

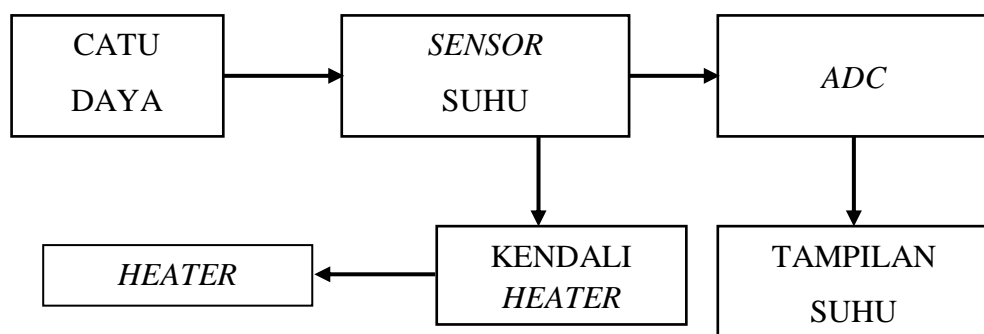
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Blok

Dalam penelitian dan pembuatan modul penulis membuat diagram blok alat dengan uraian sebagai berikut. Sumber tegangan pada alat yaitu 220 VAC yang akan diubah menjadi tegangan DC oleh catu daya dengan keluaran +5 Volt, -5 Volt, dan +12 Volt. Tegangan +5 Volt digunakan oleh seluruh blok kecuali *heater*. Tegangan -5 Volt digunakan oleh blok ICL 7107. Tegangan +12 Volt digunakan oleh blok kendali *heater*.

Sensor suhu yang digunakan adalah LM35 dimana keluarannya terhubung pada *ADC* yang akan mengubah sinyal analog dari *sensor* ke sinyal digital lalu ditampilkan ke *seven segment*. Keluaran *sensor* suhu juga terhubung ke kendali *heater* yang berfungsi mengendalikan nyala atau matinya *heater* agar suhu tetap stabil. Diagram blok alat dapat dilihat pada Gambar 3.1.

