

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Dalam pembuatan sebuah alat tentunya harus dipersiapkan segala hal untuk keberhasilan merancang alat tersebut yaitu alat dan bahan yang akan digunakan. Sehingga pada Tabel 3.1 disebutkan alat dan bahan yang akan dipakai pada saat perancangan alat.

Tabel 3.1 Alat

No.	Nama Alat	Jumlah
1.	Laptop	1
2.	Penyedot Timah / Atraktor	1
3.	<i>Toolset</i>	1
4.	Solder	1
5.	Bor PCB	1
6.	Multimeter	1
7.	Gergaji besi	1
8.	Modul Arduino Uno	1
9.	<i>Fan</i>	1
10.	Setrika	1

3.1.1 Bahan Yang Digunakan

Tabel 3.2 Menunjukkan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan alat Inkubator Bakteri.

Tabel 3.2 Bahan

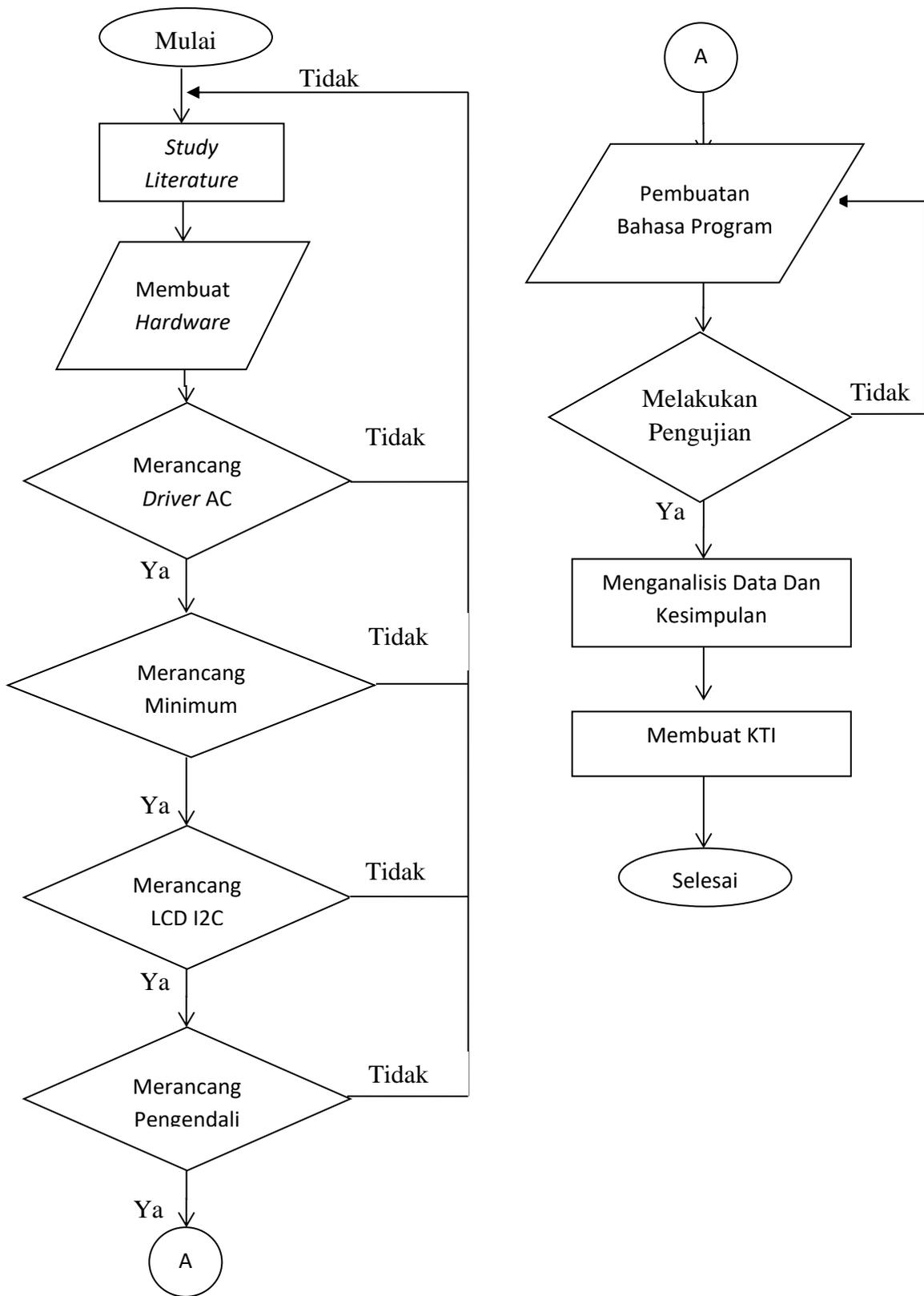
No.	Nama Bahan	Jumlah	Ukuran
1.	Printed Circuit Board (PCB)	Secukupnya	30x30 cm
2.	IC ATMmega328	1	5V
3.	LCD I2C	1	2 x 16 cm

