

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Spesifikasi Alat

Alat terapi ini menggunakan heater kering berjenis *fibric* yang elastis dan di bungkus dengan busa, pasir kuarsa, dan kain penutup untuk memberi isolator terhadap kulit manusia agar tidak langsung terkena kulit manusia. Alat ini juga sudah dikembangkan menggunakan kontrol untuk memberikan *safety* pengguna dalam menjalani terapi tersebut dilengkapi juga *sensor* suhu dan *timer* agar lebih bisa memberikan suatu informasi beberapa suhu saat bekerja alat tersebut di batasi juga dengan *timer* agar terapi dapat digunakan sesuai prosedur kesehatan.

Nama Alat : *Bantal Terapi Panas Menggunakan Sensor Suhu dan Timer
Pengendali Berbasis Microcontroller ATmega16*

Tegangan : 220 V

Frekuensi : 50-60 Hz

Daya : 30 Watt

4.2. Gambar Alat

Untuk gambar alat dapat dilihat pada gambar 4.1. dibawah ini:



Gambar 4.1. Modul Alat Tugas Akhir

4.3. Cara Kerja Alat

Ketika alat *on* maka *power supply* akan memberikan tegangan ke setiap blok rangkaian yang ada pada modul ini. Setelah semua blok rangkaian sudah mendapat *supply* tegangan dari *powersupply*, termasuk pada rangkaian *sensor*. Maka *sensor* akan mulai mendeteksi adanya panas. Apabila terdapat panas yang diterima *sensor*, maka keluaran *sensor* yang berupa tegangan akan masuk ke rangkaian *minimum sistem microcontroller*. Tegangan yang masuk ke *minimum sistem* akan diproses dengan program *ADC* sebagai pembaca tegangan yang masuk.

Di rangkaian *minimum sistem* tegangan yang masuk ke *ADC* akan diproses untuk dikeluarkan pada *Port* yang telah ditentukan. Pada modul ini *PortD* diatur sebagai keluaran dari rangkaian *minimum sistem*. Keluaran pada

PortD akan digunakan sebagai *trigger* untuk menyalakan melalui rangkaian *driver*. Tegangan keluaran pada *Port D* yang digunakan sebagai menyalakan *heater* sesuai batas ambang *sensor* suhu LM35 ditentukan selama *timer* yang dibutuhkan melalui *microcontroller*. Setelah waktu tercapai maka *heater* akan mati, lalu *buzzer* berbunyi tanda kerja alat sudah selesai.

4.4. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang penulis gunakan adalah jenis penelitian eksperimental, artinya meneliti, mencari, menjelaskan, dan membuat suatu instrument dimana instrument ini dapat langsung dipergunakan oleh pengguna. *Variabel* yang diteliti dan diamati pada berapa panas *heater* ini menggunakan LM35 sebagai *sensornya*.

4.5. Variabel Penelitian

4.5.1. Variabel Bebas

Sebagai *variabel* bebas merupakan munculnya *variabel* terikat, dan menjadi *variabel* bebas dalam pembuatan alat ini adalah *Heater*.

4.5.2. Variabel Tergantung

Sebagai *variabel* tergantung yaitu *sensor* suhu akan bekerja tergantung pada *Heater* yang memanaskan.

4.5.3. Variabel Terkendali

Variabel terkendali yaitu *LCD* dan *Monitoring Timer* dan *Suhu* menggunakan *IC Mikrokontroller (ATMega 16)*.

4.6. Definisi Oprasional

Dalam kegiatan operasionalnya, *varaiabel-variabel* yang digunakan dalam perencanaan pembuatan modul, baik *variabel* terkendali, tergantung dan bebas memiliki fungsi-fungsi antara lain:

1. *Sensorsuhu LM35* digunakan sebagai *sensor* adanya panas untuk dilakukanya penegendali panas.
2. *Heater* digunakan sebagai pemanas.