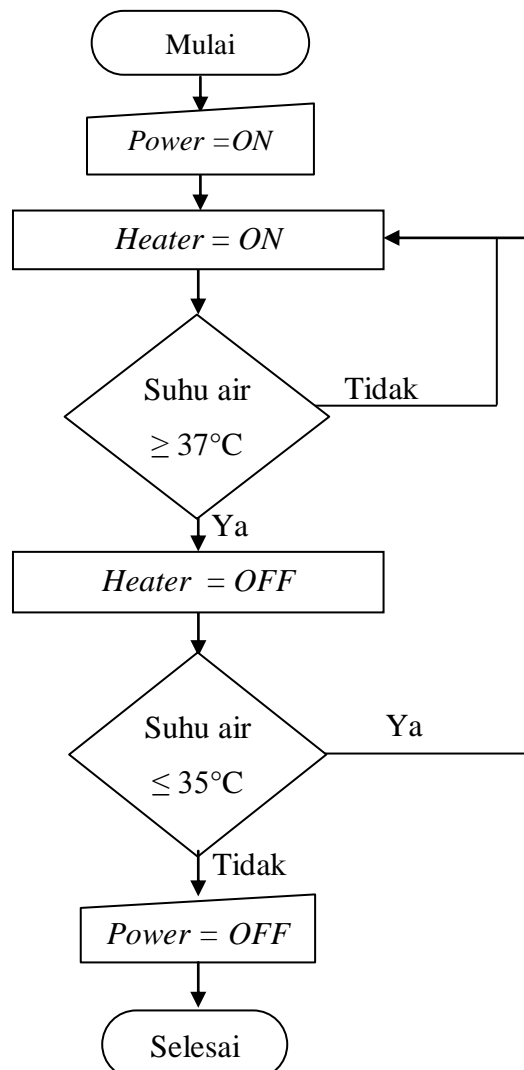


Gambar 3.1. Diagram blok penghangat susu

3.2. Diagram Alir

Diagram alir suatu alat merupakan proses atau urutan bagaimana alat tersebut dapat digunakan/bekerja. Dalam alat penghangat susu yang dibuat penulis, suhu air yang ingin dicapai telah ditetapkan yaitu 40°C hingga stabil agar suhu susu yang dihangatkan sama dengan suhu air, sehingga susu siap dikonsumsi. Pada alat tersebut proses dimulai dengan menghubungkan alat ke sumber tegangan 220 Volt AC. Pada saat saklar *power* dihidupkan (*ON*), alat langsung bekerja dimulai dengan *heater* bekerja (*ON*). *Heater* bekerja memanaskan obyek dengan perantara logam sebagai penghantar panas ke air, lalu panas air secara perlahan berpindah ke susu.

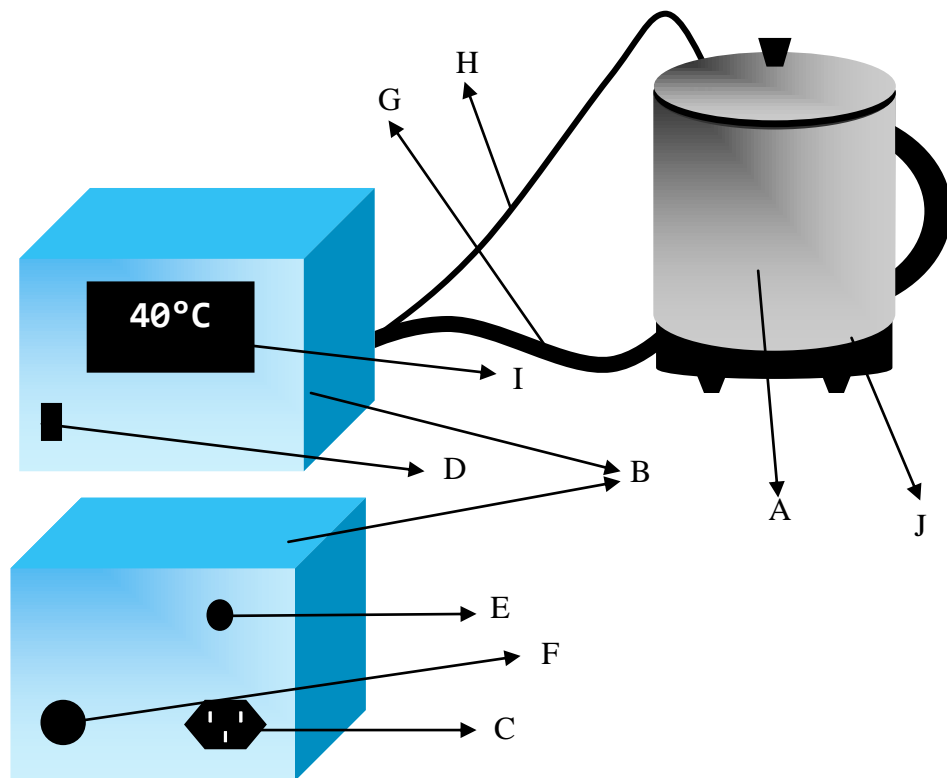
Sensor suhu secara *real time* mengirimkan sinyal analog yang diubah menjadi sinyal digital sehingga dapat terbaca. Kenaikan suhu dapat dipantau pada tampilan. Setelah suhu mencapai 37°C, *heater* dalam kondisi *off* sehingga pemanasan tidak terjadi lagi. Pada saat *heater off*, panas *heater* lebih tinggi dari air sehingga suhu air meningkat hingga sekitar 40°C meskipun *heater* telah *off*. Apabila terjadi penurunan suhu ($\pm 35^\circ\text{C}$) *heater* akan bekerja kembali dan mati saat suhu air mencapai 37°C, begitu seterusnya. Setelah susu telah mencair dan hangat tekan saklar *power* dalam kondisi *off* sehingga seluruh sistem tidak bekerja (*off*). Diagram alir proses dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram alir penghangat susu

