

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Spesifikasi Alat

Alat terapi ini menggunakan modul pemanas yang berisikan *filament* pemanas yang berupa lilitan kawat nikelin yang diberi tegangan sehingga menghasilkan panas kemudian panas tersebut dihembuskan oleh kipas motor DC melalui selang menuju ke bantal yang akan digunakan pasien. Bantal yang digunakan berbahan dasar dakron yang memiliki daya fleksibilitas yang baik serta bahannya yang ringan sehingga aman digunakan untuk kulit tubuh. Alat ini sudah dikembangkan dengan adanya kontrol untuk memberikan *safety* pengguna dalam menjalani terapi tersebut karena dilengkapi *sensor* suhu dan terdapat *timer* yang berjalan dengan tujuan agar dapat memberikan suatu informasi beberapa suhu dan waktu yang telah dicapai agar terapi dapat digunakan sesuai prosedur kesehatan.



Gambar 4.1 Alat yang dibuat

Spesifikasi pada bantal terapi ini diantara lain adalah:

Nama Alat : Bantal Terapi Sendi Otot dengan Udara Panas Berbasis

Mikrokontroler ATmega16

*Display* : LCD karakter 16x2

Tegangan : 220 V

Frekuensi : 50-60 Hz

Sensor : IC LM35

Suhu atur : 40°C dan 43°C

Waktu atur : 5 menit, 10 menit, 15 menit, dan 20 menit

Ketika alat dalam keadaan menyala atau aktif maka *power supply* akan memberikan tegangan keseluruh rangkaian. Kemudian setelah semua rangkaian mendapat tegangan dari *power supply*, termasuk sensor suhu LM35, Maka IC LM35 akan mulai mendeteksi adanya suhu panas yang terdapat pada bantal. Jika terdapat panas yang diterima *sensor*, maka *outputan sensor* yang berupa tegangan akan masuk ke rangkaian *minimum sistem microcontroller*. Tegangan yang masuk ke *minimum sistem* kemudian akan diproses menggunakan program ADC (*Analog To Digital Converter*) yang berfungsi sebagai pembaca tegangan yang masuk, di dalam ADC tegangan analog diubah menjadi digital yang nantinya akan di program dan di beri perintah di dalam ATmega16 kemudian akan di tampilkan ke LCD dalam bentuk suhu. Pada rangkaian *minimum sistem* tegangan yang masuk ke ADC yaitu pada *PINA0* kemudian akan diproses untuk dikeluarkan pada *Port* yang telah ditentukan. Pada rangkaian ini *PortA1* diatur sebagai

keluaran dari rangkaian *minimum sistem*. Keluaran pada *PortA1* akan digunakan untuk menghidupkan dan mematikan modul pemanas sesuai batas ambang *sensor* suhu LM35 ditentukan selama *timer* yang dibutuhkan melalui *microcontroller*.

Beberapa Standar Operasional Prosedur Bantal terapi ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan meletakkan pada ruangan yang nyaman untuk melakukan terapi.
2. Menyalakan alat dengan menekan saklar *on*.
3. Setelah tampilan pada LCD muncul, mengatur pilihan suhu dan waktu yang akan di pakai.
4. Setelah pemilihan suhu, kemudian menekan tombol *setting* untuk beralih ke pemilihan waktu.
5. Untuk menaikkan suhu yang akan dipakai tekan tombol *up* pada tombol dan tombol *down* untuk menurunkan suhu atau waktu yang akan dipilih.
6. Jika semua sudah sesuai dengan pemilihan yang dipilih, proses terapi dimulai dengan menekan tombol *start*.
7. Meletakkan bantal di area yang akan diterapi.
8. Jika ingin menghentikan proses terapi dapat menekan tombol *start/stop*.
9. Jika ingin melanjutkan proses terapi tekan kembali tombol *start/stop*.
10. Jika waktu sudah tercapai dan proses terapi selesai, selanjutnya matikan alat dengan menekan tombol *off* pada saklar.
11. merapikan dan menyimpan alat di tempat yang aman.

