

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Spesifikasi Alat

*Waterbath* terapi rendam kaki menggunakan *heater* dan *peltier* sebagai komponen utamanya. Berikut adalah spesifikasi dari alat *waterbath* terapi:

1. Tegangan *input* = Tegangan PLN 220V
2. Pemanas = *Heater* (220VAC ; 150W)
3. Pendingin = *Peltier* (12VDC 6A ; 72W)
4. Sensor suhu = LM35 (5VDC 5A ; 60W)
5. Volume *chamber* = 1781 cm<sup>3</sup> (1,781 liter)

#### 4.2. Bentuk Fisik Alat



Gambar 4.1. Bentuk Fisik Alat

#### 4.3. Cara Kerja Alat

Tekan tombol *ON* pada alat, pilih mode suhu dan atur *timer* sesuai dengan kebutuhan. Tekan tombol *start*, lalu suhu air dalam *chamber* akan menyesuaikan sesuai suhu *setting*. Ketika suhu telah tercapai, *timer* akan menghitung sesuai waktu *setting*. *Buzzer* akan berbunyi ketika waktu telah tercapai.

#### 4.4. Hasil Pengukuran

##### 4.4.1. Pengukuran Kenaikan Suhu

Berikut ini adalah data pengukuran perubahan suhu terhadap waktu dipengaruhi *volume* air, dengan setting suhu 18°C dan 40°C

*Tabel 4.1. Data Pengukuran Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (600 ml) dengan suhu setting 40°C*

Waktu Pengukuran (Detik)	Suhu Setting (°C)	Hasil Pengukuran Suhu (°C)				
		1	2	3	4	5
0	40	25,7	25,8	25,6	25,8	25,8
30		28	28,7	28	27,8	28,5
60		30,8	31,5	31,5	30,7	31,2
80		33,6	34,9	33,7	33,9	34,5
100		36,9	37,7	37,7	37,5	37
120		39,8	40	40	40	40

*Tabel 4.2. Data Pengukuran Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (1200 ml) dengan setting suhu 40°C*

Waktu Pengukuran (Detik)	Suhu Setting (°C)	Hasil Pengukuran Suhu (°C)				
		1	2	3	4	5
0	40	25,8	25,7	25,8	25,6	25,6
30		27,7	27,7	28	27,7	28,2
60		27,8	27,7	28,2	27,8	28,5
80		29	28,8	29,1	28,8	29,2
120		31,1	30,2	31,3	30	31,3
140		32,6	31,5	32	31,7	32,3
180		35,7	34,6	35,7	34,9	35
220		37,5	37,5	38	37,3	38,2
240		40	40	40	40	40

Berikut ini adalah data pengukuran suhu terhadap waktu dipengaruhi volume air, dengan setting suhu 18°C:

Tabel 4.3. Data Pengukuran Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (600 ml) dengan setting suhu 18°C

Setting Timer (Menit)	Suhu Setting (°C)	Hasil Pengukuran Suhu (°C)				
		1	2	3	4	5
0	18	25,8	25,6	25,8	25,7	25,6
2		23,9	23,9	24	23,8	23,8
3		23,6	23,8	23,6	23,6	23,4
5		22,3	22,6	22,5	22,5	22,3
8		19,8	20	19,9	20,1	19,5
10		18	18,5	18	18,7	18

Tabel 4.4. Data Pengukuran Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (1200 ml) dengan setting suhu 18°C

Setting Timer (Menit)	Suhu Setting (°C)	Hasil Pengukuran Suhu (°C)				
		1	2	3	4	5
0	18	25,6	25,6	25,8	25,7	25,8
2		23,8	23,5	23,2	23,1	23,2
3		22,3	22,5	22,8	22,8	21,9
5		21	21,7	21,4	21,2	20,8
8		20,8	21,2	21	20,7	20
10		20	20,3	20,2	19,8	19,8
13		19,2	19,8	19,6	18,3	19
16		18,8	19,2	19	18,1	18,8
18		18	18,5	18,7	18	18

#### 4.4.2. Pengukuran Suhu

Untuk mengetahui suhu terapi pada *chamber waterbath*, maka dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali dengan mengukur suhu air panas dan suhu air dingin didalam *chamber* menggunakan termometer air raksa dan membandingkannya dengan tampilan suhu di LCD. Berikut adalah data pengukuran dengan suhu setting 40°C dan 18°C :

Tabel 4.5. Data Pengukuran Suhu saat Waktu Bekerja dengan Suhu Setting 40°C

Setting Timer (Menit)	Suhu Setting (°C)	Hasil Pengukuran Suhu (°C)				
		1	2	3	4	5
2	40	41,8	41	42	42	42
4		41	40,5	41,5	41	41
5		40,5	40	41	40	40,8
6		40	39,8	40,5	39,9	40,5
8		39,8	39,5	40	39,5	40

