

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Spesifikasi Modul



Gambar 4.1 Alat

Adapun spesifikasi dari modul alat yang dibuat yaitu sebagai berikut:

- a. Nama : Modifikasi Kontrol Suhu Pada *Automatic Processing Film* Berbasis Arduino
- b. Jenis : Radiologi
- c. Daya Modul : +5 Volt DC
- d. Daya Alat : 220 Volt AC
- e. Pengukuran : Suhu 40,00° C
- f. *Display* : LCD karakter 16x2
- g. Sensor : DS18B20
- h. Sistem : Mikrokontroler ATmega328

## 4.2 Standar Operasional Prosedur (SOP)

Adapun standar operasional prosedur (SOP) dari modul alat yang telah dibuat sebagai berikut:

1. Hubungkan alat dengan sumber tegangan PLN.
2. Hidupkan alat dengan menekan tombol *ON/OFF* ke posisi *ON*.
3. Letakkan modul sensor suhu pada kotak cairan *develop*.
4. Tunggu sampai suhu tercapai.
5. Ketika suhu tercapai alat dapat digunakan.
6. *Timer* 5 menit mulai berjalan jika *microswitch* mendapat tegangan.
7. Setelah waktu habis, alat masih tetap bisa digunakan ketika *microswitch* mendapatkan tegangan kembali.
8. Jika sudah tidak menggunakan alat lagi tekan tombol *ON/OFF* ke posisi *OFF*.
9. Lepaskan alat dengan sumber tegangan PLN.

## 4.3 Hasil Pengujian

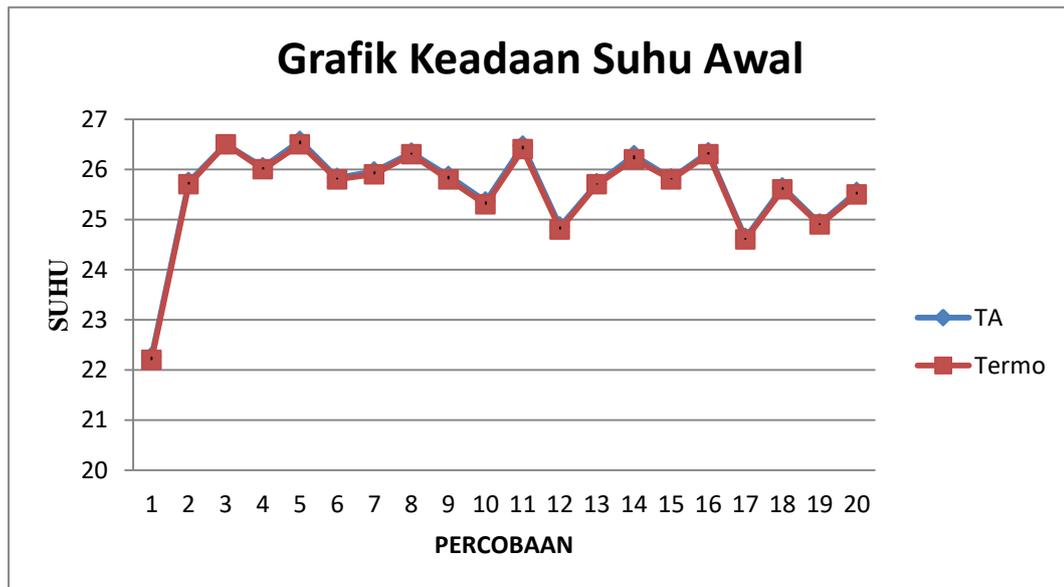
Setelah membuat modul, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian dan pengukuran dengan melakukan pendataan melalui beberapa tahap proses pengujian dan pengukuran. Tujuan dari pengujian dan pengukuran adalah untuk mengetahui apakah modul yang dibuat sesuai dengan cara kerja dari alat yang sebenarnya dan juga memastikan apakah komponen yang digunakan dalam pembuatan modul bisa berfungsi seperti yang diharapkan.