3.3. Diagram Mekanis

Dalam penelitian dan pembuatan modul penulis akan membuat alat penghangat ASI perah. Diagram mekanis alat ini dibuat dengan memanfaatkan pemanas elektrik yang banyak dijual dipasaran dan satu buah kotak untuk meletakkan rangkaian blok elektronika. Lalu kedua piranti tersebut dihubungkan dengan kabel agar alat dapat berfungsi. Ilustrasi diagram mekanis alat penghangat ASI perah dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Diagram mekanis penghangat susu

Dengan memanfaatkan pemanas elektrik yang telah penulis miliki, kotak modul terpisah dengan pemanas air elektrik sehingga membutuhkan kabel penghubung agar *heater* dalam pemanas air elektrik dapat bekerja. Hal tersebut dapat memudahkan pengguna untuk memasukkan dan membuang air yang digunakan untuk menghangatkan susu. *Sensor* suhu pada alat diletakkan di ruang dalam pemanas air elektrik di mana ruang tersebut berisi air sebagai perantara menghangatkan susu. Keterangan gambar diagram mekanis dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Keterangan diagram mekanis penghangat susu

No.	Keterangan	Fungsi
A.	Wadah penghangat susu beku/dingin.	Menempatkan botol/wadah susu beku/dingin dari dalam lemari pendingin.

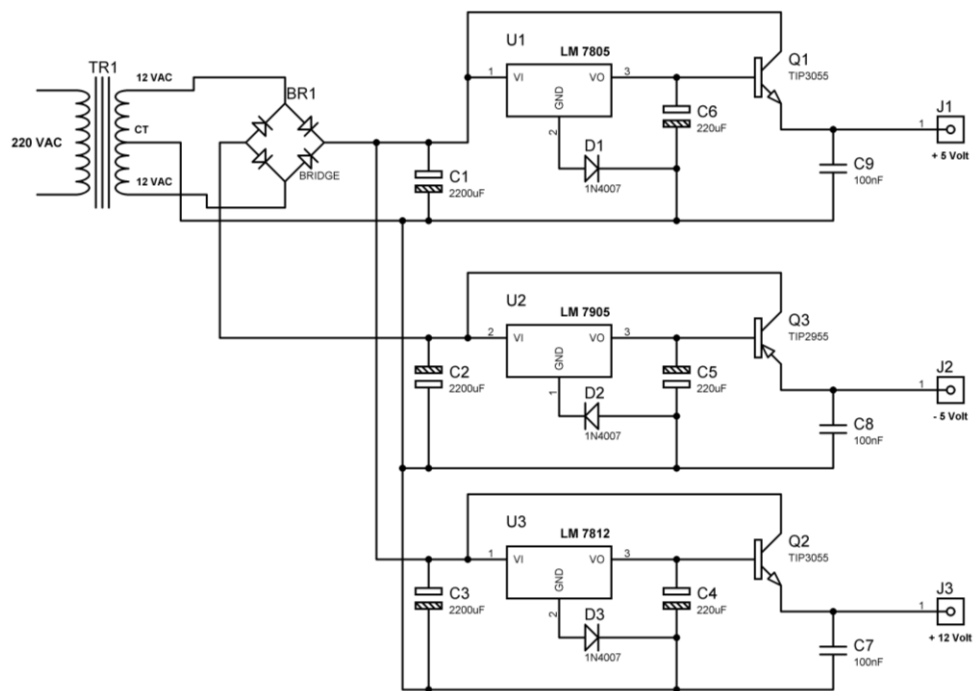
Tabel 3.1. Keterangan diagram mekanis penghangat susu (lanjutan)

No.	Keterangan	Fungsi
B.	Kotak modul.	Menempatkan blok-blok rangkaian.
C.	Konektor sumber tegangan AC.	Penghubung sumber tegangan AC ke alat.
D.	Saklar <i>On/Off</i>	Menghidupkan atau mematikan alat.
E.	Sekering/ <i>fuse</i> .	Pengaman bila terjadi arus berlebih yang masuk ke alat.
F.	Konektor	Penghubung <i>heater</i> dan <i>sensor</i> ke wadah penghangat susu beku/dingin.
G.	Kabel <i>heater</i>	Menghubungkan <i>heater</i> ke modul.
H.	Kabel <i>sensor</i>	Menghubungkan <i>sensor</i> ke modul.
I.	Tampilan suhu.	Menampilkan suhu secara <i>real time</i> .
J.	<i>Heater</i>	Memberikan panas dengan sumber listrik. <i>Heater</i> berada di bawah wadah penghangat susu beku/dingin.