Tabel 4.6. Data Pengukuran Suhu saat Waktu Bekerja dengan Suhu Setting 18°C

Setting Timer (Menit)	Suhu Setting (°C)	Hasil Pengukuran Suhu				
		1	2	3	4	5
2	18	18,5	18,6	18,6	18,5	18,5
4		18,8	18,8	18,7	18,7	18,6
5		18,8	18,9	18,8	18,7	18,6
6		18,9	18,9	18,8	18,8	18,7
8		18,9	19	18,9	19	18,8

#### 4.4.3. Pengukuran Waktu

Untuk memperoleh hasil optimal pada proses terapi, maka ketepatan lamanya proses akan mempengaruhinya. Oleh sebab itu, dilakukan pengukuran pada *timer waterbath* dengan cara membandingkan dengan waktu pada aplikasi stopwatch. Pada pengukuran ini penulis hanya mengambil tiga data *timer* yaitu 60 detik, 120 detik, dan 180 detik.

Tabel 4.7. Data Pengukuran Waktu dengan Menggunakan Stopwatch

No	Timer modul (detik)	Hasil Pengukuran Stopwatch (detik)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	60	58	58	59	59	59	60	59	59	59	59
2	120	120	119	118	119	119	120	120	120	119	120
3	180	179	179	179	179	179	179	179	179	180	180

#### 4.4.4. Hasil Analisis Data

Data pengukuran suhu dan *timer* diolah menggunakan rumus untuk menentukan *error*, simpangan, dan standar deviasi untuk mengetahui alat tersebut telah sesuai standar atau tidak. Berikut ini adalah tabel-tabel hasil analisis pada data pengukuran :

*Tabel 4.8. Hasil Analisis Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (600mL) dengan suhu setting 40°C*

<b>Waktu Pengukuran (detik)</b>	<b>Suhu (°C)</b>	<b>Rerata</b>	<b>Simpangan</b>	<b>Error (%)</b>	<b>STDV</b>
0	40	25,74	14,26	35,65	0,17
30		28,2	11,8	29,5	0,76
60		31,14	8,86	22,15	0,75
80		34,12	5,88	14,7	1,11
100		37,36	2,64	6,6	0,76
120		39,96	0,04	0,1	0,17

*Tabel 4.9. Hasil Analisis Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (1200mL) dengan suhu setting 40°C*

<b>Waktu Pengukuran (Detik)</b>	<b>Suhu (°C)</b>	<b>Rerata</b>	<b>Simpangan</b>	<b>Error (%)</b>	<b>STDV</b>
0	40	25,7	14,3	35,75	0,2
30		27,86	12,14	30,35	0,46
60		28	12	30	0,67
80		28,98	11,02	27,55	0,35
120		30,78	9,22	23,05	1,26
140		32,02	7,98	19,95	0,88
180		35,18	4,82	12,05	0,99
220		37,7	2,3	5,75	0,58
240		40	0	0	0

Tabel 4.10. Hasil Analisis Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (600mL) dengan suhu setting 18°C

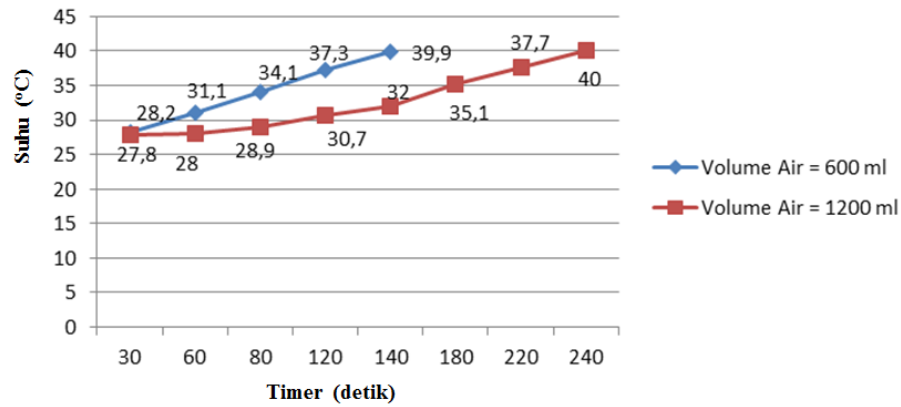
Waktu Pengukuran (Menit)	Suhu (°C)	Rerata	Simpangan	Error (%)	STDV
0	18	25,7	-7,7	42,7	0,2
2		23,88	-5,88	32,6	0,16
3		23,6	-5,6	31,1	0,28
5		22,44	-4,44	24,6	0,26
8		19,86	-1,86	10,3	0,46
10		18,24	-0,24	1,3	0,67