4.7. Sistematika Pengukuran

4.7.1. Rata-rata

Rata – rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata – Rata } (\bar{X}) = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots(4-1)$$

Dimana :

$$\bar{X} = \text{rata – rata}$$

$$\sum Xi = \text{Jumlah nilai data}$$

$$n = \text{Banyak data}$$

$$(1,2,3,\dots,n)$$

4.7.2. Simpangan %

Simpangan adalah selisih dari rata-rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan :

$$\text{Simpangan} = Y - \bar{x} \quad \dots\dots\dots(4-2)$$

Dimana :

Y = suhu *setting*

\bar{X} = rerata

4.7.3. Error (%)

Error (kesalahan) adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data. Rumus *error* adalah:

$$\text{Error}\% = \left(\frac{\text{DataSetting} - \text{Rerata}}{\text{Datasetting}} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(43)$$

4.7.4. Standart deviasi

Standart deviasi adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran *standart* penyimpangan dari *mean*.

Rumus *standart deviasi* (SD) adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad \dots\dots\dots(4-4)$$

Dimana :

SD = *standart Deviasi*

\bar{X} = nilai yang dikehendaki

n = banyak data

4.7.5. Ketidakpastian (U_a)

Ketidakpastian adalah kesangsian yang muncul pada tiap hasil. Atau pengukuran biasa disebut, sebagai kepresisian data satu dengan data yang lain.

Rumus dari ketidakpastian adalah sebagai berikut:

$$\text{Ketidakpastian} = \frac{stdv}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(4-5)$$

Dimana :

$STDV$ = *Standar Deviasi*

n = banyaknya data

4.8. Persiapan Bahan

Adapun komponen-komponen penting dalam pembuatan modul ini antara lain:

1. *Buzzer*
2. *Element Panas*
3. Ic Atmega 16
4. *MOC3041*
5. *Sensor suhu LM35*

6. *Crystal* 16 MHz

4.9. Peralatan Yang Digunakan

Adapun peralatan yang digunakan selama pembuatan tugas akhir ini anatara lain :

1. Solder listrik
2. Penyedot Timah
3. *Toolset*
4. Bor *PCB*
5. Timah (*Tinol*)
6. *Multimeter*
7. Komputer

4.10. Percobaan Alat

4.10.1. Pengukuran Tegangan Pada *Sensor* suhu *LM35* dengan suhu 40 derajat *celcius*.

Tabel 4.1. Tegangan Pada *Sensor* suhu *LM35* dengan suhu 40 derajat *celcius*.

No	Data Suhu	Data Ukur	Waktu	No	Data Suhu	Data Ukur	Waktu
1		0,41V	2.35	11		0,40V	2.56
2		0,40V	2.58	12		0,40V	2.57
3	40 Derajat	0,41V	2.33	13	40 Derajat	0,41V	2.29
4	<i>Celcius</i>	0,41V	2.33	14	<i>Celcius</i>	0,41V	2.25
5		0,40V	2.59	15		0,41V	2.30
6		0,41V	2.40	16		0,40V	2.50

7	0,41V	2.37	17	0,40V	2.55
8	0,40V	2.50	18	0,40V	2.54
9	0,41V	2.34	19	0,41V	2.32
10	0,40V	2.58	20	0,41V	2.35

58

4.10.1. Pengukuran Suhu Pada *heater* 40 derajat *celcius*.

Tabel 4.2. Suhu Pada heater.

No	Data Suhu	Data Ukur	Waktu	No	Data Suhu	Data Ukur	Waktu
1		41	2.35	11		40	2.37
2		40	2.55	12		40	2.56
3	40 Derajat Celcius	40	2.59	13	40 Derajat Celcius	40	2.49
4		40	2.58	14		41	2.40
5		40	2.57	15		40	2.45
6		40	2.45	16		41	2.44
7		40	2.43	17		41	2.46
8		40	2.55	18		40	2.35
9		41	2.20	19		40	2.40
10		41	2.20	20		41	2.50

4.10.2. Pengukuran *Timer* dengan *Stopwatch* dengan waktu 5 menit.

Tabel 4.3. *Timer* dengan *Stopwatch* dengan waktu 5menit.

No	Data <i>Timer</i>	Data <i>Timer</i>	No	Data <i>Timer</i>	Data <i>Timer</i>
----	-------------------	-------------------	----	-------------------	-------------------

1		05.00.1	11		05.00.1
2		05.00.2	12		05.00.2
3		05.00.0	13		05.00.1
4		05.00.0	14		05.00.0
5	5 Menit	05.00.1	15	5 Menit	05.00.0
6		05.00.0	16		05.00.1
7		05.00.0	17		05.00.1
8		05.00.0	18		05.00.2
9		05.00.0	19		05.00.1
10		05.00.0	20		05.00.0

4.10.4 Pengukuran *Timer* dengan *Stopwatch* dengan waktu 10 menit.

Tabel 4.4. *Timer* dengan *Stopwatch* dengan waktu 10 menit.

