

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Sistem Pengoperasian *Hot Plate*

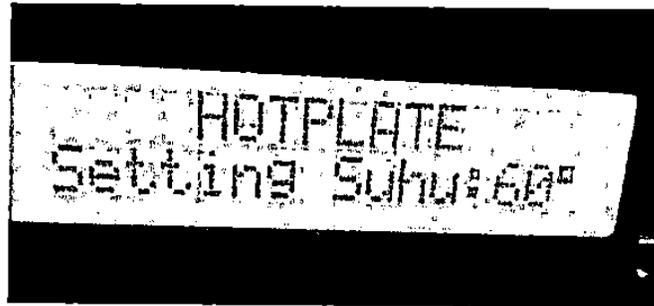
Penjelasan pengoperasian alat *Hot Plate* ini disesuaikan dengan *list program* yang telah dirancang. Demikian langkah-langkah pengoperasian *Hot Plate* :

1. Pada saat alat dinyalakan, maka tampilan yang muncul pertama pada *LCD* adalah seperti diperlihatkan pada gambar dibawah ini :



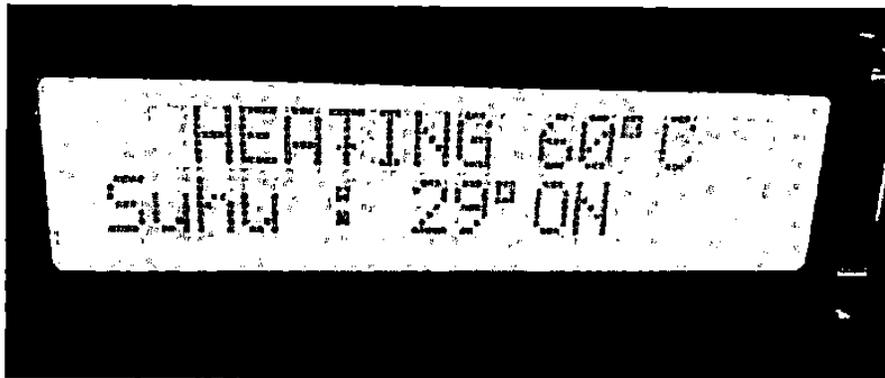
Gambar 4.1. Tampilan Awal pada *LCD* Sebelum dilakukan pengaturan Suhu

2. Tekan tombol *UP* pada *Hot Plate* untuk mengatur suhu yang diinginkan. Pada alat menyediakan mulai suhu 40 °C - 100 °C. Apabila suhu yang diinginkan sebesar 60 °C, maka berhentilah menekan tombol *UP* pada saat di *LCD* menunjukkan angka 60 °C. Seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.2. Tampilan *LCD* saat pemilihan suhu

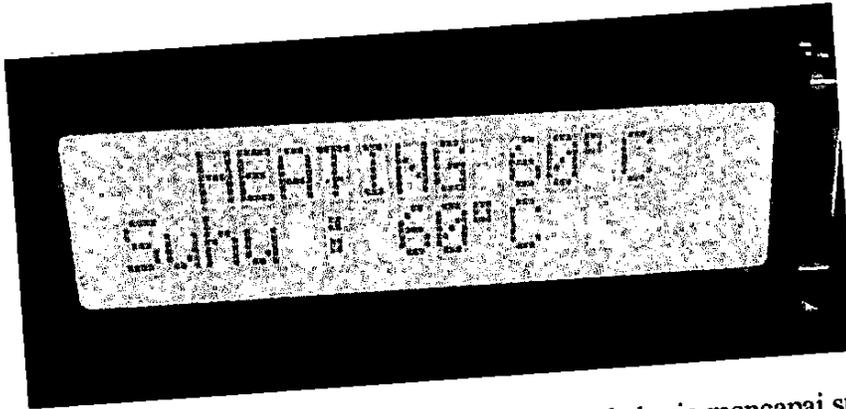
3. Setelah dilakukan pemilihan suhu, maka tekan tombol *START* pada *Hot Plate* untuk memulai pemanasan. Proses pemanasan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.3. Tampilan *LCD* saat dilakukan pemanasan

Pada gambar diatas, menunjukkan bahwa proses pemanasan dimulai. Pada saat suhu yang bekerja masih dibawah suhu yang diinginkan maka, akan terlihat tulisan *ON*, bertanda bahwa suhu masih bekerja untuk mencapai suhu yang diinginkan.