3.4. Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya adalah suatu rangkaian pencatu daya yang berfungsi sebagai pengubah arus *Alternating Current (AC)* menjadi *Direct Current (DC)*. Komponen terpenting pada rangkaian yaitu *diode* yang fungsinya memperbolehkan arus listrik mengalir ke satu arah dan

menghambat arus dari arah sebaliknya (Barmawi, 1985). Rangkaian catu daya dengan keluaran 5 VDC, -5 VDC, dan 12 VDC dapat dilihat pada Gambar 3.4.

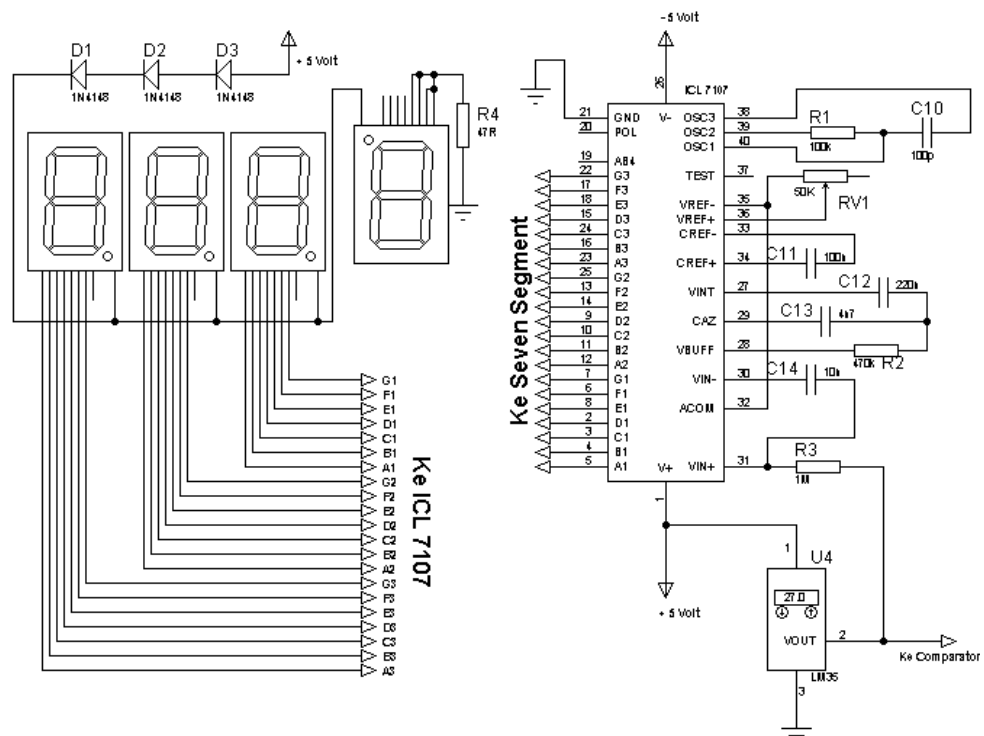


Gambar 3.4. Rangkaian catu daya

Sumber dari rangkaian yaitu 220 VAC yang tegangannya diturunkan melalui *transformator step down* dengan keluaran 6 VAC dan 12 VAC. Kemudian arus AC disearahkan oleh *diode bridge* 2A. Tegangan sebelum *IC regulator* bernilai 1,41 VAC karena menggunakan *diode bridge* dan terdapat kapasitor sebagai penapis (*filter*) (Barmawi, 1985). *IC regulator* memerlukan tegangan masukan diatas seri *IC* tersebut. Contoh 7805 memerlukan tegangan diatas 5 volt misal 6, 7, atau 8 volt. Dalam rangkaian ini digunakan *IC* 7805 untuk tegangan keluaran 5 volt positif, 7905 untuk tegangan keluaran 5 volt negatif, dan 7812 untuk tegangan keluaran 12 volt positif.