## 4.2. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat kesalahan dan ketepatan alat yang diuji. Pada bantal ini pengujian dilakukan dengan menguji ketepatan pembacaan suhu pada sensor LM35 dan ketepatan timer pada alat ini. Pada pengujian ini dilakukan dengan *thermometer digital*. Berikut adalah hasil dari pengujian yang telah dilakukan:

### 4.2.1 Pengujian Sensor Suhu LM35 pada Suhu 36°C - 45°C

Tabel 4.1 Pengukuran Sensor Suhu LM35 pada Suhu 36°C - 45°C

| NO | Suhu <i>thermometer</i> digital (°C) | Suhu LM35 (°C) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|----|--------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------|
| 1  | 36,9                                 | 36,7           | 0,2          | 0,55                        |
| 2  | 37,6                                 | 37,1           | 0,5          | 1,32                        |
| 3  | 38,3                                 | 38,1           | 0,2          | 0,52                        |
| 4  | 39,5                                 | 39,6           | 0,1          | 0,25                        |
| 5  | 40,2                                 | 40,6           | 0,4          | 0,99                        |
| 6  | 41,3                                 | 41,5           | 0,2          | 0,48                        |
| 7  | 42,6                                 | 42,0           | 0,4          | 0,95                        |
| 8  | 43,4                                 | 43,0           | 0,4          | 0,93                        |
| 9  | 44,3                                 | 44,5           | 0,1          | 0,22                        |
| 10 | 45,1                                 | 45,5           | 0,4          | 0,88                        |
| 11 | 45,9                                 | 46,6           | 0,7          | 1,52                        |
| 12 | 44,0                                 | 44,2           | 0,2          | 0,45                        |
| 13 | 43,0                                 | 43,3           | 0,3          | 0,69                        |
| 14 | 42,9                                 | 42,5           | 0,4          | 0,93                        |
| 15 | 41,6                                 | 42,1           | 0,5          | 1,20                        |
| 16 | 40,6                                 | 40,9           | 0,3          | 0,73                        |
| 17 | 39,6                                 | 39,3           | 0,3          | 0,75                        |
| 18 | 38,6                                 | 39,0           | 0,4          | 1,36                        |
| 19 | 37,1                                 | 37,1           | 0            | 0                           |

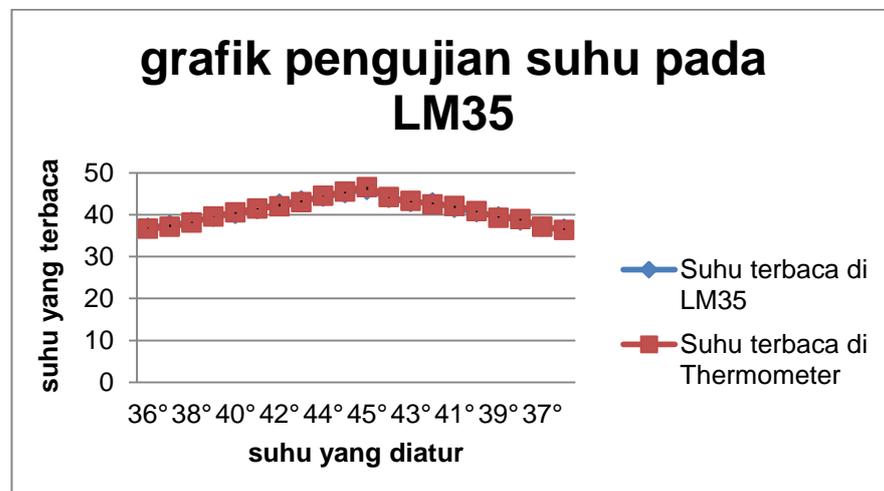
Berlanjut

Lanjutan

| NO                                  | Suhu <i>thermometer</i> digital (°C) | Suhu LM35 (°C) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------|
| 20                                  | 36,7                                 | 36,4           | 0,3          | 0,75                        |
| Rata-rata <i>error</i>              |                                      |                | 0,37         |                             |
| Rata-rata presentase <i>error</i> % |                                      |                | 0,79%        |                             |

Setelah dilakukan pengujian pada LM35 diperoleh data pada Tabel 4.1 yang mendapatkan rata-rata *error* 0,37 derajat dan rata-rata presentase *error* 0,79% yang berarti IC LM35 dapat digunakan dengan baik karena kesalahan masih dalam batas toleransi yaitu 0,5 derajat *celcius*.

Gambar 4.2 menunjukkan grafik pengujian dari sensor LM35 :



Gambar 4.2 Grafik Pengujian Sensor LM35

Pada gambar 4.2 dapat dilihat perbandingan pengaturan suhu terendah sampai tertinggi dan sebaliknya, dari hasil data di atas terdapat absolut yang tidak terlalu besar, perubahan kenaikan dan penurunan nilai

suhu pada modul TA mendekati sama dengan nilai suhu yang ditampilkan oleh pembanding. Absolut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: terpengaruh oleh suhu ruangan, perubahan nilai suhu yang terlalu cepat. Dan nilai toleransi sensor suhu LM35 adalah 0,5 derajat, jadi hasil data pengukuran masih berada di batas toleransi.