Sementara pada saat suhu sudah mencapai suhu yang diinginkan maka suhu akan berhenti pada suhu yang diinginkan. Dapat dilihat pada gambar



Gambar 4.4. Tampilan *LCD* pada saat suhu yang bekerja mencapai suhu yang diinginkan.

Pada gambar diatas, dijelaskan bahwa alat *Hot Plate* akan bekerja sesuai dengan perintah yaitu bekerja sesuai dengan suhu yang diinginkan untuk proses pemanasan. Jika suhu turun, maka heater akan hidup. Batasan suhu atas dan bawah $\pm 1^\circ\text{C}$.

4. Tekan tombol *STOP* pada *Hot Plate* untuk mengakhiri proses pemanasan. Dan tombol *Reset* untuk mengembalikan *LCD* pada tampilan awal. Untuk pemilihan suhu yang lain, cara kerjanya sama dengan yang diatas.
5. Matikan alat dan simpan kembali.

4.2. Hasil pengujian

Pengujian rangkaian dilakukan pada beberapa Titik Pengukuran (TP) dengan menggunakan alat ukur *multimeter* dan *Thermometer*. Keterangan dari masing – masing TP sebagai berikut :

1. TP 1 pada titik input mikrokontroler yang dihasilkan dari catu daya.
2. TP 2 pada kaki *PortD.1* mikrokontroler, untuk *input* sinyal pendeteksi tombol *Up*.

3. TP 3 pada kaki *PortD.0* mikrokontroler, untuk *input* sinyal pendeteksi tombol *Down*.
4. TP 4 pada kaki *PortD.3* mikrokontroler, untuk *input* sinyal pendeteksi tombol *Start*.
5. TP 5 pada kaki *Reset* mikrokontroler, untuk *input* sinyal pendeteksi tombol *Reset*.
6. TP 6 pada kaki inputan pengendali *Relay* yang diperoleh dari inputan mikrokontroler.
7. TP 7 pada kaki inputan *LCD* yang diperoleh dari *outputan* mikrokontroler.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Input TP 1 – TP 5 Mikrokontroler.

TP	Titik Pengukuran	Saat Tombol Ditekan	Saat Tombol Tidak Ditekan	Keterangan
1	<i>Input Mikrokontroler</i>	-	-	5 V
2	<i>PortD.1/ Tombol Up</i>	<i>High (H)</i>	<i>Low (L)</i>	<i>High (H) = 4V</i> <i>Low(L) = 0V</i>
3	<i>PortD.0/ Tombol Down</i>	<i>High (H)</i>	<i>Low (L)</i>	<i>High (H) = 4V</i> <i>Low (L) = 0V</i>
4	<i>PortD.3/ Tombol Start</i>	<i>High (H)</i>	<i>Low (L)</i>	<i>High (H) = 4V</i> <i>Low (L) = 0V</i>
5	<i>Titik Reset/ Tombol Reset</i>	<i>High (H)</i>	<i>Low (L)</i>	<i>High (H) = 5V</i> <i>Low (L) = 0V</i>

Pada tabel 4.1 menggambarkan hasil pengujian dari TP 1 – TP 5 dari rangkaian *setting* yang merupakan *input* dari tombol. Saat *switch* ditekan,

mikrokontroller dapat menjalankan perintah yang dilakukan dari rangkaian *setting* tersebut.

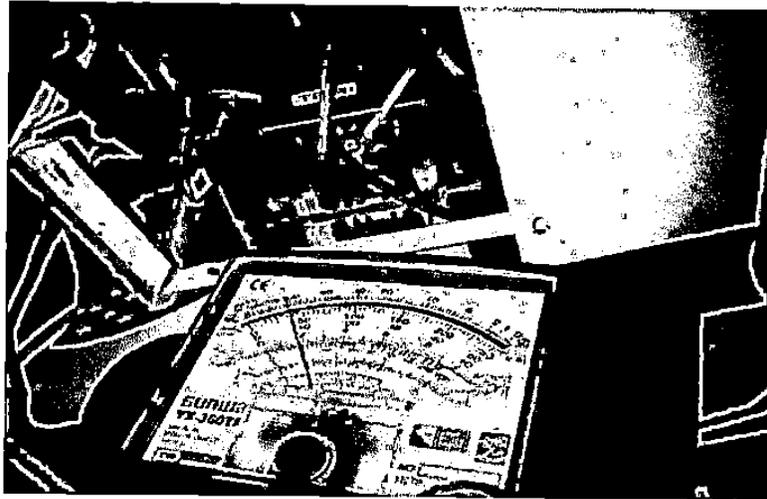
Dari tabel diatas pula dapat disimpulkan bahwa rangkaian *setting* dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Demikian pengukuran pada Titik Pengukuran 1-5 yang merupakan sebagai *input*.