Tabel 4.11. Hasil Analisis Suhu Terhadap Waktu Dipengaruhi Volume Air (1200mL) dengan suhu setting 18°C

Waktu Pengukuran (menit)	Suhu (°C)	Rerata	Simpangan	Error (%)	STDV
0	18	25,7	-7,7	42,7	0,2
2		23,36	-5,36	29,7	0,57
3		22,46	-4,46	24,7	0,75
5		21,22	-3,22	17,8	0,69
8		20,74	-2,74	15,2	0,91
10		20,02	-2,02	11,2	0,45
13		19,18	-1,18	6,5	1,16
16		18,78	-0,78	4,3	0,82
18		18,24	-0,24	1,3	0,67

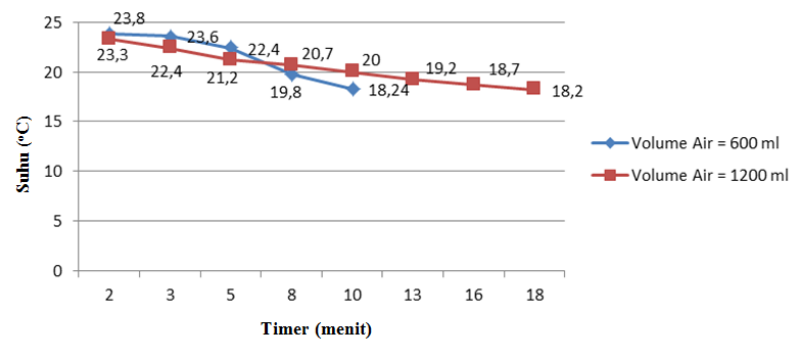
Dari data Tabel 4.1. hingga 4.4. diolah dan mendapat hasil analisis pada Tabel 4.8. hingga 4.11. Hasil analisis tersebut kemudian dibuat grafik perubahan suhu terhadap waktu dipengaruhi *volume* air dengan *setting* suhu 40°C, grafik tersebut seperti di bawah ini :

**Grafik Suhu Dipengaruhi Waktu Pemanasan Air**



Gambar 4.2. Grafik Suhu Terhadap Waktu Pemanasan dengan Suhu Setting 40°C

**Grafik Suhu Terhadap Waktu Pemanasan Air**



Gambar 4.3. Grafik Suhu Terhadap Waktu Pendinginan dengan Suhu Setting

18°C

Tabel 4.12. Hasil Analisis Waktu

Setting Timer (detik)	Rerata	Simpangan	Error (%)	STDV
60	58,6	1,4	2,3	1,09
120	118,6	1,4	1,16	1,92
180	178,4	1,6	0,89	1,09

Tabel 4.13. Hasil Analisis Suhu Saat Waktu Bekerja dengan setting suhu 40°C

Setting Timer (menit)	Suhu Setting (°C)	Rerata	Simpangan	Error (%)	STDV
2	40	41,04	-1,04	2,6	0,72
4		40,84	-0,84	2,1	1
5		40,4	-0,4	1	0,9
6		40,14	-0,14	0,35	0,67
8		39,76	0,24	0,6	0,5

Tabel 4.14. Hasil Analisis Suhu Saat Waktu Bekerja dengan setting suhu 18°C

Setting Timer (Menit)	Setting Suhu (°C)	Rerata	Simpangan	Error (%)	STDV
2	18	18,54	-0,54	3	0,1
4		18,72	-0,72	4	0,16
5		18,76	-0,76	4,2	0,22
6		18,82	-0,82	4,5	0,16
8		18,92	-0,92	5	0,16

## 4.5. Pembahasan

### 4.5.1. Kinerja Grafik Perubahan Suhu terhadap Waktu

Berdasarkan Gambar Grafik 4.1. dan 4.2. dapat diketahui bahwa besarnya *volume* air dalam *chamber* sangat mempengaruhi perubahan suhu dan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *setting*. *Chamber* yang berisi air 600 mililiter membutuhkan waktu yang relatif lebih cepat mencapai suhu *setting* dibandingkan dengan *chamber* yang berisi 1200 mililiter air yang membutuhkan waktu lebih lama.

Dilihat dari perbandingan kedua grafik tersebut dapat diketahui bahwa setting suhu 18°C membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai suhu setting dibandingkan dengan setting suhu 40°C, yaitu setting suhu 40°C



membutuhkan waktu 4 menit, sedangkan setting suhu 18°C membutuhkan waktu hingga 18 menit untuk mencapai suhu *setting*.