No	Data <i>Timer</i>	Data <i>Timer</i>	No	Data <i>Timer</i>	Data <i>Timer</i>
1		10.00.2	11		10.00.2
2		10.00.2	12		10.00.2
3		10.00.1	13		10.00.2
4		10.00.1	14		10.00.0
5	10 Menit	10.00.0	15	10 Menit	10.00.0
6		10.00.2	16		10.00.1

7	10.00.1	17	10.00.2
8	10.00.1	18	10.00.2
9	10.00.1	19	10.00.2
10	10.00.0	20	10.00.0

4.10.5. Pengukuran *Timer* dengan *Stopwatch* dengan waktu 15 menit.

Tabel 4.4. *Timer* dengan *Stopwatch* dengan waktu 15 menit.

No	Data <i>Timer</i>	Data <i>Timer</i>	No	Data <i>Timer</i>	Data <i>Timer</i>
1		15.00.1	11		15.00.1
2		15.00.2	12		15.00.2
3		15.00.0	13		15.00.1
4		15.00.0	14		15.00.0
5	15 Menit	15.00.1	15	15 Menit	15.00.0
6		15.00.0	16		15.00.1
7		15.00.0	17		15.00.1
8		15.00.0	18		15.00.2
9		15.00.0	19		15.00.1
10		15.00.0	20		15.00.0

4.11. Analisa Perhitungan

4.11.1. Analisa Pengukuran Tegangan Pada *Sensor* suhu *LM35* dengan suhu 40 derajat *celcius*.

a. Rata-Rata (\bar{X})

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum X(n)}{n} \frac{0,41+0,40+0,41+0,41+0,40+0,41+0,41+0,40+0,40+0,41+0,41+0,40+0,40+0,40+0,41+0,41+0,41+0,40+0,40+0,40+0,41+0,41}{20}$$

$$\bar{X} = 0,4055$$

b. Simpangan

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Simpangan} = Xn - \bar{X}$$

$$\text{Simpangan} = 0,41 - 0,4055$$

$$\text{Simpangan} = 0,0045$$

c. Error (%)

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\% \text{ Error} = \frac{Xn - \bar{X}}{Xn} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{0,41 - 0,4055}{0,41} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = 0,01\%$$

d. Standart Deviasi

Rumus *standart deviasi* (SD) adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Dimana :

SD = *standart Deviasi*

\bar{X} = nilai yang dikehendaki

n = banyak data

$$SD = \sqrt{\frac{\begin{aligned} &(0,41 - 0,4055)^2 + (0,40 - 0,4055)^2 + (0,41 - 0,4055)^2 + \\ &(0,41 - 0,4055)^2 + (0,40 - 0,4055)^2 + (0,41 - 0,4055)^2 + \\ &(0,41 - 0,4055)^2 + (0,40 - 0,4055)^2 + (0,41 - 0,4055)^2 + \\ &(0,40 - 0,4055)^2 + (0,40 - 0,4055)^2 + (0,40 - 0,4055)^2 + \\ &(0,41 - 0,4055)^2 + (0,41 - 0,4055)^2 + (0,41 - 0,4055)^2 + \\ &(0,40 - 0,4055)^2 + (0,40 - 0,4055)^2 + (0,40 - 0,4055)^2 + \\ &(0,41 - 0,4055)^2 + (0,41 - 0,4055) \end{aligned}}{(20 - 1)}}$$

$$SD = 0,025$$

e. Ketidakpastian (Ua)

Dirumuskan sebagai berikut :

$$Ua = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$Ua = \frac{0,025}{\sqrt{5}}$$

$$Ua = 0,056$$

Nilai ketidakpastian yang didapat adalah sebesar 0,056

4.11.2. Analisa Pengukuran Suhu Pada heater dengan suhu 40 derajat celcius.

e. Rata-Rata (\bar{X})

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum X(n)}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{41+40+40+40+40+40+40+40+41+41+40+40+40+41+40+41+41+40+40+41}{20}$$

$$\bar{X} = 40,35$$

f. Simpangan

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Simpangan} = Xn - \bar{X}$$

$$\text{Simpangan} = 41 - 40,35$$

$$\text{Simpangan} = 0,65$$

g. Error (%)

