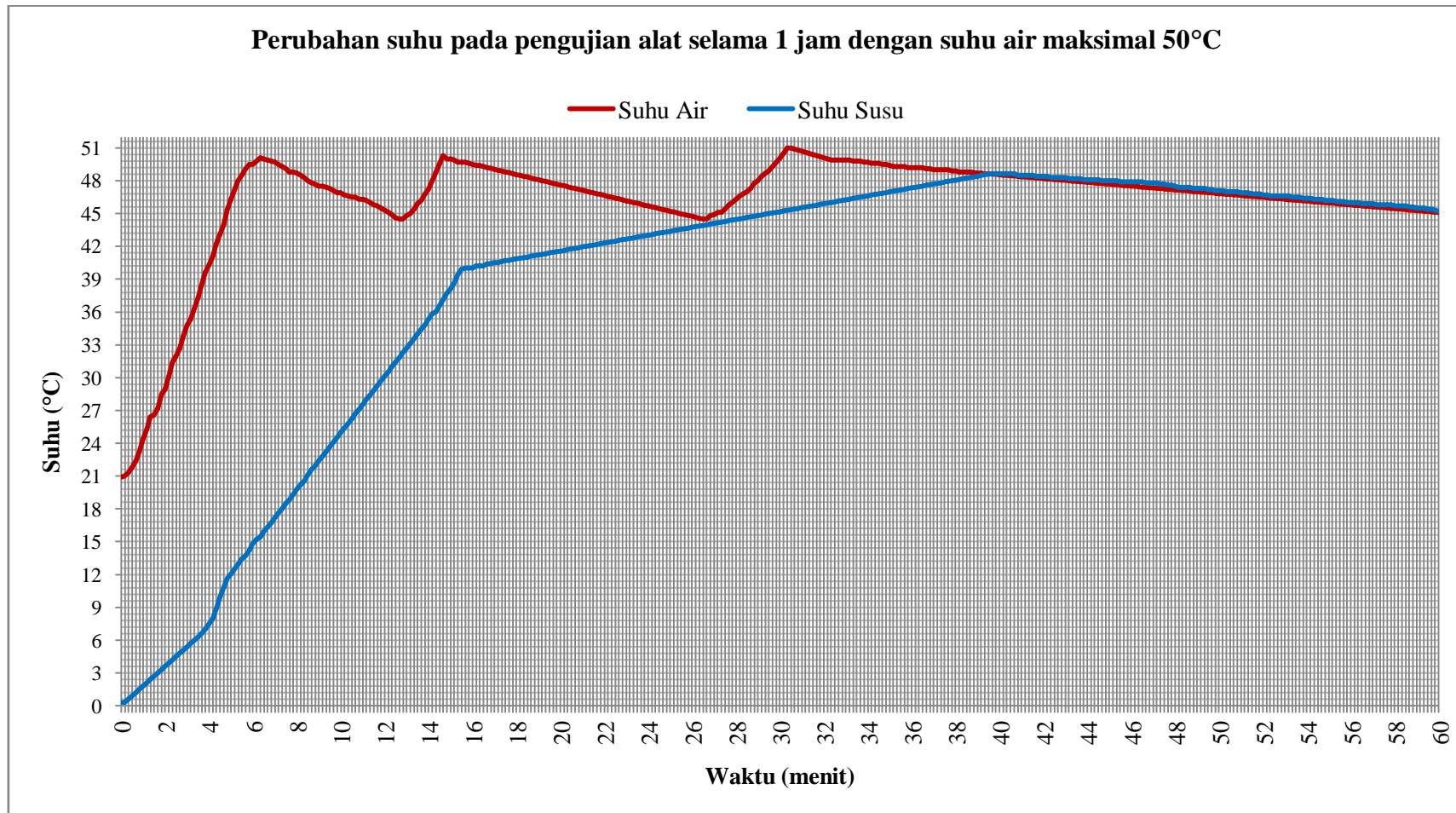
Gambar 4.4. menunjukkan kenaikan suhu yang telah dipaparkan pada tabel 4.4. Sebelumnya telah dikemukakan bahwa *heater* dalam kondisi *on* atau *off* pada menit tertentu di mana pada menit tersebut menunjukkan suhu  $\leq 44,5^{\circ}\text{C}$  untuk *heater on* dan suhu  $\geq 47^{\circ}\text{C}$  untuk *heater off*. Garis berwarna merah menunjukkan perubahan suhu yang terjadi pada air. Garis berwarna biru menunjukkan perubahan suhu yang terjadi pada susu. Perubahan suhu dan pertemuan suhu antara obyek dan media dapat terjadi

akibat pemanasan yang dilakukan pada air serta pengaruh suhu sekitar yang dapat menyebabkan suhu turun dan naik lagi ketika proses pemanasan terjadi.