#### 4.5.2. Kinerja Pengendalian Suhu

Pada saat proses terapi dilakukan (waktu bekerja) akan terjadi kenaikan atau penurunan suhu air dalam *chamber*. Ketika suhu air dibawah atau diatas suhu *setting*, air dalam *chamber* tidak akan stabil sesuai suhu *setting*, dikarenakan saat telah mencapai suhu *setting relay* sebagai pengendali *driver heater* dan *peltier* akan otomatis mendapat logika *high* atau mematikan *driver* tersebut agar tidak terjadi konsleting didalam *chamber* ketika air digunakan untuk terapi.

Dari data tabel terdapat data pengukuran suhu yang masing-masing dilakukan sebanyak 5 kali. Pengukuran dilakukan menggunakan termometer air raksa, dimana saat melakukan pengukuran *timer* aktif. Setelah itu melakukan perhitungan dan hasilnya dimasukkan pada Tabel 4.13 dan 4.14.

Saat suhu *setting* 18°C dengan *timer* selama 2 menit memiliki rata-rata 18,54 dengan *error* 3%. Saat *timer* 4 menit rata-rata data suhu 18,72 dengan *error* 4%. Saat *timer* 5 menit rata-rata data 18,76 dengan *error* 4,2%. Saat *timer* 6 menit rata-rata data suhu 18,82 dengan *error* 4,5%. Saat *timer* 8 menit rata-rata data suhu 18,92 dengan *error* 5%

Saat suhu *setting* 40°C dengan *timer* 2 menit memiliki rata-rata data 41,04 dengan *error* 2,6%. Saat *timer* 4 menit rata-rata data 40,84 dengan *error* 2,1%. Saat *timer* 5 menit rata-rata data 40,4 dengan *error* 1%. Saat *timer* 6 menit rata-rata data 40,14 dengan *error* 0,35%. Saat *timer* 8 menit rata-rata data 39,76 dengan *error* 0,6%

### 4.5.3. Kinerja *Timer*

*Timer* akan bekerja apabila telah dilakukan pemilihan dan suhu telah tercapai, sehingga *timer* aktif menghitung lama waktu terapi yang diperlukan. Oleh sebab itu dilakukan pengukuran *timer* yang dibandingkan dengan *stopwatch*, sehingga diperoleh data pengukuran timer yang bisa dilihat pada Tabel 4.12, pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali. Selanjutnya dilakukan perhitungan dan data analisisnya dimasukkan pada Tabel 4.12. sehingga *timer* 60 detik rata-rata data 58,6 dengan *error* 2,3%. Selanjutnya *timer* selama 120 detik memiliki rata-rata data 118,6 dengan *error* 1,16%. Dan *timer* selama 180 detik memiliki rata-rata data 178,4 dengan *error* 0,89%.

### 4.5.4. Kelemahan/kekurangan Sistem

Kinerja elemen *peltier* kurang maksimal, dan tidak adanya saluran pembuangan air.

## 4.6. Standar Operasional Prosedur

Adapun langkah pengoperasian alat sebagai berikut :

1. Hubungkan kabel *power* ke tegangan PLN
2. Masukkan air kedalam *chamber* sesuai dengan kebutuhan
3. Hidupkan alat dengan menekan tombol *ON/OFF* ke posisi *ON*
4. Pilih mode suhu yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan pasien
5. Setelah memilih mode suhu, lakukan *setting* timer pada mode yang dipilih
6. Tekan tombol *start* untuk memulai proses pemanasan atau pendinginan air
7. Jika penggunaan alat telah selesai, matikan alat dengan menekan tombol *ON/OFF* ke posisi *OFF*

8. Kemudian lepas kabel *power* dari tegangan PLN.

#### 4.7. Perawatan / *Maintenance*

Adapun beberapa perawatan alat sebagai berikut :

1. Buang air didalam *chamber* setelah menggunakan alat
2. Bersihkan alat setelah pemakaian alat.
3. Tempatkan alat pada suhu ruang

#### 4.8. *Trouble Shooting*

Adapun beberapa *trouble shooting* alat dapat dilihat pada Tabel 4.15 sebagai berikut :

Tabel 4.15. *Trouble Shooting* Alat

NO	Masalah	Penyebab	Tindakan
1	Alat tidak bisa dihidupkan	Tegangan tidak masuk ke alat	Cek kabel power dan konektor kabel power
2	<i>Heater</i> tidak memanaskan air tetapi alat hidup	Konektor <i>heater</i> rusak atau <i>relay</i> rusak	Cek konektor dan kabel atau ganti dengan yang baru
3	<i>Peltier</i> tidak mendinginkan air tetapi alat hidup	Konektor <i>peltier</i> rusak atau <i>relay</i> rusak	Cek konektor dan kabel atau ganti dengan yang baru