Lanjut

			Lanjut
NO.	Nama Bahan	Jumlah	Ukuran
4.	Sensor DS 18B20	1	5V
5.	Limit Switch	1	5V
6.	Consil	Secukupnya	5V
7.	Soket IC	Secukupnya	-
8.	Travo	1	5V-12V
9.	<i>Push button</i>	Secukupnya	-
10.	LED	Secukupnya	5V
11.	Kapasitor	Secukupnya	10n
12.	Resistor	Secukupnya	1/2W –5W
13.	<i>Dioda</i>	Secukupnya	5A
14.	<i>Spler</i>	Secukupnya	-
15.	<i>Crystal 16 KHz</i>	2	16 MHZ
16.	IC Regulator	Secukupnya	5V-12V
17.	MOC3041	1	5V
18.	<i>Ferrichloride (FeCL)</i>	Secukupnya	-
19.	Triac	1	220V
20.	Kabel Konektor	Secukupnya	-
21.	Saklar	1	-

3.2 Alur Penelitian

Berdasarkan metode penelitian yang akan diterapkan dalam pembuatan alat ini dengan membuat kerangka kerja yang dapat secara garis besarnya menjelaskan tentang kegiatan apa saja yang akan dilakukan dalam proses pembuatan alat ini, seperti blok diagram dan kerangka kerja yang dapat dilihat pada *flowchart* ditunjukkan pada Gambar 3.1 *flowchart* alur penelitian.



Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian

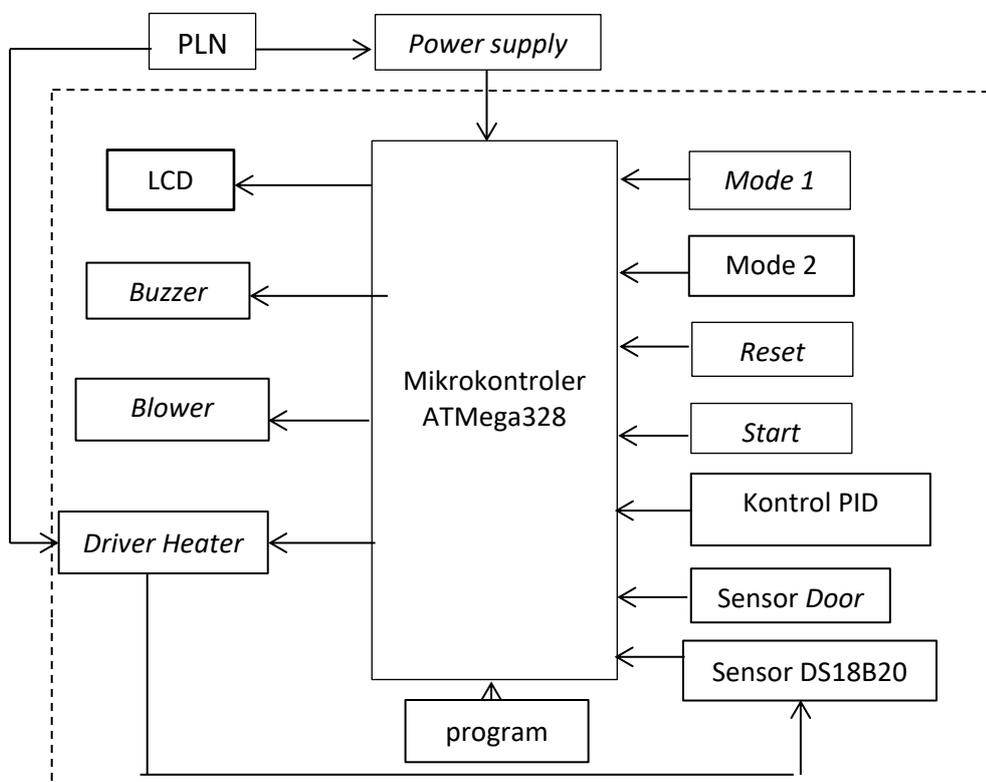
Pada alur penelitian ini pertama yang dilakukan yaitu study literature atau mempelajari teori dasar yang didapat dari jurnal-jurnal sebelumnya dalam proses pembuatan alat yang menggunakan pengendali suhu. Setelah mendapatkan teori jurnal sebelumnya, maka melakukan pembuatan rangkaian yang dibutuhkan: minimum sistem arduino uno, *driver heater*, driver buzzer, driver sensor limit switch, *driver blower*, LCD I2C. Setelah semua telah dirancang maka digabung menjadi satu ada box alat.

3.3 Perancangan Alat Inkubator Bakteri

Merancang beberapa rangkaian dan pengendali suhu agar suhu stabil. Sehingga perlu rangkaian pendukung untuk melengkapi proses perancangan alat inkubator bakteri dengan pengendali suhu.

3.3.1 Blok Diagram Sistem

Berdasarkan perancangan alat dapat dibuat sebuah blok diagram yang nantinya dipakai sebelum melakukan pembuatan alat. Berikut merupakan gambar 3.1 rancangan alat inkubator bakteri.

