

BAB III

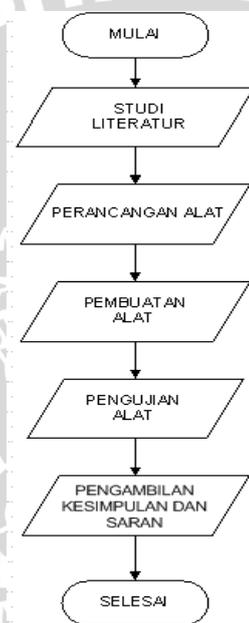
METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Kajian yang dilakukan dalam skripsi ini adalah mengenai perancangan dan pembuatan kontrol suhu pada kotak fermentasi biji kakao.

3.2 Kerangka Penelitian

Adapun kerangka penelitian pada skripsi ini ditunjukkan pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.3 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji hal yang berhubungan dengan teori pendukung dalam perencanaan dan perealisasi alat. Adapun manfaat yang didapat setelah terciptanya sebuah sistem antara lain:

1. Sistem memudahkan para petani untuk memonitoring setiap perubahan suhu yang terjadi setiap jam pada kotak fermentasi biji kakao.
2. Terdapat sistem otomatisasi proses pengadukan setelah waktu menunjukkan 3 hari dan pada saat suhu mencapai 50 °C sehingga petani tidak perlu mengaduk secara manual.



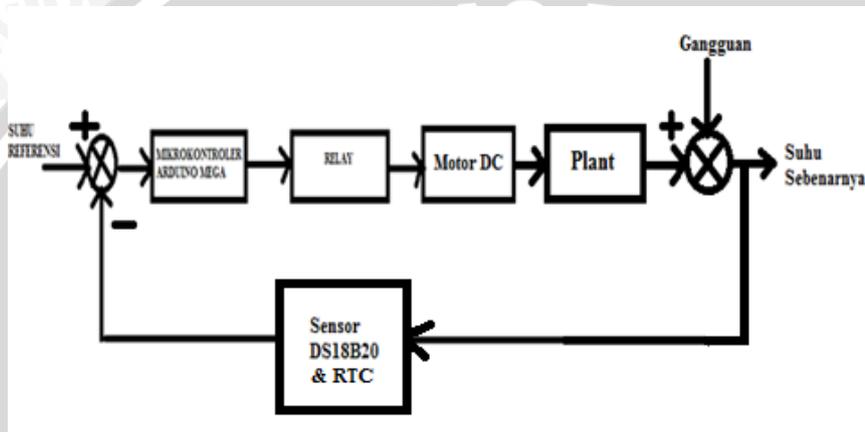


3. Sistem proses pengadukan mampu menurunkan suhu fermentasi setelah 5 hari proses fermentasi.
4. Kontroler yang digunakan merupakan kontroler *on-off*

3.4 Perancangan Alat

3.4.1 Pembuatan Blok Diagram Sistem

Pada perencanaan alat diperlukan blok diagram sistem yang dapat menjelaskan sistem secara garis besar dan diharapkan alat dapat bekerja sesuai dengan sistem yang telah disusun, blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

Keterangan dari blok diagram diatas adalah sebagai berikut :

- a. Suhu fermentasi biji kakao berfungsi sebagai *setpoint* yang bertujuan untuk mengatur nilai temperatur suhu yang diinginkan.
- b. Timer Pengaduk berfungsi untuk mengatur waktu dimana yang nantinya akan memicu relay untuk mengaktifkan motor DC pada pengaduk agar berputar.
- c. Mikrokontroler Arduino mega akan menerima masukan dari sensor DS18B20 dan akan mengeluarkan data sesuai yang diinginkan *user* yaitu ke arah LCD, serta mengontrol relay sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan motor.
- d. Relay digunakan sebagai pemicu dari mikrokontroler ke motor wiper agar motor dapat bergerak.
- e. Motor Wiper (DC) digunakan untuk dapat menggerakkan pengaduk yang berada di dalam kotak kayu fermentasi.
- f. Biji kakao sebagai *plant*.

- g. Sensor DS18B20 dirancang agar dapat membaca suhu lingkungan dengan baik dan benar.