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\% \text{ Error} = \frac{Xn - \bar{X}}{Xn} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{41 - 40,35}{20} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = 0,0325\%$$

h. Standart Deviasi

Rumus *standart deviasi* (SD) adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Dimana :

SD = *standart Deviasi*

\bar{X} = nilai yang dikehendaki

n = banyak data

$$SD = \sqrt{\frac{(41 - 40,35)^2 + (40 - 40,35)^2 + (40 - 40,35)^2 + (40 - 40,35)^2 + (40 - 40,35)^2 + (40 - 40,35)^2 + (41 - 40,35)^2 + (41 - 40,35)^2 + (40 - 40,35)^2 + (40 - 40,35)^2 + (41 - 40,35)^2 + (41 - 40,35)^2 + (40 - 40,35)^2 + (40 - 40,35)^2 + (41 - 40,35)^2}{(20 - 1)}}$$

$$SD = 0,24$$

f. Ketidakpastian (Ua)

Dirumuskan sebagai berikut :

$$Ua = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$Ua = \frac{0,24}{\sqrt{20}}$$

$$Ua = 0,05$$

Nilai ketidakpastian yang didapat adalah sebesar 0,05

4.11.3. Analisa Pengukuran *Timer* dengan *Stopwatch*.

4.11.3.1. Analisa Pengukuran *Timer* dengan *Stopwatch* waktu 5 menit.

i. Rata-Rata (\bar{X})

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum X(n)}{n}$$

$$\begin{aligned} & 05.00+05.00+05.00+05.00+05.00+05.00+05.00+05.00 \\ & +05.00+05.00+05.00+05.00+05.00+05.00+05.00+05.00 \\ & 0+05.00+05.00+05.00+05.00 \end{aligned}$$

$$\bar{X} = \frac{\hspace{15em}}{20}$$

$$\bar{X} = 05.00$$

j. Simpangan

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Simpangan} = Xn - \bar{X}$$

$$\text{Simpangan} = 05.00 - 05.00$$

$$\text{Simpangan} = 0$$

k. *Error* (%)

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\% \text{ Error} = \frac{Xn - \bar{X}}{Xn} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{05.00 - 05.00}{20} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = 0\%$$

1. *Standart Deviasi*

Rumus *standart deviasi* (SD) adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Dimana :

SD = *standart Deviasi*

\bar{X} = nilai yang dikehendaki

n = banyak data

$$SD = \sqrt{\frac{(05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2 + (05.00 - 05.00)^2}{(20 - 1)}}$$

$$SD = 0$$

g. **Ketidakpastian (Ua)**

Dirumuskan sebagai berikut :

$$Ua = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$Ua = \frac{0}{\sqrt{20}}$$

$$U_a = 0$$

Nilai ketidakpastian yang didapat adalah sebesar 0

4.11.3.2. Analisa Pengukuran *Timer* dengan *Stopwatch* waktu 10 menit.

m. Rata-Rata (\bar{X})

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum X(n)}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00+10.00}{20}$$

$$\bar{X} = 10.00$$

n. Simpangan

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Simpangan} = X_n - \bar{X}$$

$$\text{Simpangan} = 10.00 - 10.00$$

$$\text{Simpangan} = 0$$

o. Error (%)

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\% \text{ Error} = \frac{X_n - \bar{X}}{X_n} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{10.00 - 10.00}{20} \times 100\%$$

% Error = 0 %

p. Standart Deviasi

Rumus *standart deviasi* (SD) adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Dimana :

SD = *standart Deviasi*

\bar{X} = nilai yang dikehendaki

n = banyak data

$$SD = \sqrt{\frac{(10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2 + (10.00 - 10.00)^2}{(20 - 1)}}$$

SD = 0

h. Ketidakpastian (Ua)

Dirumuskan sebagai berikut :

$$Ua = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

$$U_a = \frac{0}{\sqrt{20}}$$

$$U_a = 0$$

Nilai ketidakpastian yang didapat adalah sebesar 0

4.11.3.3. Analisa Pengukuran *Timer* dengan *Stopwatch* waktu 15 menit.

q. Rata-Rata (\bar{X})

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum X(n)}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00+15.00}{20}$$

$$\bar{X} = 15.00$$

20

r. Simpangan

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Simpangan} = X_n - \bar{X}$$

$$\text{Simpangan} = 05.00 - 05.00$$

$$\text{Simpangan} = 0$$

69

s. Error (%)