Tabel 4.1 Pengukuran Kondisi Awal Suhu Cairan

Pengukuran ke -	Modul TA (°C)	Alat Pemanding (°C)
1	22,26	22,2
2	25,75	25,7
3	26,50	26,5
4	26,04	26,0
5	26,57	26,5
6	25,83	25,8
7	25,96	25,9
8	26,33	26,3
9	25,87	25,8
10	25,36	25,3
11	26,47	26,4
12	24,86	24,8
13	25,72	25,7
14	26,28	26,2
15	25,82	25,8
16	26,34	26,3
17	24,63	24,6
18	25,64	25,6
19	24,92	24,9
20	25,55	25,5
Rata-rata	25,63	25,6
<i>Persentase Error (%)</i>	0,10	

Dari Tabel 4.1 diatas hasil uji kesesuaian modul TA dengan alat pemanding berupa termometer yang sudah terkalibrasi didapatkan hasil pengukuran suhu sebanyak 20 kali pada saat kondisi cairan masih baru (suhu belum tercapai) dengan rata-rata yang di hasilkan pada modul TA sebesar 25,63 °C dan pada alat pemanding sebesar 25,6 °C dengan *persentase error* sebesar 0,10%. Nilai yang dihasilkan tidak terpaut jauh dengan alat pemanding. Adapun

nilai *error* disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: Penempatan sensor suhu modul dengan sensor suhu alat pembanding terdapat sedikit jarak meskipun sudah saling didekatkan, gangguan perubahan suhu ketika proses sedang berlangsung.



Gambar 4.2 Grafik Keadaan Suhu Awal

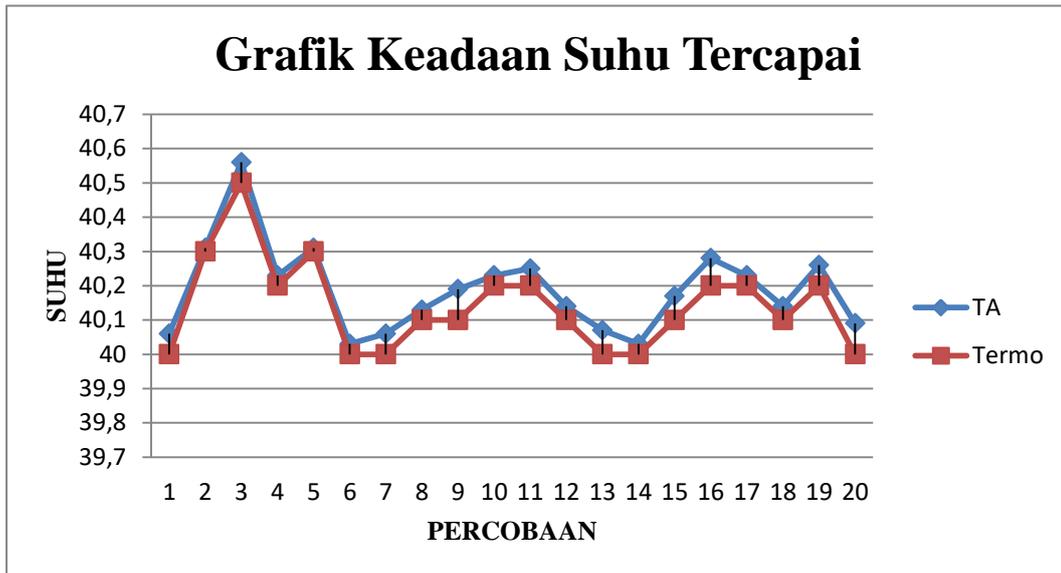
Pada Gambar 4.2 diatas dapat dilihat hasil grafik yang menampilkan nilai suhu dari modul TA dengan alat pembanding berupa termometer menunjukkan hasil yang hampir sama yang mana selisih dari nilai suhu modul TA dan Termometer hampir tidak ada atau memiliki selisih yang sangat kecil.