Dari Gambar 4.4. dapat dianalisis bahwa saat alat dinyalakan, terjadi perubahan suhu pada air dan susu. Perubahan yang terjadi yaitu suhu air naik perlahan sampai sekitar  $50^{\circ}\text{C}$  dalam waktu sekitar 6 menit dan turun hingga sekitar  $44^{\circ}\text{C}$  pada waktu sekitar 12 menit. Sekitar 16 menit, suhu susu telah mencapai sekitar  $40^{\circ}\text{C}$ , sehingga susu dapat segera disajikan. Setelah 16 menit suhu susu perlahan naik bahkan sampai sekitar  $48^{\circ}\text{C}$ . Lalu setelah 39 menit menunjukkan suhu air jaraknya sangat dekat dengan suhu susu, maka dapat dikatakan suhu air sama dengan suhu susu setelah 39 menit.

Setelah 39 menit dalam jangka 1 jam alat difungsikan, suhu susu terjaga dari sekitar  $45^{\circ}\text{C}$  hingga sekitar  $48^{\circ}\text{C}$ . Jika susu disajikan setelah 16 menit, maka memerlukan waktu lebih untuk menurunkan suhu susu, karena bila susu disajikan melebihi  $40^{\circ}\text{C}$  bahkan sampai  $48^{\circ}\text{C}$  dapat menimbulkan rasa terbakar pada mulut dan tenggorokan bayi.





**Gambar 4.4.** Perubahan suhu pada pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal 50°C

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. *Sensor* suhu LM35 dan Rangkaian ICL7107

*Sensor* suhu LM35 merupakan salah satu *sensor* yang dapat mengukur besaran fisis suhu ke dalam sinyal listrik di mana setiap  $1^{\circ}\text{C}$  yang terukur memberikan tegangan keluaran pada *sensor* sebesar 10 mV. Pada suhu ruang *sensor* diukur menggunakan voltmeter, LM35 memberikan keluaran 290 mV yang berarti  $29^{\circ}\text{C}$ . Sebelumnya *sensor* telah terhubung dengan rangkaian ICL7107 sehingga mengeluarkan tampilan pada *seven segment*. Pada tampilan angka yang muncul masih tidak dapat dibaca atau tampilan tidak membentuk angka, maka tegangan referensi diatur sampai tampilan sama dengan yang terukur pada voltmeter sehingga tampilan mengeluarkan angka  $29,0^{\circ}\text{C}$ . Pada saat yang sama, suhu ruang yang terukur pada termometer adalah  $29,3^{\circ}\text{C}$ , maka tegangan referensi diatur lagi sampai tampilan yang terbaca sama dengan tampilan termometer.

Tabel 4.1. menunjukkan perbandingan modul dengan termometer pada pengukuran  $50^{\circ}\text{C}$ – $34^{\circ}\text{C}$  dan nilai koreksi yang dihasilkan 0,27. Namun *sensor* ini terlalu sensitif terhadap perubahan suhu sehingga pada waktu yang tak terduga apabila terjadi perubahan suhu hanya dalam waktu sekejap saja *sensor* ini mampu mendeteksi suhu tersebut. Dalam hal ini *sensor* LM35 dan rangkaian ICL7107 dapat bekerja dengan baik karena *sensor* masih

dapat memberikan keluaran yang mendekati suhu yang diukur dan rangkaian ICL7107 dapat menampilkan suhu terukur pada *sensor* dengan sangat baik (dapat terbaca) dan keakuratan 0–0,6.

#### 4.2.2. Rangkaian Kendali *Heater*

Rangkaian ini berisi sebuah *op-amp* yang difungsikan sebagai *comparator* dan transistor yang digunakan adalah transistor jenis NPN, transistor tersebut akan aktif apabila basis transistor diberi tegangan positif. Suhu susu yang hendak dicapai yaitu sekitar 40°C. Pada beberapa percobaan yang dilakukan penulis untuk menentukan suhu maksimal yaitu 40°C, *heater* dibuat bekerja pada suhu dibawah 37°C dan mati pada suhu  $\geq 37^\circ\text{C}$ . Tegangan referensi yang diatur dibawah 370 mV. Cara kerja rangkaian ini dengan membandingkan kedua masukan yaitu *sensor* dan referensi. Saat *heater* mati pada suhu air sekitar 37°C, terjadi lonjakan suhu hingga 40°C. *Heater* yang digunakan memiliki daya 190 Watt sehingga dapat memanaskan lebih dari 40°C, maka dibuatlah kendali *heater* ini. Berdasarkan sifat *heater*, apabila semakin lama diberi listrik maka *heater* semakin panas sampai batas kemampuannya. Jadi, saat suhu air sekitar 37°C, kemungkinan suhu *heater* lebih dari 37°C. Suhu *heater* yang lebih tersebut berpindah pada air dan menyebabkan lonjakan suhu pada air mencapai 40°C.