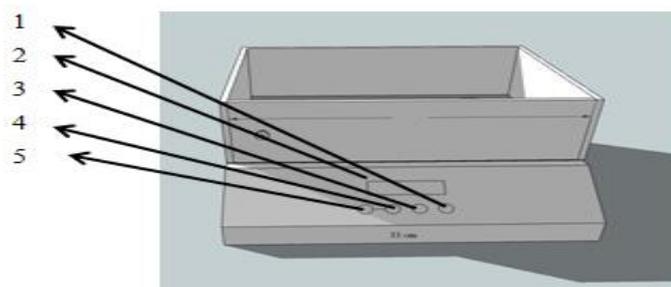


Gambar 3.1 Rancangan Sistem Inkubator Bakteri.

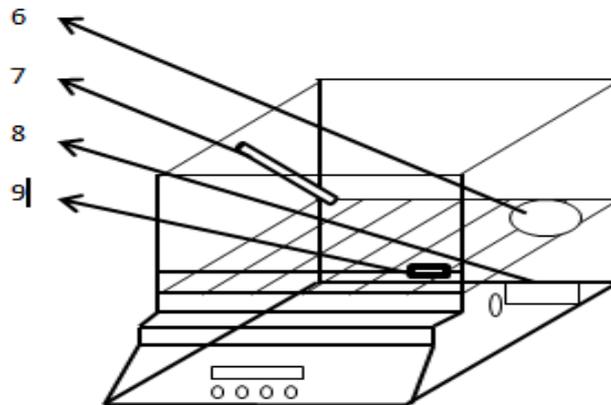
Pada perancangan alat inkubator bakteri, PLN akan memberikan tegangan pada *power supply* sehingga *power supply* akan menjadi sumber utama untuk memberikan tegangan pada setiap blok rangkaian. Pada saat user akan menjalankan alat maka menutup pintu hingga buzzer berbunyi, karena terdapat sensor door dibalik pintu setelah itu alat dijalankan user dapat mengatur selang waktu untuk proses inkubasi dengan cara menekan tombol *mode 1* dan *mode 2*. Setelah itu mikrokontroler akan memberikan perintah melalui kodingan yang sudah diatur pada IC ATmega328 untuk menyalakan proses pemanasan melalui *heater*, maka *heater* akan bekerja dengan batas waktu yang telah diberikan, pada saat melakukan pemanasan sensor suhu DS18B20 akan membaca kenaikan suhu yang telah tercapai hingga 37°C dan akan tertampil pada layar *display LCD*. Ketika suhu sudah mencapai 37°C sensor suhu akan memberitahukan pada mikro bahwa suhu telah tercapai, tetapi dalam pemanasan tidak selamanya suhu akan tetap 37°C maka disitulah rancangan sistem PID akan bekerja untuk mengatur nilai PWM agar tegangan yang masuk pada *heater* lebih baik sehingga suhu yang terbaca pada sensor agar suhu tetap stabil. Sehingga proses inkubasi telah selesai maka *buzzer* akan berbunyi menandakan bahwa proses inkubasi bakteri selesai. Pada saat pintu terbuka buzzer akan berbunyi menandakan bahwa pintu terbuka ataupun pintu belum tertutup dengan rapat, sehingga muncul peringatan pada lcd “TUTUP PINTU”.

3.3.2 Diagram Mekanik Sistem

Berikut merupakan diagram mekanik sistem dari inkubator yang akan dirancang dengan menggunakan sistem pengendali suhu PID dan terdapat sensor *door* yang akan memberitahukan bahwa pintu terbuka sehingga akan ada peringatan pada lcd “TUTUP PINTU” sehingga sistem tidak akan bekerja. Dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan gambar 3.3



Gambar 3.2 Bentuk Luar Inkubator



Gambar 3.3 Bentuk Dalam Inkubator Bakteri

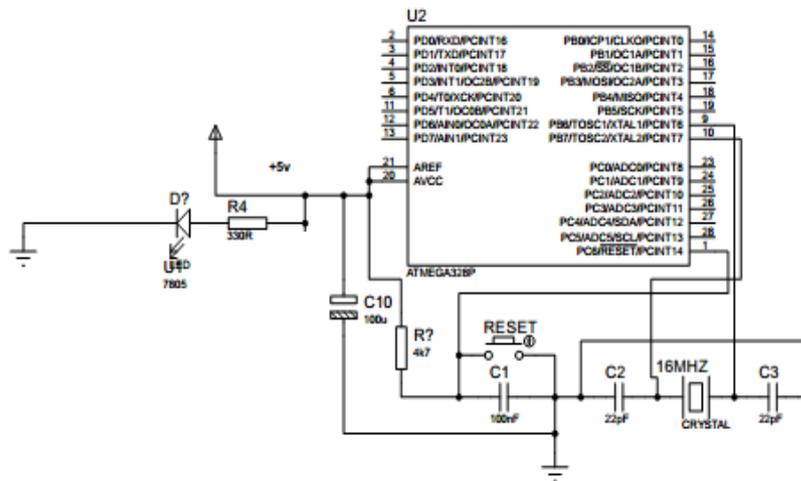
Pada perancangan inkubator bakteri yang memiliki volume antara 33 x 33 x 33 cm. Diruang inkubasi terdapat *plate* yang digunakan untuk meletakkan *heater* dan meletakkan cawan petri yang dipakai dalam proses inkubasi bakteri. Berikut merupakan fungsi dari tombol yang ada pada inkubator bakteri :