#### 4.1.2 Pengujian Pada Suhu Pengaturan 40 Derajat *Celcius*.

Tabel 4.2 Pengujian Suhu dengan Pengaturan 40 derajat *Celcius*.

| No             | Suhu Modul TA (°C) | Suhu DPM4 (°C) | Error | Presentase Error (%) |
|----------------|--------------------|----------------|-------|----------------------|
| 1 <sup>b</sup> | 40,1               | 40,6           | 0,5   | 1,25                 |
| 2 <sub>1</sub> | 40,1               | 40,6           | 0,5   | 1,25                 |
| 3              | 40,8               | 40,7           | 0,1   | 0,25                 |
| 4 <sup>4</sup> | 40,7               | 41,2           | 0,5   | 1,25                 |
| 5              | 40,5               | 40,6           | 0,1   | 0,25                 |
| 6              | 40,1               | 40,0           | 0,1   | 0,25                 |
| 7              | 40,9               | 40,6           | 0,2   | 0,5                  |
| 8              | 40,1               | 40,6           | 0,5   | 1,25                 |
| 9              | 40,1               | 40,3           | 0,2   | 0,5                  |
| 10             | 40,4               | 40,1           | 0,3   | 1,5                  |
| 11             | 40,9               | 40,6           | 0,3   | 0,75                 |
| 12             | 40,4               | 40,5           | 0,1   | 0,25                 |
| 13             | 40,1               | 40,6           | 0,5   | 1,25                 |
| 14             | 40,9               | 40,6           | 0,3   | 0,75                 |
| 15             | 40,3               | 40,5           | 0,2   | 1,25                 |
| 16             | 40,1               | 40,7           | 0,6   | 1,50                 |
| 17             | 40,1               | 40,6           | 0,5   | 1,25                 |