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\% \text{ Error} = \frac{X_n - \bar{X}}{X_n} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error} = \frac{15.00 - 15.00}{20} \times 100\%$$

% Error = 0 %

t. Standart Deviasi

Rumus *standart deviasi* (SD) adalah:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Dimana :

SD = *standart Deviasi*

\bar{X} = nilai yang dikehendaki

n = banyak data

$$SD = \sqrt{\frac{(15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2 + (15.00 - 15.00)^2}{(20-1)}}$$

70

$$SD = 0$$

i. Ketidakpastian (Ua)

Dirumuskan sebagai berikut :

$$Ua = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$

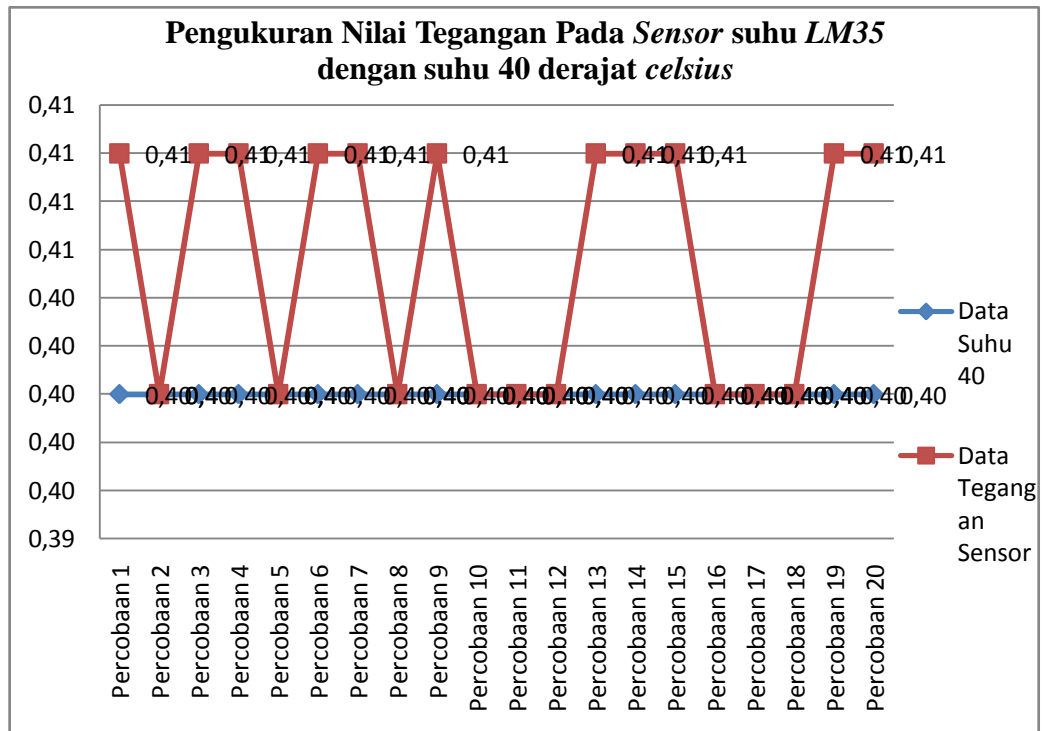
$$U_a = \frac{0}{\sqrt{20}}$$

$$U_a = 0$$

Nilai ketidakpastian yang didapat adalah sebesar

4.11.4. Grafik Hasil Percobaan

4.11.4.1. Grafik Pengukuran Nilai Tegangan Pada *Sensor* suhu LM35 dengan suhu 40 derajat celsius.



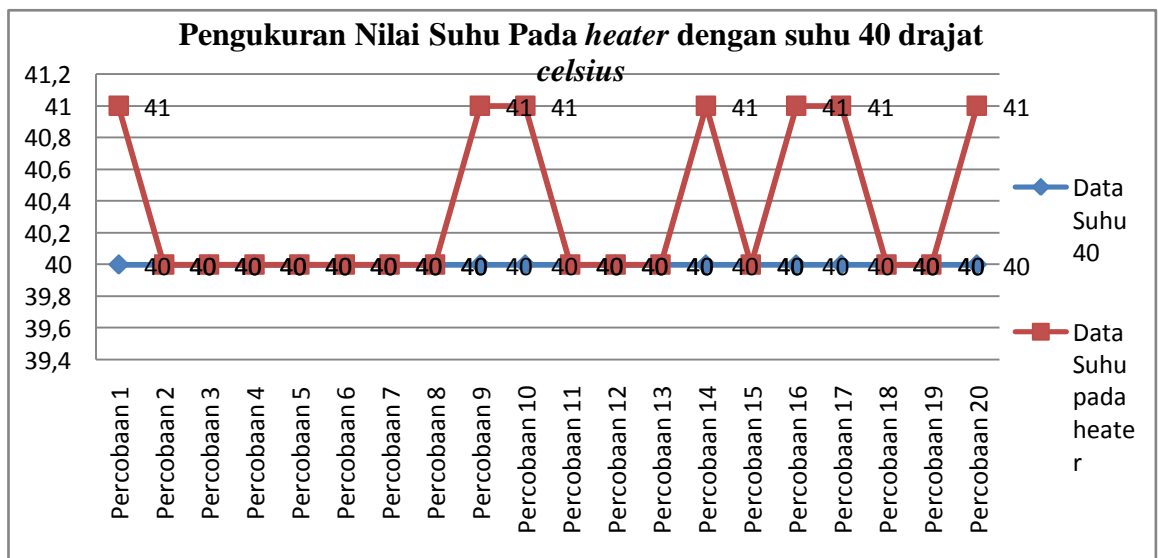
71

Gambar 4.1. Grafik tegangan pada *sensor* LM35 dengan suhu 40°C