1. LCD karakter 2 x 16, sebagai indikator layar untuk menampilkan proses berjalannya inkubator bakteri
2. Tombol mode 1, untuk memilih waktu yang diinginkan dengan setingan waktu berjalan langsung.
3. Tombol mode 2, untuk memilih waktu yang diinginkan dengansetingan waktu ketika suhu telah tercapai .
4. Tombol untuk *reset* ketikan ingin mengulangi setingan pada saat inkubasi
5. Tombol *enter* untuk memulai proses inkubasi
6. *Blower / Fan akan meratakan suhu yang ada dalam ruangan*
7. Sensor DS18B20 akan membaca temperatur yang ada dalam ruang inkubasi dan menampilkan pada layar *display*
8. Sebagai tempat peletakan *heater* yang akan memberikan suhu didalam ruang inkubator

- Tempat meletakkan sensor *door* sehingga pada saat proses inkubasi *user* dapat mengetahui pintu tertutup rapat atau tidak agar udara yang dari luar tidak masuk karena dapat mengganggu proses inkubasi.

3.3.3 Rangkaian Minimum Sistem Arduino Uno

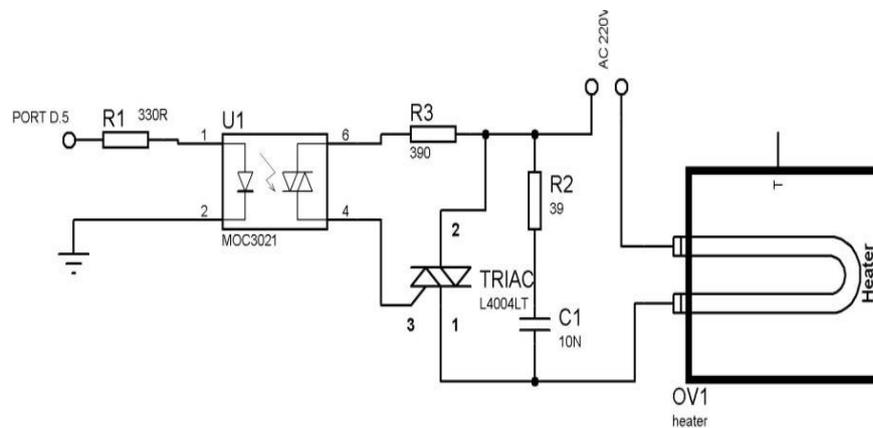
Membuat rangkaian mikrokontroler yang berfungsi untuk mengolah masukan data yang masuk dari sensor, menggunakan IC ATmega328. Rangkaian akan ditambahkan bootloader arduino untuk dapat diprogram menggunakan arduino IDE. Proses pembuatannya dimulai dengan membuat rangkaian *minimum system* arduino uno. Setelah itu diberikan masukan program dan diuji fungsinya. Berikut merupakan Gambar 3.4 merupakan rangkaian skematik *minimum system* arduino uno.



Gambar 3.4 Rangkaian Skematik *Minimum System* Arduino Uno

3.3.4 Rangkaian *Driver Heater*

Rangkaian *driver heater* yang akan digunakan MOC3041 dan Triac L4004LT yang ditunjukkan oleh Gambar 3.5 dibawah ini.

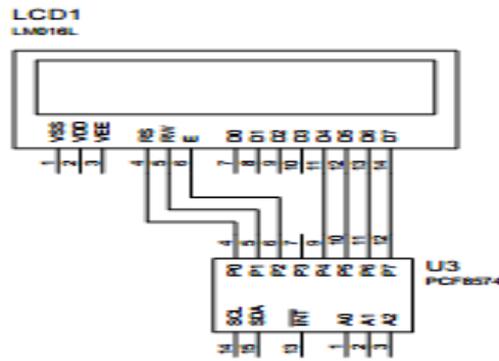


Gambar 3.5 Rangkaian *Driver Heater*

Rangkaian driver pada perancangan alat inkubator bakteri berfungsi untuk mengontak tegangan DC ke tegangan AC. Komponen MOC 3041 yang mendapatkan tegangan 5V dari mikro akan saturasi (switch ON dapat mengaktifkan triac 4004LT dengan kontak AC agar dapat menyalakan pemanas. Ketika MOC3041 tidak mendapatkan tegangan maka triac akan mati karena gate tidak mendapatkan tegangan dari MOC dan pemanas mati. Pada penggunaan resistor untuk driver heater yaitu R1 sama dengan V_s dikurangi V_d yang hasilnya akan dibagi dengan arus [9].