Berikut hasil pengukuran pada bagian *output* yang merupakan Titik Pengukuran 6 dan 7.

Table 4.2. Hasil Pengukuran *Output* pada TP 6 Pada Kaki Mikrokontroler sebagai Inputan untuk Pengendali *Relay* dan *LCD*.

TP	Saat bekerja	Saat tidak bekerja	Keterangan
6.	<i>High</i> (H)	<i>Low</i> (L)	<i>High</i> (H) = 5 V, <i>Low</i> (L) = 0 V
7.	<i>High</i> (H)	<i>Low</i> (L)	<i>High</i> (H) = 5V <i>Low</i> (L) = 0V

Pada tabel 4.2 Menggambarkan hasil pengujian TP 6. Rangkaian ini bekerja pada saat mikrokontroller mengeluarkan sinyal tinggi (*High*) dan jika mendapatkan sinyal (*Low*) maka tidak akan bekerja. Untuk melihat pada saat



Gambar 4.5. Pengukuran *input* pada TP 1- TP 5 kaki mikrokontroler

Untuk pengukuran perbandingan suhu dapat dilakukan menggunakan *Thermometer* untuk membandingkan suhu yang bekerja pada alat *Hot Plate* dengan suhu yang dihasilkan *Thermometer* sehingga dapat terlihat keakurasian suhunya. Pengukuran suhu ini dilakukan di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta dan Asri Medical Center, karena menggunakan *Thermometer* yang ada di Rumah Sakit tersebut. Merk *Thermometer* yang digunakan untuk mengkalibrasi adalah *Fluke DPM4* dan *Thermoclass*. *Fluke DPM4* adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu pada ruangan maupun pada alat kesehatan lainnya seperti suhu pada *Incubator* bayi. *Thermoclass* adalah *Thermometer* yang biasa digunakan pada ruangan. Alat tersebut sudah di kalibrasi dengan alat di atasnya lagi. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Table 4.3. Hasil Pengukuran Perbandingan Suhu pada *Thermometer* dan Alat

No.	Suhu pada alat	Suhu pada <i>Thermometer</i>	penyimpangan
1.	40°C (percobaan 1)	40°C	0 °C
2.	50°C (percobaan 1)	50,1°C	0,1°C
3.	60°C (percobaan 1)	60°C	0°C
4.	40°C (percobaan 2)	39,9°C	0,1°C
5.	50°C (percobaan 2)	50°C	0°C
6.	60°C (percobaan 2)	60°C	0°C
7.	40°C (percobaan 3)	39,8°C	0,2°C
8.	50°C (percobaan 3)	49,9°C	0,1°C
9.	60°C (percobaan 3)	59,8°C	0,2°C

Pengujian suhu pada *Hot Plate* yang dilakukan dengan menggunakan *Thermometer* bertujuan untuk mengakurasi suhu alat dengan suhu yang ada pada *Thermometer*. Pengukuran dilakukan 3 kali. Pengukuran diperlukan untuk mengetahui besarnya Rata-rata, Simpangan (*Error*), % *Error*, Standar Deviasi, Ua (Ketidakpastian), dan U95 sesuai dengan ketentuan pemerintah dalam kalibrasi alat kesehatan.

4.2.1. Rata-rata

Rata-rata dalam perkataan sehari-hari, orang sudah menafsirkan dengan rata-rata hitung, sedangkan arti sebenarnya adalah bilangan yang di dapat dari hasil pembagian jumlah nilai data oleh banyaknya data dalam kumpulan tersebut.