Tabel 4.2 Pengukuran Setelah Suhu Cairan Tercapai

Pengukuran ke -	Modul TA (°C)	Alat Pembanding (°C)
1	40,06	40,0
2	40,31	40,3
3	40,56	40,5
4	40,23	40,2
5	40,31	40,3
6	40,03	40,0

7	40,06	40,0
8	40,13	40,1
9	40,19	40,1
10	40,23	40,2
11	40,25	40,2
12	40,14	40,1
13	40,07	40,0
14	40,03	40,0
15	40,17	40,1
16	40,28	40,2
17	40,23	40,2
18	40,14	40,1
19	40,26	40,2
20	40,09	40,0
Rata-rata	40,18	40,1
<i>Persentase Error (%)</i>	0,20	

Dari Tabel 4.2 diatas hasil uji kesesuaian modul TA dengan alat pembanding berupa termometer yang sudah terkalibrasi didapatkan hasil pengukuran suhu sebanyak 20 kali pada saat kondisi cairan sudah panas (suhu telah tercapai) dengan rata-rata yang di hasilkan pada modul TA sebesar 40,18° C dan pada alat pembanding sebesar 40,1° C dengan hasil *persentase error* sebesar 0,20%. Nilai yang dihasilkan tidak terpaut jauh dengan alat pembanding. Adapun nilai *error* disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: Penempatan sensor suhu modul dengan sensor suhu alat pembanding terdapat sedikit jarak meskipun sudah saling didekatkan, gangguan perubahan suhu ketika proses sedang berlangsung.



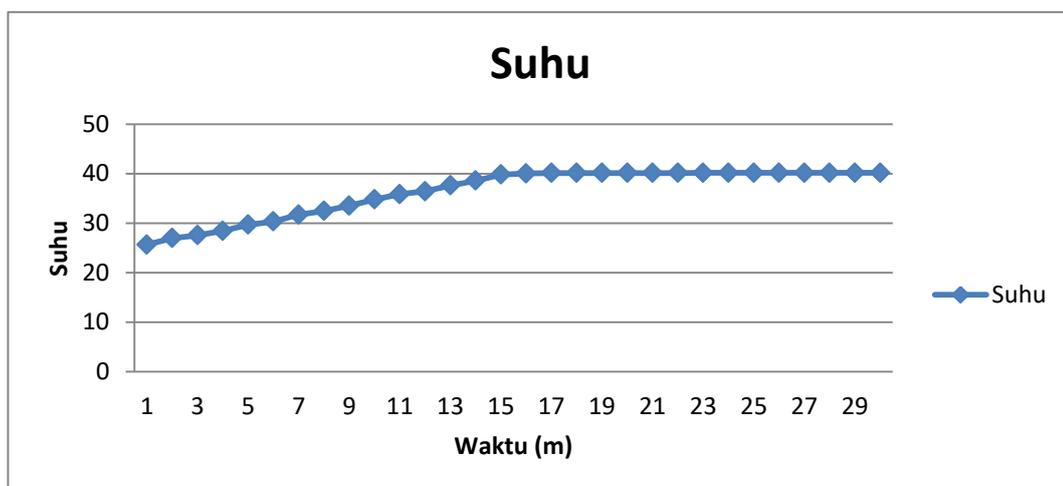
Gambar 4.3 Grafik keadaan Suhu Tercapai

Pada Gambar 4.3 diatas dapat dilihat hasil grafik yang menampilkan nilai suhu dari modul TA dengan alat pembanding berupa termometer menunjukkan hasil yang hampir sama walaupun terdapat selisih yang mana selisih dari nilai suhu modul TA dan termometer tidak terlalu jauh, adapun hal yang menyebabkan terjadinya selisih kemungkinan dikarenakan penempatan sensor modul dan alat pembanding yang tidak sesuai atau berjauhan, faktor luar lingkungan, dan gangguan dari sensor atau alat pembanding yang terjadi selama proses berlangsung.