3.3.5 Rangkaian Modul LCD I2C

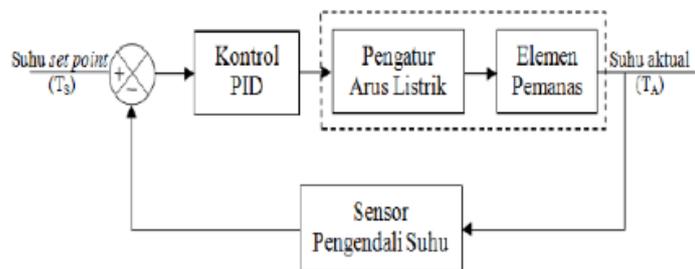
Membuat rangkaian LCD dan modul I2C untuk menampilkan hasil yang didapat dari pengolahan data oleh mikrokontroler arduino uno, hasil berupa keterangan suhu sekarang dan waktu berjalan pada inkubasi. Berikut Gambar 3.6 merupakan rangkaian skematik modul LCD I2C.



3.3. Gambar 3.6 Rangkaian Skematik LCD I2C

Sistem kontrol pemanas suhu ruangan dirancang dengan mekanisme menggunakan sistem kontrol loop tertutup dengan umpan balik sensor DS 18B20 mekanisme pengontrolan temperatur pemanasan dilakukan dengan mengatur banyaknya energi listrik yang dialirkan ke pemanas heater berdasarkan teknik PWM (Pulse Width Modulation). Apabila suhu aktual (T_A) pemanasan berbeda dengan suhu set point (T_s) maka selisih antara T_A dengan T_s sebagai nilai error dari sistem kontrol, selanjutnya nilai error tersebut dikonversi kedalam bentuk lebar pulsa PWM. Lebar pulsa PWM ditentukan lewat perhitungan PID dengan metode ZNM berdasarkan nilai error dan parameter-parameter PID seperti K_p , K_i dan K_d yang diberikan.

Selanjutnya, sinyal PWM difungsikan untuk mengontrol Plant berupa komponen TRIAC, MOC3041 dan elemen pemanas. Pada Gambar 3.7 merupakan blok sistem pengendali suhu pada umumnya.