Rumus rata-rata adalah : $\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$ dimana:

\bar{X} = Rata-rata, $\sum Xi$ = Jumlah data, dan n = Banyaknya data

- Rata-rata untuk *setting* suhu 40°C :

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X_i}{n} \\ &= \frac{40^\circ\text{C} + 39,9^\circ\text{C} + 39,8^\circ\text{C}}{3} \\ &= 39,9\end{aligned}$$

- Rata-rata untuk *setting* suhu 50°C :

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X_i}{n} \\ &= \frac{50,1^\circ\text{C} + 50^\circ\text{C} + 49,9^\circ\text{C}}{3} \\ &= 50\end{aligned}$$

- Rata-rata untuk *setting* suhu 60°C :

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X_i}{n} \\ &= \frac{60^\circ\text{C} + 60^\circ\text{C} + 59,8^\circ\text{C}}{3} \\ &= 59,9\end{aligned}$$

4.2.2. Simpangan (*error*)

Merupakan selisih dari rata-rata nilai terhadap masing-masing nilai yang

diukur. Dinyatakan dengan rumus : $\bar{X} - X_n$

Di: \bar{V} ... (data yang diambil)

- Simpangan (*error*) untuk *setting* suhu 40°C :

$$\begin{aligned}\text{Simpangan / error} &= \bar{X} - X_n \\ &= 39,9^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} \\ &= 0,1^\circ\text{C} \\ &= 0,1\end{aligned}$$

- Simpangan (*error*) untuk *setting* suhu 50°C :

$$\begin{aligned}\text{Simpangan / error} &= \bar{X} - X_n \\ &= 50^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C} \\ &= 0^\circ\text{C} \\ &= 0\end{aligned}$$

- Simpangan (*error*) untuk *setting* suhu 60°C :

$$\begin{aligned}\text{Simpangan / error} &= \bar{X} - X_n \\ &= 59,9^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C} \\ &= 0,1^\circ\text{C} \\ &= 0,1\end{aligned}$$

4.2.3. % Error

Merupakan nilai prosentase dari simpangan (*error*) terhadap nilai yang dikehendaki.

Dinyatakan dengan rumus : $\%Error = \frac{\bar{X} - X_n}{X_n} \times 100\%$

Dimana : $\%Error = \text{Prosentase Error}$, \bar{X} = Rata-rata, X_n = data ke n

- % *Error* untuk *setting* suhu 40 °C :

$$\begin{aligned} \%Error &= \frac{\bar{X} - x_n}{x_n} \times 100\% \\ &= \frac{0,1}{39,9} \times 100\% \\ &= 0,25\% \end{aligned}$$

- % *Error* untuk *setting* suhu 50 °C :

$$\begin{aligned} \%Error &= \frac{\bar{X} - x_n}{x_n} \times 100\% \\ &= \frac{0}{50} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

- % *Error* untuk *setting* suhu 60 °C :

$$\begin{aligned} \%Error &= \frac{\bar{X} - x_n}{x_n} \times 100\% \\ &= \frac{0,1}{59,9} \times 100\% \\ &= 0,16\% \end{aligned}$$

4.2.4. Standar Deviasi

Standar Deviasi merupakan suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran standart penyimpangan dari meannya.

.....

- Standar Deviasi untuk *setting* suhu 40°C :

$$\begin{aligned} & \frac{x_1 - \bar{X} + x_2 - \bar{X} + x_3 - \bar{X}}{n-1} \\ \text{SD : } & \frac{40-39,9 + 39,9-39,9 + 39,8-39,9}{3-1} \\ & = \frac{0,1+0-0,1}{2} \\ & = 0 \end{aligned}$$

- Standar Deviasi untuk *setting* suhu 50°C :

$$\begin{aligned} & \frac{x_1 - \bar{X} + x_2 - \bar{X} + x_3 - \bar{X}}{n-1} \\ \text{SD : } & \frac{50,1-50 + 50-50 + 49,9-50}{3-1} \\ & = \frac{0,1+0-0,1}{2} \\ & = 0 \end{aligned}$$

- Standar Deviasi untuk *setting* suhu 60°C :

$$\begin{aligned} & \frac{x_1 - \bar{X} + x_2 - \bar{X} + x_3 - \bar{X}}{n-1} \\ \text{SD : } & \frac{60-59,9 + 60-59,9 + 59,8-59,9}{3-1} \end{aligned}$$

4.2.5. UA (Ketidakpastian)

Merupakan nilai perkiraan hasil pengukuran yang didalamnya terdapat nilai yang benar. Dengan rumus sebagai berikut : $UA = STD/\sqrt{n}$, Dimana: UA = Ketidakpastian, STD = Standar Deviasi, n = Banyaknya data.