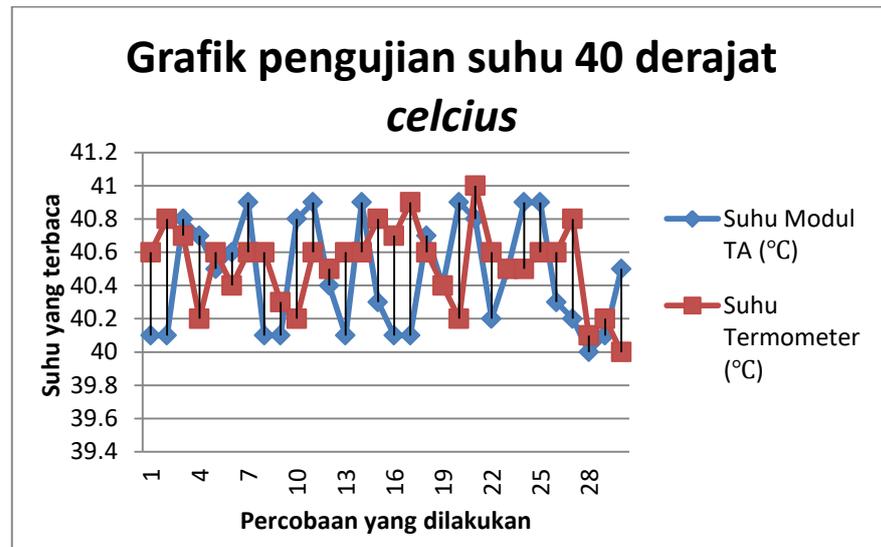
B Berlanjut

Lanjutan

| NO                          | Suhu Modul<br>TA (°C) | Suhu<br>Thermometer<br>(°C) | <i>Error</i> | Presentase<br><i>Error (%)</i> |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------|
| 18                          | 40,7                  | 40,6                        | 0,1          | 0,25                           |
| 19                          | 40,4                  | 40,4                        | 0            | 0                              |
| 20                          | 40,9                  | 40,2                        | 0,7          | 1,75                           |
| 21                          | 40,8                  | 41,0                        | 0,2          | 0,50                           |
| 22                          | 40,2                  | 40,6                        | 0,4          | 1,00                           |
| 23                          | 40,5                  | 40,5                        | 0            | 0                              |
| 24                          | 40,9                  | 40,5                        | 0,4          | 1,00                           |
| 25                          | 40,9                  | 40,6                        | 0,3          | 0,75                           |
| 26                          | 40,3                  | 40,6                        | 0,3          | 0,75                           |
| 27                          | 40,2                  | 40,8                        | 0,4          | 1,00                           |
| 28                          | 40,0                  | 40,1                        | 0,1          | 0,25                           |
| 29                          | 40,1                  | 40,2                        | 0,1          | 0,25                           |
| 30                          | 40,5                  | 40,0                        | 0            | 0                              |
| Rata-rata suhu              |                       |                             | 40,45        |                                |
| Rata-rata <i>error</i>      |                       |                             | 0,45         |                                |
| Presentase <i>error (%)</i> |                       |                             | 1,12%        |                                |

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas, pada saat suhu di *setting* 40°C, rata-rata yang didapat dari 30 kali pengambilan data yaitu 40,45°C, kemudian memiliki rata-rata *error* sebesar 0,45 dengan presentase *error* 1,12%. Nilai toleransi sensor suhu LM35 adalah 0,5 derajat, jadi hasil data pengukuran masih berada di batas toleransi.

Gambar 4.3 menunjukkan grafik suhu pada pengaturan 40 derajat :



Gambar 4.3 Grafik Suhu Modul TA dan Suhu *Thermometer*

Pada Gambar 4.3 menunjukkan grafik dari pengujian suhu 40 derajat, dapat dilihat suhu pada modul TA hampir sama dengan suhu yang terbaca pada *thermometer*. Suhu rata-rata masih berada pada 40 derajat, hanya berbeda pada angka dibelakang koma yang masih masuk kedalam toleransi karena kesalahan dibawah 0,5 derajat *celcius*.

#### 4.1.2 Pengujian Suhu pada pengaturan 43 Derajat *Celcius*

Tabel 4.3 Pengujian Suhu Pengaturan 43 Derajat *Celcius*:

| NO | Suhu Modul TA (°C) | Suhu Thermometer (°C) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|----|--------------------|-----------------------|--------------|-----------------------------|
| 1  | 43,3               | 43,3                  | 0            | 0%                          |
| 2  | 43,3               | 43,8                  | 0,5          | 1,16                        |
| 3  | 43,6               | 43,5                  | 0,1          | 0,23                        |
| 4  | 43,4               | 43,1                  | 0,3          | 0,69                        |
| 5  | 43,7               | 43,1                  | 0,6          | 1,39                        |
| 6  | 43,8               | 43,2                  | 0,6          | 1,39                        |
| 7  | 43,2               | 43,2                  | 0            | 0                           |

Berlanjut

Lanjutan

| NO                      | Suhu Modul<br>TA (°C) | Suhu<br>Thermometer<br>(°C) | <i>Error</i> | Presentase<br><i>Error</i> (%) |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------|
| 8                       | 43,1                  | 43,3                        | 0,2          | 0,46                           |
| 9                       | 43,1                  | 43,6                        | 0,5          | 1,16                           |
| 10                      | 43,2                  | 43,6                        | 0,4          | 0,93                           |
| 11                      | 43,3                  | 43,6                        | 0,3          | 0,69                           |
| 12                      | 43,3                  | 43,6                        | 0,3          | 0,69                           |
| 13                      | 43,4                  | 43,2                        | 0,2          | 0,46                           |
| 14                      | 43,6                  | 43,6                        | 0            | 0                              |
| 15                      | 43,6                  | 43,1                        | 0,5          | 1,16                           |
| 16                      | 43,1                  | 43,1                        | 0            | 0                              |
| 17                      | 43,1                  | 43,2                        | 0,1          | 0,23                           |
| 18                      | 43,8                  | 43,3                        | 0,5          | 1,16                           |
| 19                      | 43,2                  | 43,2                        | 0            | 0                              |
| 20                      | 43,4                  | 43,3                        | 0,1          | 0,23                           |
| 21                      | 43,4                  | 43,2                        | 0,2          | 0,46                           |
| 22                      | 43,7                  | 43,3                        | 0,4          | 0,93                           |
| 23                      | 43,6                  | 43,3                        | 0,3          | 0,69                           |
| 24                      | 43,6                  | 43,6                        | 0            | 0                              |
| 25                      | 43,7                  | 43,8                        | 0,1          | 0,23                           |
| 26                      | 43,2                  | 42,5                        | 0,3          | 0,69                           |
| 27                      | 43,9                  | 43,3                        | 0,7          | 1,62                           |
| 28                      | 43,0                  | 43,7                        | 0,7          | 1,62                           |
| 29                      | 43,2                  | 43,6                        | 0,4          | 0,93                           |
| 30                      | 43,7                  | 43,4                        | 0,3          | 0,69                           |
| Rata-Rata Suhu Modul TA |                       |                             | 43,35        |                                |