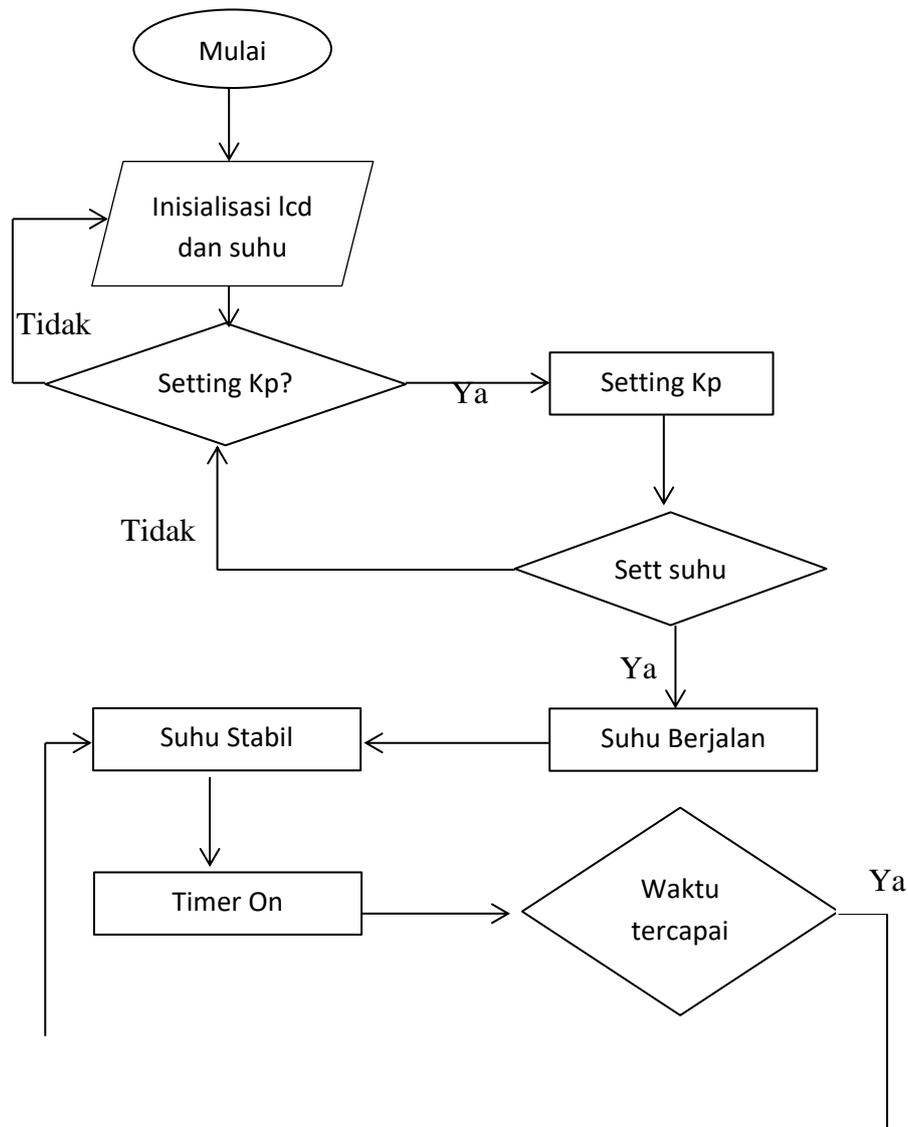


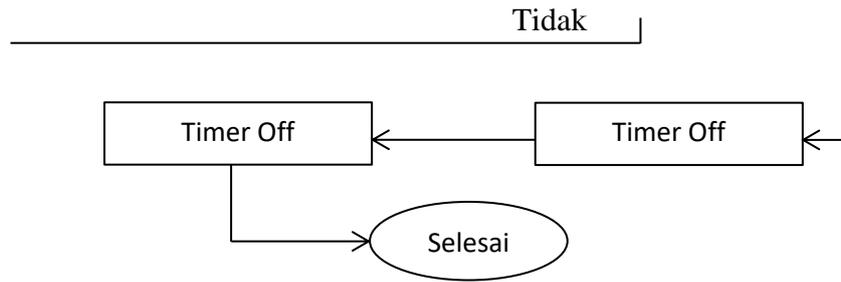
Gambar 3.7 Diagram Blok Sistem Pengendali

Lebar pulsa PWM ditentukan menurut perhitungan PID ZNM, sesuai dengan persamaan berikut:

$$D (\%) = TD * (K_P e + K_i \int e dt + K_d \frac{de}{dt}) \text{-----}[3-1]$$

Dimana nilai D merupakan Duty Cycle PWM, TD merupakan faktor skala untuk mengkonversi nilai PID menjadi nilai integer antara 0 hingga 255. Sedangkan konstanta K_p, K_i dan K_d merupakan parameter PID yang didapatkan dari proses tuning berdasarkan metode Ziegler-Nichols. Implementasi kontrol PID ke dalam bahasa program mikrokontroler sebagaimana terdapat dalam bentuk *flowchart* Gambar 3.8. Ketika tegangan keluaran dari rangkaian driver MOC3041 bernilai 1 maka program akan mengaktifkan komponen TRIAC melalui pulsa PWM yang dibangkitkan, kondisi ini terjadi untuk tiap siklus dari sinyal AC yang dikontrol baik saat bernilai positif maupun negatif. Program kontrol dapat di atur secara manual. Untuk program manual, program ini digunakan untuk proses perhitungan PID.





Gambar 3.8 Flowchart Program Kontrol Pengendali

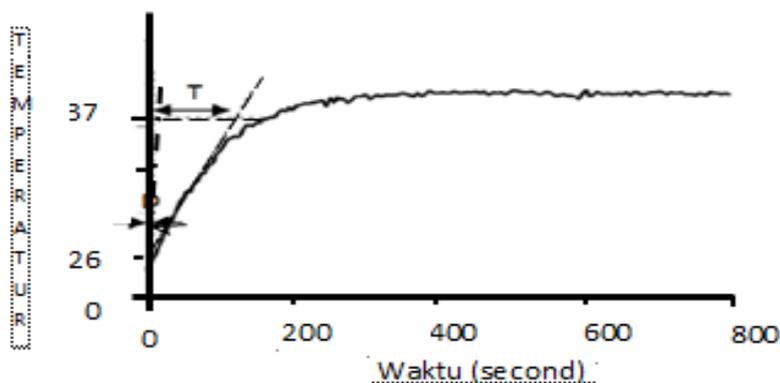
ata

eksperimen sehingga diperlukan faktor koreksi terhadap nilai K_p agar didapatkan sistem kontrol yang lebih stabil. Faktor koreksi juga dimaksud untuk mengurangi nilai *overshoot* dari sistem kontrol, hal ini terjadi karena respon pemanasan untuk tipe pemanas resistansi rendah lebih cepat dibandingkan jenis pemanas yang lain. Oleh karenanya, ketika sistem telah mencapai keadaan set point, nilai parameter K_p dikurangi untuk menghindari kondisi *overshoot* besarnya K_p aktual dapat dituliskan dalam bentuk persamaan menjadi $K_p(\text{aktual}) = K_p(\text{sebelum}) - 1$.

Dari pengujian respon alat menggunakan umpan balik akan didapatkan grafik respon suhu. Dengan metode Ziegler-Nicholas grafik suhu terhadap waktu di analisa untuk mendapatkan nilai parameter K_p , K_i dan K_d yang menjadi dasar perhitungan algoritma PID. Pengujian respon alat menggunakan algoritma PID yang sudah ditambahkan faktor koreksi parameter K_p dan K_i akan didapatkan grafik respon suhu terhadap waktu. Pengujian ini menggunakan setting 36, 37, 38.

Dari pengujian ini akan diperoleh data respon sistem tiap setting dan data nilai standar deviasi untuk tiap setting. Dari pengujian respon alat terhadap perubahan gangguan berupa kenaikan suhu diperoleh data lamanya sistem alat untuk kembali ke keadaan stabil.

Untuk mendapatkan nilai dari K_p , K_i dan K_d secara eksperimen dapat dilakukan melalui pengujian sistem loop terbuka. Dari hasil pengujian sistem loop terbuka didapatkan grafik respon sistem sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.9 dimana parameter K_p , K_i dan K_d berdasarkan turunan pada Metode ZN.