3.5. Rangkaian Aplikasi ICL 7107

Ada berbagai macam *IC* yang dapat difungsikan sebagai *ADC*, namun kebanyakan tampilan (hasil) dari *ADC* dapat dilihat pada *LED*. Penulis ingin menampilkan hasil *ADC* menggunakan *seven segment*, maka *IC* yang dapat digunakan yaitu ICL 7107. Rangkaian ICL 7107 dapat dilihat pada *datasheet* atau pada Gambar 3.5.

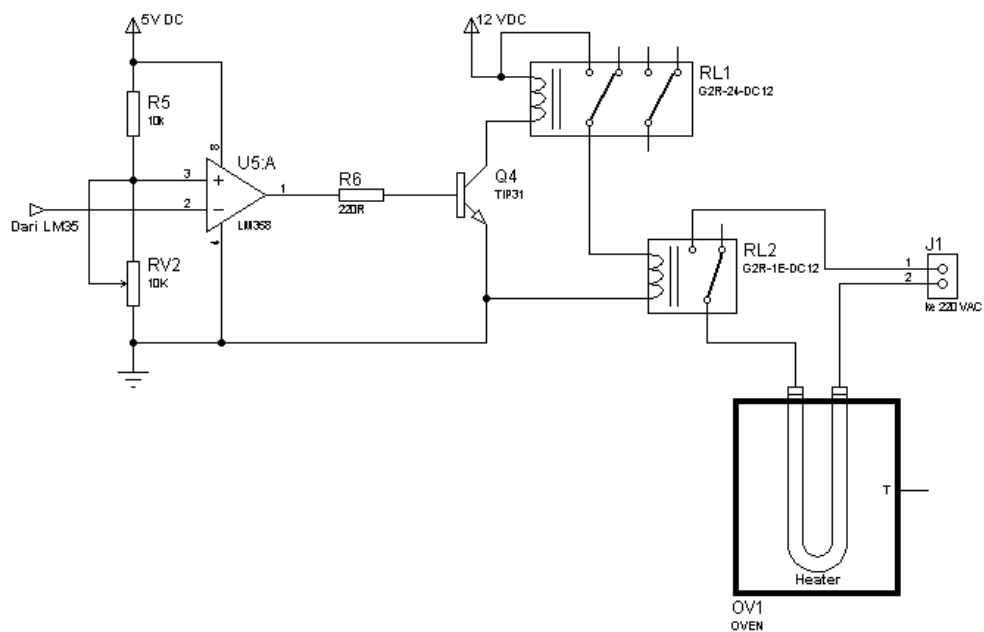


Gambar 3.5. Rangkaian aplikasi ICL 7107

Rangkaian tersebut berguna untuk mengubah sinyal analog ke sinyal digital dengan tampilan *seven segment*. Di dalam *IC* tersebut terdapat *decoder*, *counter*, *clock*, *oscilator*, dan *Analog to Digital Converter (ADC)*. Agar rangkaian dapat bekerja secara optimal, rangkaian disesuaikan pada *datasheet*.

3.6. Rangkaian Kendali *Heater*

Dalam rangkaian kendali *heater* yang berperan penting yaitu rangkaian *comparator*. Dalam bahasa logika/pemrograman, keluaran dari *comparator* bisa diartikan seperti 1 (*high*) atau 0 (*low*). Rangkaian kendali *heater* dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Rangkaian kendali *Heater*

Rangkaian tersebut berguna sebagai kendali *heater*, sehingga saat suhu telah tercapai *heater* tidak terus menerus bekerja. Masukan dari rangkaian tersebut yaitu LM35 yang memberikan tegangan sesuai suhu dalam wadah. *Comparator* berfungsi membandingkan antara tegangan masukan dengan tegangan referensi. Suhu yang ingin dicapai adalah 40°C, maka suhu dibawah 40°C *heater* akan bekerja.