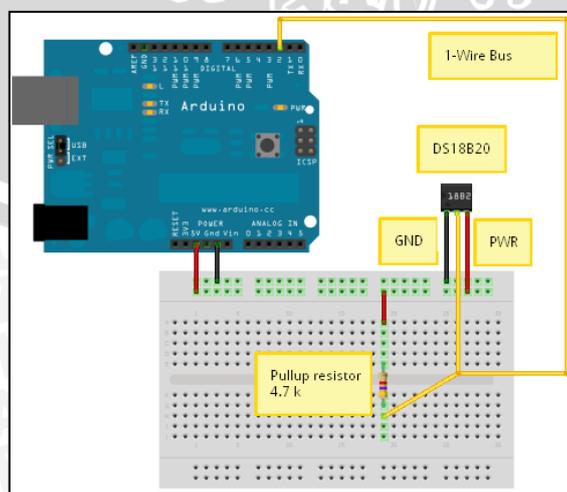
Pada Gambar 3.2, terdapat sensor suhu DS18B20 yang berfungsi sebagai indikator suhu yang berada di dalam kotak kayu selama proses fermentasi. Kemudian data dari sensor akan masuk ke mikrokontroler, lalu diolah dan ditampilkan pada LCD. *Real Time Clock* (RTC) akan mulai menghitung waktu selama proses fermentasi, pada hari ketiga mikrokontroler akan mengaktifkan relay yang kemudian akan memicu motor untuk bergerak memutar adukan yang berada di dalam kotak. Motor akan berputar kembali jika pada hari selanjutnya suhu di dalam kotak $>50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Setelah 6 hari sistem akan berakhir, ditandai dengan menurunnya suhu pada kotak fermentasi.

3.4.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pembuatan perangkat keras dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem. Hal ini bertujuan agar dapat mengetahui kinerja dari blok – blok sistem maupun keseluruhan sistem.

3.4.2.1 Perancangan Rangkaian Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS 18B20 merupakan sensor suhu 9-12 bit yang memiliki fungsi seperti termometer serta terdapat sistem alarm. Sensor DS18B20 memiliki kemampuan untuk mengukur suhu pada kisaran -55°C sampai 125°C dan bekerja secara akurat dengan kesalahan $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pada kisaran -10°C sampai 85°C . Selain itu, daya yang digunakan sensor suhu DS1820 bisa langsung didapat dari data *line* (“*parasite power*”), sehingga tidak perlu lagi listrik eksternal. Rangkaian sensor suhu ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Bentuk Rangkaian sensor suhu DS18B20

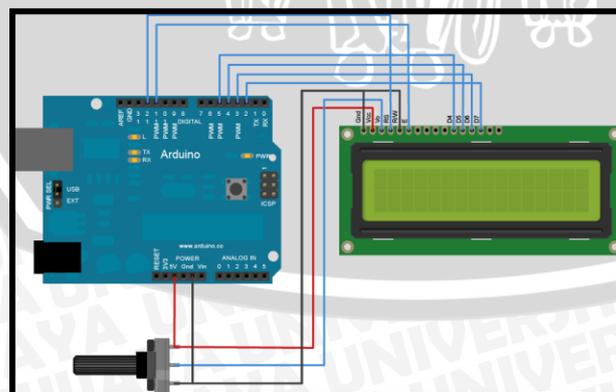
Rangkaian Suhu DS18B20 memiliki keunikan yaitu 64-bit, yang memungkinkan DS18B20 terhubung ke beberapa fungsi yang sama melalui satu kabel yang sama. Oleh karena itu, satu mikroprosesor saja dapat digunakan untuk mengendalikan banyak sensor yang akan didistribusikan ke daerah yang lebih besar. Aplikasi dari fitur ini meliputi pengontrol lingkungan (*HVAC*), sistem pemantauan suhu di dalam bangunan, peralatan, atau mesin, dan proses monitoring dan sistem kontrol. Rangkaian sensor DS18B20 ini menggunakan metode *one wire* yang akan membantu Arduino untuk membaca data yang ditangkap oleh sensor.