Gambar 4.1. merupakan grafik hasil pengukuran nilai pengukuran pada tegangan *sensor* suhu LM35 dengan pengatur suhu 40°C. Pengukuran dilakukan sebanyak 20 kali percobaan.

Grafik di atas menunjukkan bahwa, nilai pengukuran pada percobaan 1, percobaan 3, percobaan 4, percobaan 6, percobaan 7, percobaan 9, percobaan 13, percobaan 14, percobaan 15, percobaan 19 dan percobaan 20, mengalami kenaikan mencapai 0,41 volt sedangkan percobaan 2, percobaan 5, percobaan 8, percobaan 10, percobaan 11, percobaan 12, percobaan 16, percobaan 17 dan percobaan 18, mengalami perhitungan yang *linear* dengan nilai 0,40 volt.

4.11.4.2. Grafik Pengukuran Nilai Suhu Pada heater dengan suhu 40 derajat celsius menggunakan termometer.

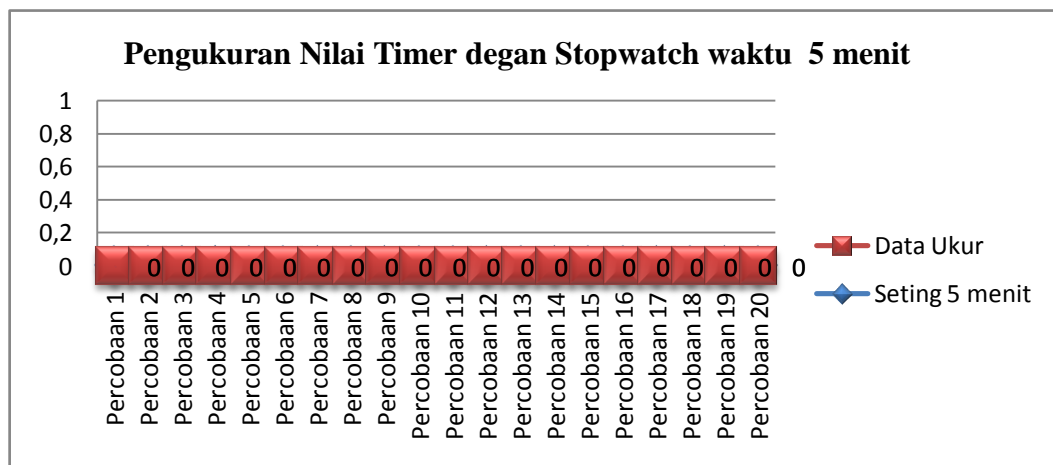


Gambar 4.2. Grafik nilai suhu pada heater dengan suhu 40°C

Gambar 4.2. merupakan grafik hasil pengukuran nilai pengukuran pada suhu heater menggunakan termometer air raksa dengan pengatur suhu 40°C. Pengukuran dilakukan