Tabel 4.3 Pengukuran Tegangan Pada *Driver Heater* dan Lampu Indikator

NO.	Kondisi <i>Driver</i>	<i>Heater</i>	Lampu indikator (Vdc)	Saturasi Transistor	Hasil pengukuran
1	Tidak Aktif	Nyala	Mati (0)	0,7 V	0,05 V
2	Aktif	Mati	Nyala (3,26)	0,7 V	0,78 V

Tabel 4.3 merupakan data hasil pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui kondisi *driver* yang berfungsi sebagai pemutus dan peyambung tegangan kepada *heater*. Tegangan *output* dari arduino akan disambungkan ke kaki basis pada transistor NPN, dimana transistor akan mengalirkan tegangan ketika transistor berada dalam keadaan saturasi. Keadaan saturasi pada transistor NPN terjadi ketika ada tegangan yang mengalir pada kaki basis lebih dari 0,7 V, ketika tegangan yang mengalir pada kaki basis kurang dari 0,7 V maka transistor mengalami keadaan *cutoff* atau tidak mengalirkan tegangan. Dari data diatas dapat dilihat ketika *driver* mendapatkan input sebesar 0,78 V maka transistor mengalirkan tegangan yang membuat *relay* aktif yang memindah kontak NC menjadi NO sehingga memutus tegangan yang masuk ke *heater* yang membuat *heater* mati. Kemudian saat *driver* menerima input sebesar 0,05 V yang mengakibatkan transistor berada dalam keadaan *cutoff* sehingga tidak mengalirkan tegangan yang mengakibatkan *relay* mati tetapi *heater* akan aktif karena mendapat tegangan dari kaki NC pada *relay* yang COM nya telah dialiri tegangan AC.



Gambar 4.4 Grafik kenaikan Suhu

Pada Gambar 4.4 diatas, terlihat sebuah grafik kenaikan suhu yang terjadi pada saat proses *developing* sedang berlangsung yang mana suhu awal dari cairan sebesar  $25,67^{\circ}\text{C}$  dan akan terus naik mencapai suhu setting yaitu pada suhu  $40,00^{\circ}\text{C}$  dan pada grafik terlihat keadaan suhu saat mencapai nilai *setting* sebesar  $40,16^{\circ}\text{C}$ . Pemantauan kenaikan suhu yang dilakukan dengan cara melihat nilai suhu yang tertampil pada LCD dengan jeda waktu setiap 1 menit sekali nilai suhu dicatat, didapatkan hasil pemantauan suhu dari awal kondisi cairan masih baru sampai suhu cairan tercapai dengan nilai *setting* selama  $\pm 15$  menit yang ditampilkan pada *stopwatch* dan pencatatan nilai suhu yang tertampil dengan jeda 1 menit selama 30 menit yang dapat dilihat pada grafik jika setiap 1 menit sekali kenaikan suhu yang terjadi  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  dan terjadi secara konsisten sampai mencapai suhu *setting*. Dapat dikatakan bahwa setiap 1 menit kenaikan suhu yang terjadi sebesar  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  yang artinya selama 15 menit proses berlangsung suhu akan naik sebesar  $\pm 15^{\circ}\text{C}$ . Pada saat kondisi awal, nilai suhu diketahui sebesar  $25,67^{\circ}\text{C}$  dan saat mencapai nilai suhu yang ditentukan yaitu sebesar  $40,16^{\circ}\text{C}$ . Pemantauan kenaikan suhu dilakukan pada ruangan terbuka dan tanpa penutup *box* pada alat yang artinya bisa saja pengaruh dari keadaan luar alat yang membuat kenaikan suhu menjadi tidak merata atau konstan sehingga hasil yang didapatkan terlalu jauh dari hasil yang diharapkan.