Pada pengujian alat terdapat beberapa tabel yang menunjukkan cara kerja keseluruhan sistem. Pada keterangan terdapat pernyataan

*heater ON* atau *heater OFF*, hal ini sama saja menunjukkan cara kerja rangkaian *heater* terhadap suhu. Dapat disimpulkan bahwa rangkaian kendali *heater* bekerja dengan baik karena *heater* bekerja pada suhu dibawah  $37^{\circ}\text{C}$  kemudian *heater* mati pada suhu lebih dari  $37^{\circ}\text{C}$  dan *heater* bekerja kembali bila suhu dibawah  $35^{\circ}\text{C}$ . Hal tersebut menyatakan bahwa teori *comparator* tidak jauh berbeda dengan praktiknya.

#### **4.2.3. Sistem Kerja Keseluruhan Alat**

Berdasarkan pada pengujian di atas, dapat diperoleh kinerja keseluruhan sistem sebagai berikut:

1. Nilai koreksi (rentang kerja) pada termometer kalibrasi tidak boleh  $>2^{\circ}\text{C}$ , sedangkan nilai koreksi (rentang kerja) pada termometer normal tidak boleh  $>1^{\circ}\text{C}$  (Hamdani, 2012). Nilai koreksi pada modul/alat ini yaitu  $0,27^{\circ}\text{C}$ , nilai tersebut berada dibawah  $1^{\circ}\text{C}$ . Berdasarkan acuan diatas modul/alat ini memenuhi standar sehingga dapat difungsikan sebagaimana mestinya.
2. Tabel 4.2. dan Gambar 4.2. menunjukkan hasil pengujian alat selama 1 jam dengan memasukkan botol berisi susu beku dalam air dingin lalu alat dinyalakan. Dengan mengabaikan komposisi yang terkandung dalam susu, maka untuk menghangatkan susu hingga sekitar  $40^{\circ}\text{C}$  memerlukan waktu

sekitar 46.30 menit dan dalam waktu 1 jam selama alat dinyalakan suhu susu terjaga antara  $38,9^{\circ}\text{C}$ – $40,6^{\circ}\text{C}$ .

3. Tabel 4.3. dan Gambar 4.3. menunjukkan hasil pengujian alat selama 1 jam dengan memasukkan botol berisi susu beku dalam air yang telah hangat. Dengan mengabaikan komposisi yang terkandung dalam susu, maka untuk menghangatkan susu hingga sekitar  $40^{\circ}\text{C}$  memerlukan waktu sekitar 48.30 menit dan dalam waktu 1 jam selama alat dinyalakan suhu susu terjaga antara  $38,1^{\circ}\text{C}$ – $40,3^{\circ}\text{C}$ .
4. Tabel 4.4. dan Gambar 4.4. menunjukkan hasil pengujian alat selama 1 jam dengan suhu air maksimal  $50^{\circ}\text{C}$ . Dengan mengabaikan komposisi yang terkandung dalam susu, maka untuk menghangatkan susu hingga sekitar  $40^{\circ}\text{C}$  memerlukan waktu sekitar 16.40 menit dan dalam waktu 1 jam selama alat dinyalakan suhu susu terjaga antara  $45,2^{\circ}\text{C}$ – $48,6^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.2.4. Kelebihan dan Kekurangan Alat**

Setiap alat pasti memiliki kelebihan dan kekurangan. Setelah dilakukan beberapa kali pengujian pada alat, maka penulis dapat menyimpulkan kelebihan dan kekurangan yang dimiliki pada alat. Kelebihan alat ini antara lain:

1. Memiliki nilai koreksi dibawah  $1^{\circ}\text{C}$  yaitu  $0,27^{\circ}\text{C}$ .
2. Hemat biaya karena memanfaatkan pemanas elektrik yang telah ada, selain itu harga komponen pun tidak terlalu mahal

jika dibandingkan dengan alat yang menggunakan mikrokontroler.

3. Mudah digunakan dengan menekan saklar *on/off* dan menunggu sekitar 46–48 menit hingga susu cair dan hangat. Dalam 46–48 menit tersebut, pengguna dapat melakukan pekerjaan lainnya. Ini berarti pengguna dapat memanfaatkan waktu untuk hal-hal lainnya (efisien waktu).
4. Dengan tampilan *seven segment* maka jarak pandang tampilan dapat lebih jauh daripada alat yang menggunakan tampilan LCD.
5. Perawatan alat yang mudah.
6. Selama penggunaan 1 jam, suhu susu tetap terjaga pada 38,9°C–40,6°C karena terdapat *switch* pengendali *heater* didalamnya.

Secanggih apapun alat tetap saja terdapat kekurangan, apalagi alat yang masih dasar seperti yang penulis buat pasti tak luput dari kekurangan. Kekurangan alat ini antara lain:

1. Memerlukan waktu yang cukup lama untuk mencapai suhu susu siap minum.
2. Memerlukan *timer* tambahan atau *stopwatch* jika pengguna tidak dapat mengira-ngira waktu.
3. *Sensor* yang digunakan kurang efektif untuk mengukur suhu air sehingga memerlukan isolasi yang sangat baik.