sebanyak 20 kali percobaan. Grafik di atas menunjukkan bahwa, nilai pengukuran pada percobaan 1, percobaan 9, percobaan 11, percobaan 14, percobaan 16, percobaan 17 dan percobaan 20 mengalami kenaikan mencapai 41°C sedangkan percobaan 2, percobaan 3, percobaan 4, percobaan 20, percobaan 6, percobaan 7, percobaan 8, percobaan 11, percobaan 12, percobaan 13, percobaan 15, percobaan 18 dan percobaan 19 mengalami perhitungan yang *linear* dengan nilai 40°C

4.11.4.3. Grafik Pengukuran Nilai *Timer* dengan *Stopwatch* waktu 5 menit.

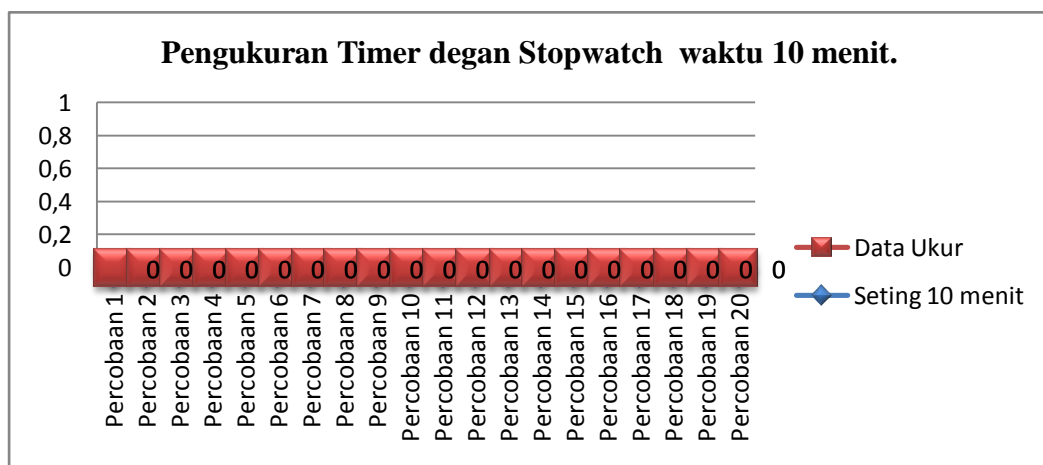


Gambar 4.3. Grafik Nilai *Timer* dengan *Stopwatch* waktu 5 menit.

Gambar 4.3. merupakan grafik hasil pengukuran nilai pengukuran pada *timer* dengan *setting timer* 5 menit. Pengukuran dilakukan sebanyak 20 kali percobaan. Grafik di

atas menunjukkan bahwa ,nilai pengukuran pada percobaan mengalami pengukuran yang *linear* dengan alat ukur *stopwatch*.

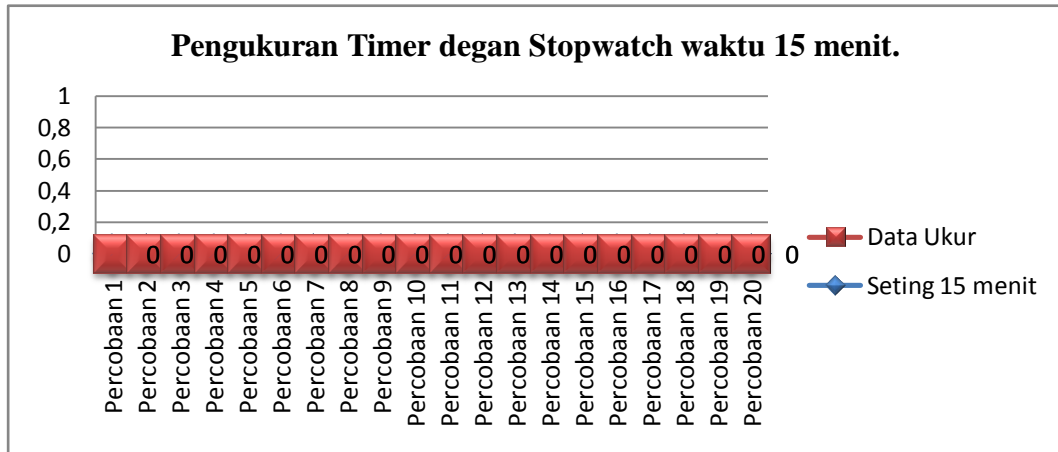
4.11.4.4. Grafik Pengukuran Nilai *Timer* dengan *Stopwatch* waktu 10 menit



Gambar 4.4. Grafik Nilai *Timer* dengan *Stopwatch* waktu 10 menit.