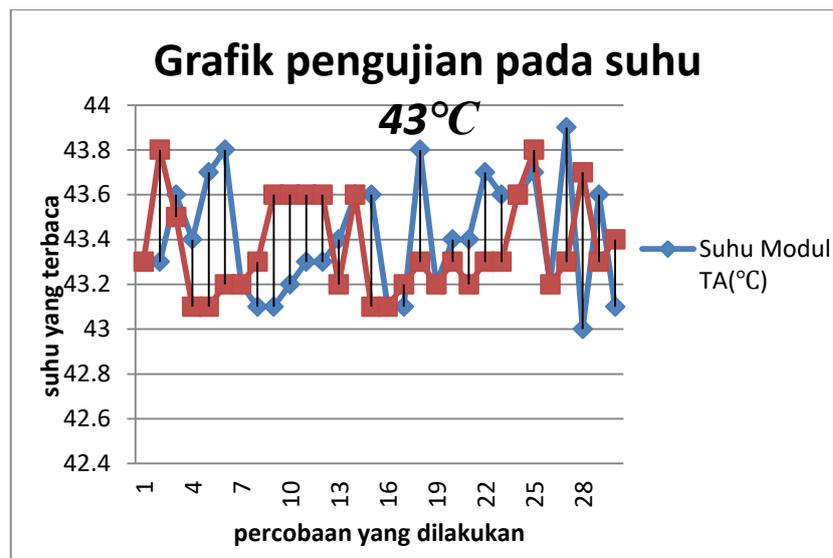
Berlanjut

Lanjutan

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| <i>Error</i>             | 0,35  |
| Presentase kesalahan (%) | 0,81% |

Berdasarkan Tabel 4.7, Pada saat suhu di *setting* 43°C, rata-rata yang didapat dari 30 kali pengambilan data yaitu 43,35 °C, kemudian memiliki *error* sebesar 0,35 dengan nilai presentase *error* 0,81%. Nilai toleransi sensor suhu LM35 adalah 0,5 derajat, jadi hasil data pengukuran masih berada di batas toleransi.

Gambar 4.4 menunjukkan grafik pengujian suhu 43 derajat *celcius*:



Gambar 4.4 Grafik pengujian suhu pegaturan 43 derajat *celcius*

Pada Gambar 4.4 menunjukkan grafik dari pengujian suhu 43 derajat, dapat dilihat suhu pada modul TA hampir sama dengan suhu yang terbaca pada *thermometer*. Suhu rata-rata masih berada pada 43 derajat, hanya berbeda pada angka dibelakang koma yang masih masuk kedalam toleransi karena kesalahan dibawah 0,5 derajat *celcius*.

4.1.3 Pengujian *Timer* dengan Waktu 300 Detik (5 menit) pada Suhu 40 °CTabel 4.4 Pengujian *Timer* dengan Waktu 300 Detik (5 menit)

| No                          | Data <i>Timer</i><br>(Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|-----------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 1                           | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 2                           | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 3                           | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 4                           | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 5                           | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 6                           | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 7                           | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 8                           | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 9                           | 300 detik                    | 0            | 1                           |
| 10                          | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 11                          | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 12                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 13                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 14                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 15                          | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 16                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 17                          | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 18                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 19                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 20                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 21                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 22                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 23                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 24                          | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 25                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 26                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 27                          | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 28                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 29                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 30                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| Rata-rata                   |                              |              | 300,3 detik                 |
| <i>Error</i>                |                              |              | 0,3                         |
| Presentase <i>error</i> (%) |                              |              | 0,01%                       |

Dari hasil Tabel 4.4, pengukuran timer dengan waktu 300 detik didapatkan rata-rata yaitu 300,3 detik, kemudian memiliki *error* sebesar

0,3 dan presentase *error* 0,01%. Hasil data pengukuran masih berada di batas toleransi karena memiliki presentase *error* yang masih berada di dibawah toleransi yaitu 5%.