Gambar 3.9 Grafik Loop Tertutup

Dari kurva pengujian loop tertutup sebagaimana ditunjukkan Gambar 3.9, diperoleh nilai $D = 0,753s$ dan nilai $T = 160 s$. Sesuai dengan metode PID ZN, besarnya konstanta K_p , K_i dan K_d dapat ditentukan melalui persamaan berikut:

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{1,2 T}{D} = 255 \\ K_i &= \frac{K_p}{T} = 1,593 \\ K_d &= K_p * T = 405 \end{aligned} \quad [3-2]$$

Hasil kontrol temperatur menunjukkan bahwa ketika keadaan SP dicapai, sistem akan mengalami osilasi yang relatif kecil dengan nilai standar deviasi rata-rata untuk semua nilai SP sebesar 0.06-0.12%. Adanya faktor koreksi untuk nilai K_p mengakibatkan besarnya overshoot dari sistem dapat direduksi, tetapi efek lain yang muncul bahwa nilai temperatur yang sama dengan nilai SP akan sulit dicapai mengingat adanya faktor pengurangan dari nilai K_p yang diberikan. Keadaan stabil dari sistem dapat dicapai dalam waktu yang relatif singkat sekitar 360 detik, hal ini terjadi karena adanya faktor respon yang cepat dari komponen pemanas yang digunakan. Pemanas dengan resistansi yang rendah cenderung memiliki respon pemanasan yang lebih cepat jika dibandingkan dengan pemanas dengan tingkat resistansi yang lebih tinggi.

3.4 Pembuatan Bahasa Program Mikrokontroler ATmega328

Perancangan sistem (*software*) inkubator bakteri dengan pengendali suhu. Membuat bahasa .program untuk mempermudah mengolah data dari perangkat

yang masuk dengan mikrokontroler ATmega328. Berikut bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat alat ini:

3.4.1 Program Penetapan Kaki Pin Pada Masing-Masing Variabel

Pada kaki arduino akan dipakai sebagai inputan kepada setiap blok rangkaian yang dibutuhkan. Berikut merupakan gambar 3.10 deklarasi tipe data pada kaki arduino.

```
int32_t frequency = 13; // LED di pin 9

float Kd = 0.00;

float Sett = 0.00;

float Ki = 0;

float Kp = 255.00;

float akhir;

float T = 0.00;

float hasil = 0;

int model = 3;

int mode2 = 4;

int mulai = 5;

int ulang = 6;

int kipas = 11;

int limit = 10;

int buzzer = 12;
```

Gambar 3.10 Deklarasi Tipe Data dan Inisialisasi Kaki Arduino

Untuk mendeklarasikan tipe-tipe data yang dipakai dalam suatu variabel, sehingga rangkaian yang akan di pakai akan diberikan input dari kaki arduino sesuai

kebutuhan yang dipakai, sehingga deklarasi disini berfungsi sebagai perintah yang akan dijalankan pada variabel tertentu dalam bentuk pecahan atau bilangan bulat dan mendeklarasikan library yang dipakai dalam perancangan nilai PWM pada PID Sensor Suhu maupun LCD I2C.

3.4.2 Program Inisialisasi LCD

Program untuk inisialisasi lcd dapat dilihat pada gambar 3.11 ketika dalam proses inkubasi.

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
    pinMode(pin, OUTPUT); lcd.print("TUGAS AKHIR");  
    delay(2000);  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(3,0);  
    lcd.print("INKUBATOR");  
    lcd.setCursor(4,1);  
    lcd.print("BAKTERI");  
    delay(2000);  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(1,0);  
    lcd.print("BAMBANG ABD R M");  
    lcd.setCursor(1,1);  
    lcd.print("NIM_20163010018");  
    delay(2000);  
}
```

Gambar 3.11 Program Inisialisasi LCD dan Pemberian *Input* atau *Output*

Pemberian program pembacaan pada lcd dan variabel yang telah di berikan inputan, maka ketika alat pertama kali dijalankan LCD akan pertama kali menampilkan perintah perintah yang telah diberikan dan dimana semua variabel telah siap untuk mendapatkan inputan atau outputan pada kaki PIN arduino.

Didalam *void set up* merupakan suatu program yang hanya akan dipanggil satu kali atau akan muncul sekali saat alat mulai bekerja seperti, pemanggilan INKUBTOR BAKTERI maka tulisan tersebut akan muncul sekali setelah alat mulai bekerja. Dimana sistem di aktifkan maka variabel-variabel tersebut akan bekerja sesuai perintah pada kaki pin arduino Yaitu : *fan*, sensor door buzzer push button dan sensor DS 18B20. Mengatur frekuensi yang dibutuhkan untuk memanfaatkan keluaran dutty cyclenya untuk proses PID , menampilkan pada LCD sesuai perintah yang di jalankan.

3.4.3 Program Penetapan Perhitungan PID dan mode

Penetapan perhitungan sebagai pengendali suhu pada alat inkubator bakteri dapat dilihat pada gambar 3.12 perhitungan sebagai nilai pengendali suhu yang telah di dapatkan..