3.4.2.2 Perancangan Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pada perancangan rangkaian ini menggunakan LCD *character* 16x2 yang merupakan LCD dot matriks dengan penggunaan daya yang kecil. Modul LCD ini dilengkapi dengan tingkat kontras yang tinggi dan dapat diatur kecerahannya. Spesifikasi LCD sebagai berikut:

1. Memiliki 16 karakter dengan 2 baris tampilan yang terdiri atas 5x7 *dot* matriks ditambah dengan kursor.
2. Catu daya yang dibutuhkan sebesar 5V.
3. *Automatic reset* saat dinyalakan.
4. 80x8 *display* RAM (maksimal 80 karakter).
5. Menggunakan 4 bit data dan 3 bit kontrol.
6. *Adjustable contrast* dan *backlight*.

Skema rangkaian LCD dengan mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 3.4.

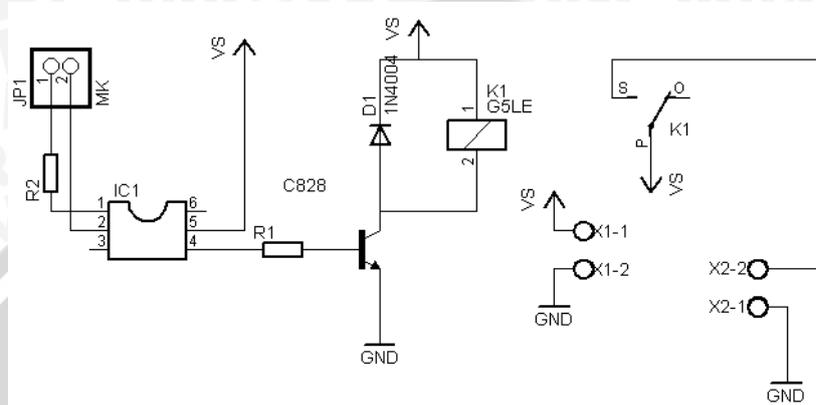


Gambar 3.4 Rangkaian LCD 16x2

Dalam rangkaian LCD dipasang sebuah resistor variabel pada pin kontras untuk mengatur tegangan yang masuk ke LCD agar kontras pada LCD dapat diatur.

3.4.2.3 Perancangan Rangkaian Driver

Perancangan rangkaian *driver* bertujuan untuk merancang saklar elektronik yang digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan motor DC dengan pemicuan dari pin keluaran mikrokontroler. Pada perancangan ini menggunakan relay dengan tipe SPDT (*Single Pole dual Throw*). Rangkaian *driver* ditunjukkan pada Gambar 3.5



Gambar 3.5 Rangkaian Relay

Agar *driver* dapat bekerja sesuai yang diinginkan maka perlu di *trigger* terlebih dahulu oleh transistor, dikarenakan tegangan pada mikrokontroler tidak bisa langsung mengaktifkan relay. Agar tidak terjadi arus balik yang masuk ke mikrokontroler saat pengaktifan, pin keluaran mikrokontroler harus melewati *optocoupler* terlebih dahulu sebelum masuk ke kaki basis transistor. Pemicuan dalam rangkaian ini menggunakan pemicuan dengan logika rendah pada pin mikrokontroler.

Pada perancangan *driver* ini menggunakan *relay* 12VDC dengan tipe HRS4H-(S)-DC12V karena motor yang digunakan menggunakan catu daya 12V dan relay banyak dijumpai di pasaran. Relay HRS4H-(S)-DC12V memiliki parameter koil berdasarkan *datasheet* sebagai berikut:

- Coil Voltage Vdc* = 12 V
- Coil Resistance* = 400Ω
- Operate Voltage Vdc* = 8,4 V
- Release Voltage* = 1,2 V

Berdasarkan parameter di atas dapat dicari arus pada koil dengan $V_{CE(sat)transistor}$ sebesar 0,3V melalui persamaan

$$V_S - V_{\text{relay}} - V_{\text{CE(sat)transistor}} = 0 \quad (4-5)$$

$$V_S - I_{\text{relay}} \cdot R_{\text{relay}} - V_{\text{CE(sat)transistor}} = 0 \quad (4-6)$$

Berdasarkan persamaan (4-6) didapat perhitungan sebagai berikut:

$$12 - I_{\text{relay}} \cdot 400 - 0,3 = 0$$

$$11,7 - I_{\text{relay}} \cdot 400 = 0$$

$$I_{\text{relay}} = \frac{11,7}{400}$$

$$I_{\text{relay}} = 29,25 \text{ mA}$$

Terdapat nilai 29,25 mA merupakan arus minimal agar relay dapat aktif, untuk lebih amannya maka arus minimal dapat ditetapkan menjadi 150 mA.