- UA (Ketidakpastian) untuk *setting* suhu 40 °C :

$$\begin{aligned} UA &= STD/\sqrt{n} \\ &= 0/\sqrt{3} \\ &= 0 \end{aligned}$$

- UA (Ketidakpastian) untuk *setting* suhu 50 °C :

$$\begin{aligned} UA &= STD/\sqrt{n} \\ &= 0/\sqrt{3} \\ &= 0 \end{aligned}$$

- UA (Ketidakpastian) untuk *setting* suhu 60 °C :

$$\begin{aligned} UA &= STD/\sqrt{n} \\ &= 0/\sqrt{3} \\ &= 0 \end{aligned}$$

4.2.6. U95 (95% data benar)

U95 adalah nilai hasil perkalian ketidakpastian dengan 2,57. Nilai 2,57 merupakan suatu ketetapan, U95 menunjukkan data yang benar adalah

- UA (Ketidakpastian) untuk *setting* suhu 40 °C :

$$\begin{aligned}U_{95} &= UA * 2,57 \\ &= 0 * 2,57 \\ &= 0\end{aligned}$$

- UA (Ketidakpastian) untuk *setting* suhu 50 °C :

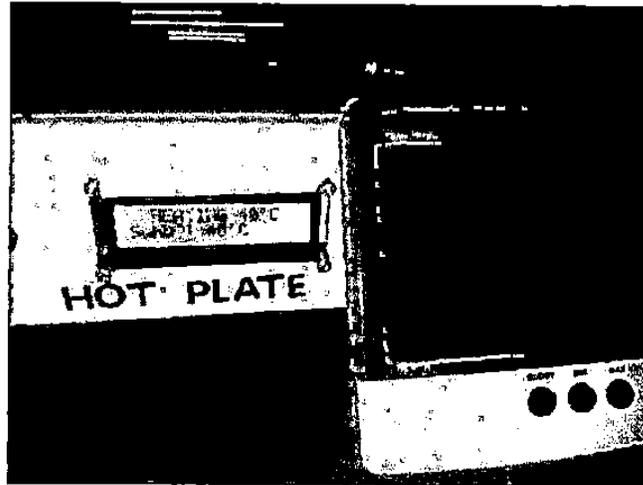
$$\begin{aligned}U_{95} &= UA * 2,57 \\ &= 0 * 2,57 \\ &= 0\end{aligned}$$

- UA (Ketidakpastian) untuk *setting* suhu 60 °C :

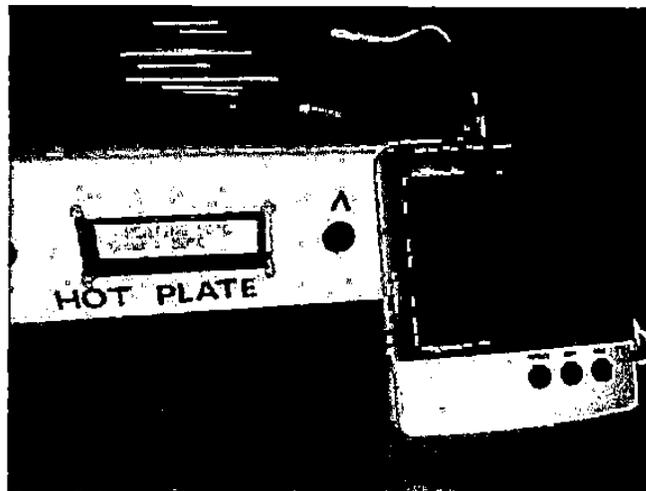
$$\begin{aligned}U_{95} &= UA * 2,57 \\ &= 0 * 2,57 \\ &= 0\end{aligned}$$

Berdasarkan pengukuran diatas, alat *Hot Plate* yang telah diakurasikan termasuk kedalam alat layak pakai, karena penyimpangan yang diperoleh tidak terjadi penyimpangan yang jauh dari standar ketentuan yaitu ± 3 °C.

Untuk pengukuran perbandingan suhu alat dengan suhu yang pada
Thermometer dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.6. Perbandingan suhu pada *setting* 40°C



Gambar 4.7. Perbandingan suhu pada *setting* 50°C