#### 4.1.4 Pengukuran *Timer* 600 Detik (10 menit) pada Suhu 40 °C

Tabel 4.5 Pengukuran *Timer* 600 Detik (10 menit)

| No                          | Data <i>Timer</i><br>(Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|-----------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 1                           | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 2                           | 598 detik                    | 2            | 0,33                        |
| 3                           | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 4                           | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 5                           | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 6                           | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 7                           | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 8                           | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 9                           | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 10                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 11                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 12                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 14                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 15                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 16                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 17                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 18                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 19                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 20                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 21                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 22                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 23                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 24                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 25                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 26                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 27                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 28                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 29                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 30                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| Rata-rata                   |                              |              | 600,3 detik                 |
| <i>Error</i>                |                              |              | 0,3                         |
| Presentase <i>error</i> (%) |                              |              | 0,05%                       |

Dari hasil Tabel 4.5, pengukuran timer dengan waktu 600 detik didapatkan rata-rata yaitu 600,3 detik, kemudian memiliki *error* sebesar 0,3 dan presentase *error* 0,05%. Hasil data pengukuran masih berada di batas toleransi karena memiliki presentase *error* yang masih berada di dibawah toleransi yaitu 5%.

#### 4.1.5 Pengukuran *Timer* Waktu 900 Detik (15 menit) pada Suhu 40°C

Tabel 4.6. Pengujian *Timer* dengan Waktu 900 Detik.

| No | Data <i>Timer</i> (Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|----|---------------------------|--------------|-----------------------------|
| 1  | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 2  | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 3  | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 4  | 902 detik                 | 2            | 0,22                        |
| 5  | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 6  | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 7  | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 8  | 902 detik                 | 2            | 0,22                        |
| 9  | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 10 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 11 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 12 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 13 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 14 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 15 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 16 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 17 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 18 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 19 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 20 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 21 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 22 | 902 detik                 | 2            | 0,22                        |
| 23 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 24 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 25 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 26 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 27 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |

Berlanjut

Lanjutan

| No                          | Data <i>Timer</i><br>(Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|-----------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 28                          | 900 detik                    | 0            | 0                           |
| 29                          | 900 detik                    | 0            | 0                           |
| 30                          | 900 detik                    | 0            | 0                           |
| Rata-rata                   |                              |              | 900,5                       |
| <i>Error</i>                |                              |              | 0,5                         |
| Presentase <i>error</i> (%) |                              |              | 0,05%                       |

Dari hasil Tabel 4.6, pengukuran timer pada modul TA dan timer *stopwatch* dengan waktu 900 detik didapatkan rata-rata yaitu 900,5 detik, kemudian memiliki *error* 0,5 dan presentase *error* 0,5%. Hasil data pengukuran masih berada di batas toleransi karena memiliki presentase *error* yang masih berada di dibawah toleransi yaitu 5%. Pengukuran *Timer* 1200 Detik (20 menit) pada Suhu 40°C

Tabel 4.7 Pengukuran *Timer* dengan Waktu 1200 Detik

| No | Data <i>Timer</i><br>(Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|----|------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 1  | 1200                         | 0            | 0                           |
| 2  | 1202                         | 2            | 0,16                        |
| 3  | 1201                         | 1            | 0,08                        |
| 4  | 1200                         | 0            | 0                           |
| 5  | 1200                         | 0            | 0                           |
| 6  | 1202                         | 2            | 0,16                        |
| 7  | 1200                         | 0            | 0                           |
| 8  | 1200                         | 0            | 0                           |
| 9  | 1201                         | 1            | 0,08                        |
| 10 | 1200                         | 0            | 0                           |
| 11 | 1201                         | 1            | 0,08                        |
| 12 | 1200                         | 0            | 0                           |
| 13 | 1201                         | 1            | 0,08                        |
| 14 | 1200                         | 0            | 0                           |
| 15 | 1201                         | 1            | 0,08                        |
| 16 | 1202                         | 2            | 0,16                        |

Berlanjut

Lanjutan

| No                          | Data <i>Timer</i><br>(Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|-----------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 17                          | 1200                         | 0            | 0                           |
| 18                          | 1200                         | 0            | 0                           |
| 19                          | 1201                         | 1            | 0,08                        |
| 20                          | 1200                         | 0            | 0                           |
| 21                          | 1202                         | 2            | 0,16                        |
| 22                          | 1201                         | 1            | 0,08                        |
| 23                          | 1200                         | 0            | 0                           |
| 24                          | 1200                         | 0            | 0                           |
| 25                          | 1200                         | 0            | 0                           |
| 26                          | 1201                         | 1            | 0,08                        |
| 27                          | 1200                         | 0            | 0                           |
| 28                          | 1200                         | 0            | 0                           |
| 29                          | 1201                         | 1            | 0,08                        |
| 30                          | 1202                         | 2            | 0,16                        |
| Rata-rata                   |                              |              | 1200,6                      |
| <i>Error</i>                |                              |              | 0,6                         |
| Presentase <i>error</i> (%) |                              |              | 0,05%                       |