Gambar 4.4. merupakan grafik hasil pengukuran nilai pengukuran pada *timer* dengan *setting timer* 10 menit. Pengukuran dilakukan sebanyak 20 kali percobaan. Grafik di atas menunjukkan bahwa, nilai pengukuran pada percobaan mengalami pengukuran yang *linear* dengan alat ukur *stopwatch*.

4.11.4.5. Grafik Pengukuran Nilai *Timer* dengan *Stopwatch* waktu 15 menit.



Gambar 4.5. Grafik Nilai *Timer* dengan *Stopwatch* waktu 15 menit

Gambar 4.5. merupakan grafik hasil pengukuran nilai pengukuran pada *timer* dengan *setting timer* 15 menit. Pengukuran dilakukan sebanyak 20 kali percobaan. Grafik di atas menunjukkan bahwa, nilai pengukuran pada percobaan mengalami pengukuran yang *linear* dengan alat ukur *stopwatch*.

4.11.4.6. Uraian Data Hasil Pengukuran.

Berdasarkan pengambilan data yang telah dilakukan terhadap pengukuran tegangan yang telah ditentukan didapatkan beberapa hasil pengukuran tegangan yang berbeda, sehingga untuk tegangan disuhu 40°C didapatkan tegangan rata-rata untuk 20 kali pengukuran sebesar 0,4055Volt, berdasarkan data tersebut ternyata dihasilkan

nilaisimpangan (*error*) sebesar 0,045 Volt, jadi dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai *error* yang didapatkan dari data tersebut sebesar 0,01 %, dan nilai *standart* penyimpangan yang dihasilkan berdasarkan nilai rata-rata yaitu sebesar 0,025, dan hasil nilai ketidakpastian yang didapatkan sebesar 0,056.

Untuk pengambilan data *heater* yang telah dilakukan terhadap pengukuran suhu didapatkan beberapa hasil pengukuran yang berbeda, sehingga untuk setingan di suhu 40°C didapatkan tegangan rata-rata untuk 20 kali pengukuran sebesar 40,35 volt berdasarkan data tersebut ternyata dihasilkan nilai simpangan (*error*) sebesar 0,65, jadi dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai *error* yang didapatkan dari data tersebut sebesar 0,0325 %, dan nilai *standart* penyimpangan yang dihasilkan berdasarkan nilai rata-rata yaitu sebesar 0,24, dan hasil nilai ketidakpastian yang didapatkan sebesar 0,05.

Untuk pengambilan data waktu selama 5 menit berdasarkan waktu *stopwatch* maka didapatkan hasil dengan rata-rata waktu selama 05.00 menit sehingga terdapat penyimpangan waktu 0 s dan besarnya nilai *error* yang didapat menjadi 0 % sedangkan *standart* penyimpangan

yang dihasilkan yaitu sebesar 0 dan nilai untuk ketidakpastian pengukuran sebesar 0.

Untuk pengambilan data waktu selama 10 menit berdasarkan waktu *stopwatch* maka didapatkan hasil dengan rata-rata waktu selama 10.00 menit sehingga terdapat penyimpangan waktu 0 s dan besarnya nilai *error* yang didapat menjadi 0 % sedangkan *standart* penyimpangan yang dihasilkan yaitu sebesar 0 dan nilai untuk ketidakpastian pengukuran sebesar 0.

Untuk pengambilan data waktu selama 15 menit berdasarkan waktu *stopwatch* maka didapatkan hasil dengan rata-rata waktu selama 15.00 menit sehingga terdapat penyimpangan waktu 0 s dan besarnya nilai *error* yang didapat menjadi 0 % sedangkan *standart* penyimpangan yang dihasilkan yaitu sebesar 0 dan nilai untuk ketidakpastian pengukuran sebesar 0.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai *standart deviasi* penyimpangan maka semakin presisi data yang dihasilkan. Dan semakin kecil nilai *error* pengukuran maka semakin presisi juga data tersebut.