```
void loop() { jalan=-1;

digitalWrite(buzzer, LOW);

    waktu1 = digitalRead (model);

    if (waktu1 != g){

        if (waktu1 == LOW){

            jam = 1;

            waktu = 1;    }

            g=waktu1;}

            waktu2 = digitalRead (mode2);

    if (waktu2 != h){

        if (waktu2 == LOW){

            jam = 6;

T = suhuSekarang*100;

    Sett= T/37.70;

    Ki = 255*Sett;

    Kd = Sett /100;

    Kp = 255-Kd;
```

Gambar 3.12 Program Timer dan Perhitungan PID

. *Driver heater* dan *fan* bekerja berdasarkan perintah dengan menggunakan sesuai perhitungan yang telah ditetapkan berdasarkan persamaan Ziegler Nichols sehingga sensor suhu akan membaca suhu yang berada pada ruangan inkubator. Terdapat empat *push button* yang memiliki masing-masing fungsi, Yang dimana *push button* 1 untuk mode1, *push button* 2 untuk mode2. Mode tersebut berguna untuk memberikan perintah waktu 1 dan waktu 2. *Push button* 3 berfungsi untuk *mereset* dan *push button* 4 berfungsi sebagai *start* atau mulai jalanya inkubator sesuai dengan waktu yang telah dipilih pada mode 1 dan 2.

3.4.4 Program Penentuan Detik

Dalam program *while* berguna untuk melakukan pembacaan program secara berulang-ulang kali karena dimana ketika alat telah *disetting* waktu maka waktu tersebut akan muncul pada LCD untuk menandakan waktu inkubasi sehingga perlu adanya program penentuan detik, berikut merupakan Gambar 3.13 penentuan detik.

```
while(timer>=0){
    alarm = digitalRead (limit);
    if (alarm == HIGH){
        lcd.clear();while(timer>=0){  detik --; }
    if (detik<=-1){
        jalan=jalan-1;
        detik = 59; }
        if (jalan<=-1){
            timer=timer-1;
            jalan = 59;
        alarm = == HIGH){
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(2,0);
            lcd.print("TUTUP PINTU ");
            delay (100);}
            lcd.setCursor(2,0);
            lcd.print("TUTUP PINTU ");
            delay (100);}
```

Gambar 3.13 Program Menentukan Detik dan Alarm *Door* secara
ber
waktu
tersebut akan muncul pada LCD untuk menandakan waktu inkubasi sehingga perlu
adanya program penentuan detik. Maka ditentukan waktu menghitung mundur
dimulai dari 9 sampai 0 dan kembali lagi menghitung mundur mulai dari 9. Dimana
pada saat pintu belum tertutup rapat maka sistem waktu tidak akan dimulai disinilah
sensor door bekerja untuk memberikan peringatan bahwa “TUTUP PINTU” dahulu
agar perhitungan waktu mundur berjalan kembali sesuai setting waktu yang telah
dipilih. Karena ketika pintu inkubator belum tertutup rapat akan mempengaruhi
suhu yang ada dalam ruang inkubasi.

3.5 Perancangan Pengujian

Setelah mengerjakan alat telah selesai, maka langkah berikutnya melakukan pengujian dengan beberapa proses yang dibutuhkan. Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui kinerja dari pembuatan alat dan memastikan masing-masing bagian dari seluruh rangkaian alat telah berfungsi sesuai apa yang diharapkan.

3.5.1 Standar Operasional Prosedur

Berikut ini adalah langkah-langkah pengoperasian alat inkubator bakteri:

1. Menghidupkan alat inkubator bakteri dengan menekan tombol saklar *on/off*
2. Memastikan LCD I2C menyala
3. Memastikan pintu telah tertutup rapat sampai indikator *buzzer* berbunyi.
4. Setelah itu pilih mode 1 yaitu waktu akan bekerja pada saat alat dijalankan atau mode 2 yaitu waktu akan bekerja pada saat suhu telah mencapai 35 °C yang akan tertampil pada layar LCD untuk waktu inkubasi.
5. Selanjutnya tekan start untuk memulai inkubasi dengan suhu 37°C.

6. Menekan tombol reset jika ingin melakukan pemilihan waktu kembali.
7. Mematikan dan merapikan kembali alat inkubator bakteri jika sudah selesai digunakan.

3.5.2 Tata Cara Pengujian

Setelah perancangan alat selesai, maka langkah selanjutnya melakukan pengujian melalui beberapa tahap proses pengujian alat. Bertujuan untuk mengetahui kinerja dari perancangan alat dengan baik dan memastikan masing-masing bagian dari seluruh rangkaian alat telah berfungsi sesuai apa yang diharapkan.

Langkah-langkah pengujian alat dapat diuraikan dalam beberapa tahap, sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat yang dibutuhkan, terutama alat yang dirancang suhu 37°C dengan alat pembanding suhu.
- b. Menyiapkan tabel untuk hasil pengukuran.
- c. Menguji alat dengan mengadakan pengukuran suhu pada inkubator dan termometer digital.
- d. Mencatat hasil pengukuran dan perhitungan dalam tabel yang telah disediakan.
- e. Melakukan perhitungan terhadap hasil pengukuran untuk mengetahui tingkat rata-rata dan persentase kesalahan.