Dari hasil Tabel 4.7, pengukuran timer pada modul TA dan timer *stopwatch* dengan waktu 1200 detik didapatkan rata-rata yaitu 1200,6 detik, kemudian memiliki *error* sebesar 0,6 dan presentase *error* 0,05%. Hasil data pengukuran masih berada di batas toleransi karena memiliki presentase *error* yang masih berada di dibawah toleransi yaitu 5%.

#### 4.1.6 Pengukuran *Timer* 300 Detik (5 menit) pada Suhu 43°C.

Tabel Tabel 4.8 Pengukuran *Timer* dengan Waktu 300 Detik.

| No | Data <i>Timer</i><br>(Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|----|------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 1  | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 2  | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 3  | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 4  | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 5  | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 6  | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |

Berlanjut

Lanjutan

| No                          | Data <i>Timer</i><br>(Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|-----------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 6                           | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 7                           | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 8                           | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 9                           | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 10                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 11                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 12                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 13                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 14                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 15                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 16                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 17                          | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 18                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 19                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 20                          | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 21                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 22                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 23                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 24                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 25                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 26                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 27                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 28                          | 301 detik                    | 1            | 0,33                        |
| 29                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| 30                          | 300 detik                    | 0            | 0                           |
| Rata-rata                   |                              |              | 300,1 detik                 |
| <i>Error</i>                |                              |              | 0,1                         |
| Presentase <i>error</i> (%) |                              |              | 0,03%                       |

Dari hasil Tabel 4.8, pengukuran timer pada modul TA dan timer *stopwatch* dengan waktu 300 detik didapatkan rata-rata yaitu 300,1 detik, kemudian memiliki *error* sebesar 0,1 dan presentase *error* 0,03%. Hasil data pengukuran masih berada di batas toleransi karena memiliki presentase *error* yang masih berada di dibawah toleransi yaitu 5%.

4.1.7 Pengukuran *Timer* 600 Detik (10 menit) pada Suhu 43°C.Tabel 4.9 Pengukuran *Timer* dengan Waktu 600 Detik.

| No                          | Data <i>Timer</i><br>(Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|-----------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 1                           | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 2                           | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 3                           | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 4                           | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 5                           | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 6                           | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 7                           | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 8                           | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 9                           | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 10                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 11                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 12                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 13                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 14                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 15                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 16                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 17                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 18                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 19                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 20                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 21                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 22                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 23                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 24                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 25                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 26                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 27                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 28                          | 601 detik                    | 1            | 0,16                        |
| 29                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| 30                          | 600 detik                    | 0            | 0                           |
| Rata-rata                   |                              |              | 600,3 detik                 |
| <i>Error</i>                |                              |              | 0,3                         |
| Presentase <i>error</i> (%) |                              |              | 0,05%                       |

Dari hasil Tabel 4.9, pengukuran timer pada modul TA dan timer *stopwatch* dengan waktu 600 detik didapatkan rata-rata yaitu 600,3 detik,

kemudian memiliki *error* sebesar 0,3 dan presentase *error* 0,05%. Hasil data pengukuran masih berada di batas toleransi karena memiliki presentase *error* yang masih berada di dibawah toleransi yaitu 5%.

#### 4.1.8 Pengukuran *Timer* dengan Waktu 900 Detik (15 menit) pada Suhu 43°C.

Tabel 4.10. *Timer* dengan Waktu 900 Detik.

| No | Data <i>Timer</i> (Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|----|---------------------------|--------------|-----------------------------|
| 1  | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 2  | 902 detik                 | 2            | 0,22                        |
| 3  | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 4  | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 5  | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 6  | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 7  | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 8  | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 9  | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 10 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 11 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 12 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 13 | 902 detik                 | 2            | 0,22                        |
| 14 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 15 | 902 detik                 | 2            | 0,22                        |
| 16 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 17 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 18 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 19 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 20 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 21 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 22 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 23 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 24 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 25 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 26 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |
| 27 | 902 detik                 | 2            | 0,22                        |
| 28 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 29 | 900 detik                 | 0            | 0                           |
| 30 | 901 detik                 | 1            | 0,11                        |