Cara mengatur tegangan referensi pada *comparator* yaitu dengan memutar *multi turn*. Pertama, ukur tegangan yang keluar dari *sensor*. Berdasarkan teori, *sensor* mengeluarkan tegangan 10 mV setiap 1°C,

sehingga jika suhu 40°C yang terdeteksi seharusnya tegangan yang keluar adalah 400 mV. Tegangan yang keluar dari *sensor* tersebut menjadi V_{in} (-) untuk *comparator*. Lalu V_{ref} (+) diambil dari V_{cc} (5 V) dengan menggunakan pembagi tegangan. Pada Gambar 3.6. didapatkan persamaan 3-1.

$$V_{ref} = \frac{RV2}{RV2 + R5} \times V_{cc} \quad (3 - 1)$$

Keterangan:

V_{ref} = tegangan referensi (V)

$RV2$ = resistor variabel (Ω)

$R5$ = resistor (Ω)

V_{cc} = tegangan sumber (V)

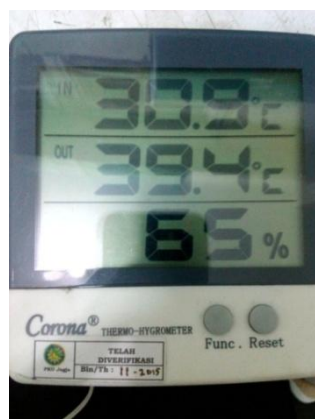
Pada rangkaian Gambar 3.6. dapat dihitung bahwa tegangan referensi maksimal 2,5 V. Tegangan referensi yang dibutuhkan adalah dibawah 400 mV, maka *multiturn* diputar hingga tegangan referensi didapat dibawah 400 mV (misal 395 mV).

Sesuai dengan teori *comparator*, V_{in} (-) dibawah 400 mV akan mengeluarkan tegangan positif pada V_{out} *comparator* yang menyebabkan transistor (NPN) aktif. Lalu ketika V_{in} (-) diatas 400 mV akan mengeluarkan tegangan negatif yang menyebabkan transistor (NPN) tidak aktif. Transistor (NPN) ini berfungsi sebagai saklar *relay* yang menghubungkan *heater* ke sumber PLN agar *heater* bekerja. *Relay* yang digunakan pada rangkaian ini ada 2, karena *heater* yang digunakan membutuhkan daya 190 Watt dan *relay* yang terhubung *transistor* adalah

relay 1A. Kemudian *relay* 1A diumpankan ke *relay* 7A agar konsumsi daya listrik lebih aman, sebab *relay* 1A jika digunakan untuk *heater* 190 Watt mendekati batasnya yaitu 220 Watt.

3.7. Perancangan Pengujian

Perancangan pengujian merupakan rencana dalam mengambil data sebagai hasil pengujian pada alat yang telah diselesaikan. Pengambilan data yang dilakukan meliputi 2 jenis, yaitu pengambilan data pengujian suhu dan pengambilan data pengujian alat. Agar hasil pengukuran suhu yang diinginkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya, maka digunakan alat pembanding berupa termometer. Termometer yang digunakan yaitu *Thermo-Hygrometer* merek *Corona* yang dimiliki oleh Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Unit I Yogyakarta. Alat pembanding ini telah diverifikasi pada bulan November 2015, sehingga alat pembanding ini masih dapat digunakan hingga bulan November 2016. Alat pembanding ini mengukur suhu -50°C s/d $+70^{\circ}\text{C}$, sayangnya alat ini memerlukan 5 detik untuk memperbarui suhu terukur.



Gambar 3.7. *Thermo-Hygrometer Corona*

3.7.1 Perancangan pengkomparasian

Perancangan pengkomparasian dilakukan untuk membandingkan alat/modul dengan pembanding yang telah dikalibrasi agar alat/modul layak digunakan. Cara yang digunakan dalam pengujian ini cukup mudah yaitu:

1. Isi air pada wadah pemanas elektrik setengahnya saja.
2. Lakukan instalasi alat dengan menghubungkan kabel *sensor* dan kabel *heater* pada kotak rangkaian, kemudian colokkan steker *heater* ke pemanas elektrik, setelah itu letakkan *sensor* dalam air.
3. Masukkan *sensor* termometer pembanding ke dalam air, usahakan dekat dengan *sensor* modul. Bila perlu ikat kedua *sensor* agar tidak menjauh satu sama lain.
4. Hubungkan alat ke sumber listrik PLN. Setelah itu nyalakan alat dan tunggu hingga *heater* mati.
5. Setelah *heater* mati, panas yang masih tersimpan pada *heater* berpindah ke air sehingga suhu air masih terjadi kenaikan. Tunggu hingga suhu air benar-benar stabil dalam waktu cukup lama dan lakukan pengambilan data dengan membandingkan pengukuran pada alat dan pengukuran pada termometer. Amati suhu pada tampilan modul dan termometer. Bandingkan keduanya. Apabila terjadi perbedaan atau selisih yang terlalu jauh antara modul dengan termometer, kalibrasi tampilan

modul dengan memutar multiturn pada blok ICL7107 hingga tampilan modul sama atau mendekati suhu yang ditampilkan pada termometer.

6. Setelah suhu yang tertampil pada modul sama dengan suhu yang tertampil pada termometer, ambil data pada suhu 50°C–34°C setiap 1°C. Data yang diambil yaitu suhu yang tertampil pada termometer dan suhu yang tertampil pada modul. Catat hasilnya dalam tabel. Kemudian olah data sehingga mendapatkan suatu kesimpulan apakah alat layak digunakan atau tidak berdasarkan standar pengkalibrasian.

3.7.2 Perancangan pengujian alat

Perancangan pengujian alat dilakukan guna mengetahui cara kerja alat serta kelebihan dan kekurangan pada alat sehingga pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan. Pengujian ini menggunakan obyek/susu yang memiliki spesifikasi berbeda-beda. Penulis mengambil 4 sampel, sampel 1–3 menggunakan jenis susu yang sama yaitu susu formula namun dengan volume dan atau kepekatan yang berbeda, sedangkan sampel ke 4 menggunakan air susu ibu (ASI).

Untuk melakukan pengujian tentu saja membutuhkan Standar Operasional Prosedur (SOP) guna keamanan dan kelancaran pengujian. SOP ini dilakukan untuk mendapatkan data pada sub bab 4.1.3. Penulis membuat SOP untuk pengujian alat sebagai berikut:

1. Siapkan alat dan bahan:

- a. ASI beku 60 ml dalam botol kaca ukuran 100 ml
- b. Air dingin 500 ml
- c. Alat/modul
- d. Termometer



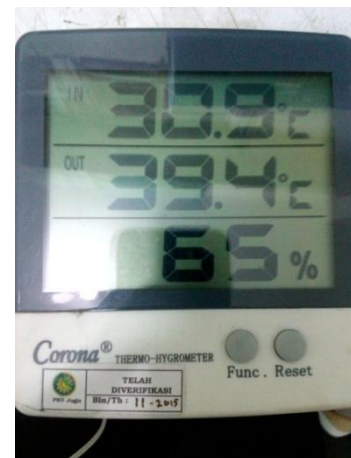
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.8. (a) ASI beku (b) air dingin (c) modul
(d) termometer

2. Masukkan susu beku beserta botolnya ke dalam wadah.



Gambar 3.9. Memasukkan susu beku

3. Masukkan air dingin pada wadah hingga batas atas susu atau leher botol.



Gambar 3.10. Isi air pada wadah.

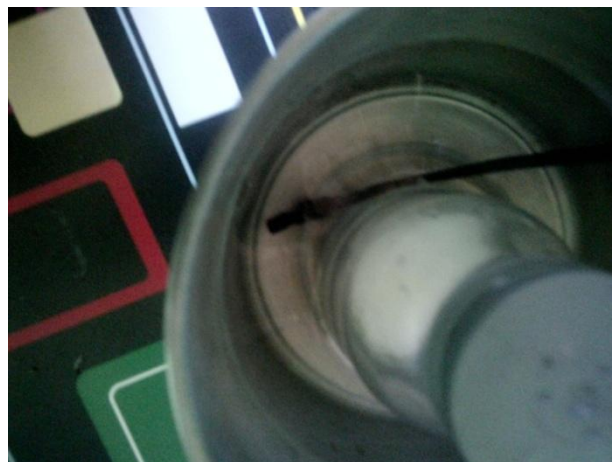
4. Lakukan instalasi alat dengan menghubungkan kabel *sensor* dan kabel *heater* pada kotak rangkaian, kemudian colokkan steker *heater* ke pemanas elektrik, setelah itu letakkan *sensor* dalam air, usahakan *sensor* menyentuh botol susu yang terendam.