Berlanjut

Lanjutan

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| Rata-rata                   | 900,5 detik |
| <i>Error</i>                | 0,5         |
| Presentase <i>error</i> (%) | 0,05%       |

Dari hasil Tabel 4.10, pengukuran timer pada modul TA dan timer *stopwatch* dengan waktu 900 detik didapatkan rata-rata yaitu 900,5 detik, kemudian *error* sebesar 0,5 dan presentase *error* 0,05%. Hasil data pengukuran masih berada di batas toleransi karena memiliki presentase *error* yang masih berada di dibawah toleransi yaitu 5%.

#### 4.1.9 Pengukuran *Timer* dengan Waktu 1200 Detik (20 menit) pada Suhu 43°C.

Tabel 4.11 Pengukuran *Timer* dengan Waktu 1200 Detik

| No | Data <i>Timer</i> (Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|----|---------------------------|--------------|-----------------------------|
| 1  | 1200 detik                | 0            | 0                           |
| 2  | 1201 detik                | 1            | 0,08                        |
| 3  | 1200 detik                | 0            | 0                           |
| 4  | 1200 detik                | 0            | 0                           |
| 5  | 1202 detik                | 2            | 0,16                        |
| 6  | 1201 detik                | 1            | 0,08                        |
| 7  | 1200 detik                | 0            | 0                           |
| 8  | 1202 detik                | 2            | 0,16                        |
| 9  | 1201 detik                | 1            | 0,08                        |
| 10 | 1201 detik                | 1            | 0,08                        |
| 11 | 1200 detik                | 0            | 0                           |
| 12 | 1202 detik                | 2            | 0,16                        |
| 13 | 1200 detik                | 0            | 0                           |
| 14 | 1200 detik                | 0            | 0                           |
| 15 | 1202 detik                | 2            | 0,16                        |
| 16 | 1200 detik                | 0            | 0                           |
| 17 | 1201 detik                | 1            | 0,08                        |
| 18 | 1200 detik                | 0            | 0                           |
| 19 | 1201 detik                | 1            | 0,08                        |
| 20 | 1200 detik                | 0            | 0                           |
| 21 | 1200 detik                | 0            | 0                           |
| 22 | 1201 detik                | 1            | 0,8                         |

Berlanjut

Lanjutan

| No                        | Data <i>Timer</i><br>(Detik) | <i>Error</i> | Presentase <i>Error</i> (%) |
|---------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|
| 23                        | 1201 detik                   | 1            | 0,8                         |
| 24                        | 1200 detik                   | 0            | 0                           |
| 25                        | 1201 detik                   | 1            | 0,08                        |
| 26                        | 1202 detik                   | 2            | 0,16                        |
| 27                        | 1200 detik                   | 0            | 0                           |
| 28                        | 1200 detik                   | 0            | 0                           |
| 29                        | 1201 detik                   | 1            | 0,08                        |
| 30                        | 1200 detik                   | 0            | 0                           |
| Rata-rata                 |                              |              | 1200,6 detik                |
| <i>Error</i>              |                              |              | 0,6                         |
| Presentase <i>error</i> % |                              |              | 0,05%                       |

Dari hasil Tabel 4.11, pengukuran timer pada modul TA dan timer *stopwatch* dengan waktu 1200 detik didapatkan rata-rata yaitu 1200,6 detik, kemudian memiliki error sebesar 0,6 dan presentase *error* 0,5%. Hasil data pengukuran masih berada di batas toleransi karena memiliki presentase *error* yang masih berada di dibawah toleransi yaitu 5%.

#### 4.1.10 Pengukuran kebisingan alat dengan sound level meter.

Tabel 4.12 pengukuran kebisingan alat dengan sound level meter.

| No | Letak pengukuran              | Kebisingan |
|----|-------------------------------|------------|
| 1  | Box alat                      | 71,2 db    |
| 2  | Selang penghantar udara panas | 67,6 db    |
| 3  | Bantal                        | 65,4 db    |

Dari hasil Tabel 4.12, diperoleh kebisingan sebesar 71,2 db pada box alat, 67,6 pada selang penghantar db dan 65,4 db pada bantal. Hasil pengukuran masih di batas aman dan dapat digunakan karena kebisingan yang dihasilkan masih dibawah toleransi yaitu 75 desibel.