Gambar 3.11. Menghubungkan kabel *power* dan kabel *sensor* dan *heater* ke alat



Gambar 3.12. Menghubungkan *heater* pada wadah ke alat



Gambar 3.13. Meletakkan *sensor*

5. Masukkan *sensor* termometer ke dalam susu (susu hanya untuk pengujian, tidak dikonsumsi).
6. Hubungkan alat ke sumber listrik PLN. Pastikan kabel *power* terhubung pada alat.
7. Kemudian nyalakan alat dan amati prosesnya, ambil data suhu air dan suhu susu setiap 100 detik.



Gambar 3.14. Hasil pengujian pada menit ke 10

8. Catat hasilnya pada kertas, kemudian olah data pada komputer sebagai laporan hasil pengujian.

Waktu (menit)	Suhu Air (°C)	Suhu Susu (°C)	Heater ON/OFF
00:00	20,9	0,3	ON
00:10	21	0,3	ON
00:20	21,3	0,6	ON
00:30	21,8	0,9	ON
00:40	22,4	1,2	ON
00:50	23,2	1,5	ON
01:00	24,4	1,8	ON
01:10	25,3	2,1	ON
01:20	26,4	2,4	ON
01:30	26,6	2,7	ON
01:40	27,2	3	ON
01:50	28,3	3,3	ON
02:00	28,9	3,6	ON

Gambar 3.15. Olah data hasil pengujian

3.8. Pengolahan Data

3.8.1. Variabel Penelitian

Penelitian yang dilakukan penulis pada alat ini yaitu mengetahui waktu tempuh yang dibutuhkan agar suhu susu mencapai sekitar 40°C. Jadi, terdapat beberapa variabel dalam penelitian ini, antara lain:

1. Variabel Bebas

Adalah variabel yang memengaruhi faktor-faktor yang diukur oleh peneliti untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diamati. Variabel bebas adalah variabel yang dapat mempengaruhi timbulnya variabel terikat (Anonim, 2011). Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas yaitu lama atau waktu yang dibutuhkan selama proses dilakukan. Alat ukur yang digunakan yaitu *stopwatch*.

2. Variabel Terikat

Merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat adanya variabel bebas (Isahi, 2015). Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat yaitu kenaikan suhu susu. Alat ukur yang digunakan yaitu termometer.

3. Variabel Terkendali

Adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat tidak terpengaruh faktor luar yang tidak teliti (Anonim, 2015). Pada

penelitian ini ada beberapa yang menjadi variabel terkendali, antara lain suhu air yang dibuat konstan antara 34°C–50°C, volume air yang ditetapkan sebanyak 500 ml, dan volume susu sebanyak 60 ml. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur suhu air yaitu kendali suhu pada alat yang dibuat penulis, sedangkan alat ukur volume air dan susu menggunakan gelas ukur.

3.8.2. Teknik analisis data

1. Rata-rata

Rata-rata yaitu suatu bilangan yang mewakili kumpulan data atau dengan kata lain jumlah kumpulan data per banyaknya kumpulan data tersebut. Persamaan rata-rata dapat dilihat pada persamaan 3–2.

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} \quad (3 - 2)$$

Keterangan:

\bar{X} = rata-rata data

ΣX = jumlah nilai data

n = jumlah/banyak data (1,2,3,...,n)

2. Simpangan

Simpangan yaitu nilai selisih atau nilai koreksi antara suatu obyek yang diukur dengan pembanding. Persamaan simpangan dapat dilihat pada persamaan 3–3.

$$\text{Simpangan} = X_1 - X \quad (3 - 3)$$

Keterangan:

X_1 = data modul

X = data termometer