Transistor yang digunakan dalam perancangan *driver* relay ini adalah transistor NPN dengan tipe KSP2222A dikarenakan memiliki spesifikasi berdasarkan *datasheet* sebagai berikut:

- $I_c = 150 \text{ mA}$
- $V_{\text{CE(sat)transistor}} = 0,3 \text{ V}$
- $h_{fe} = 50$
- $V_{\text{BE(sat)transistor}} = 1,2 \text{ V}$

Sehingga dapat dicari arus basis pada transistor melalui persamaan

$$I_b = \frac{I_c}{h_{fe}} \quad (4-7)$$

Berdasarkan persamaan (4-7) didapat perhitungan sebagai berikut:

$$I_b = \frac{150}{50}$$

$$I_b = 3 \text{ mA}$$

Sehingga kaki basis pada transistor memerlukan arus 3mA untuk transistor dapat aktif. Setelah mendapatkan besarnya arus yang dibutuhkan kemudian dapat dicari besarnya nilai resistor pada kaki basis.

Besarnya nilai resistor yang digunakan pada kaki basis transistor dapat dicari dengan $V_{\text{CE(sat)opto}}$ sebesar 0,3 V melalui persamaan:

$$V_S - V_{\text{CE(sat)opto}} - V_{R1} - V_{\text{BE(sat)transistor}} = 0 \quad (4-8)$$

$$V_S - V_{\text{CE(sat)opto}} - I_{R1} \cdot R_{R1} - V_{\text{BE(sat)transistor}} = 0 \quad (4-9)$$

Dari persamaan (4-9) dapat dihitung nilai R_B sebagai berikut:

$$12 - 0,3 - 3 \cdot R_b - 1,2 = 0$$

$$10,5 - 3 \cdot R_b = 0$$

$$\frac{10,5}{3} = R_b$$

$$3,5 \text{ K}\Omega = R_b$$

Karena di pasaran tidak ditemukan resistor dengan nilai hambatan 3,5 K Ω maka besar nilai R_B dapat diganti resistor dengan nilai hambatan 3,3 K Ω . Penggantian nilai resistor ini masih dapat ditoleransi oleh transistor.

Optocoupler yang digunakan pada rangkaian ini adalah *optocoupler* dengan tipe 4N35. Penggunaan *optocoupler* dengan tipe ini dikarenakan mudah dijumpai di pasaran dan harganya yang murah. *Optocoupler* 4N35 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- CTR = 100%
- Input *Diode Forward* = 60mA
- Daya pada dioda = 100mW
- Vdioda = 1,67V
- I_{OL} Arduino Mega = 40mA

Setelah mengetahui nilai tegangan minimum agar dioda pada *Optocoupler* berkerja maka dapat dicari tegangan pada R_3 dengan menggunakan sumber 5V dengan persamaan

$$V_{cc} - V_{R2} - V_{diode} - V_{OL} = 0 \quad (4-10)$$

$$5 - V_{R2} - 1,67 - 5 = 0$$

$$1,67 - V_{R2} = 0$$

$$V_{R2} = 1,67V$$

Setelah mengetahui nilai dari V_{R2} maka dapat dicari nilai hambatan dari R_2 dengan persamaan

$$V = I \times R$$

$$R = \frac{V}{I}$$

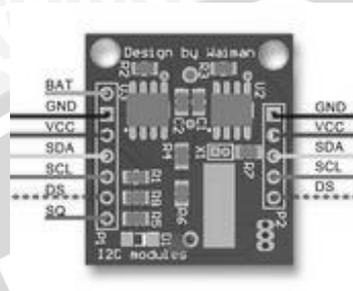
$$R = \frac{1,67}{40}$$

$$R = 2,27K\Omega$$

Nilai hambatan yang digunakan adalah 2,27 K Ω .

3.4.2.4 Perancangan Rangkaian *Real Time Clock* DS 1307 (RTC)

RTC (*Real Time Clock*) yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan IC RTC DS 1307. IC ini memiliki catu daya berupa baterai jam 3V dan dapat juga dicatu dengan tegangan 5V dari mikrokontroler. Rangkaian IC RTC DS 1307 ditunjukkan pada Gambar 3.6.

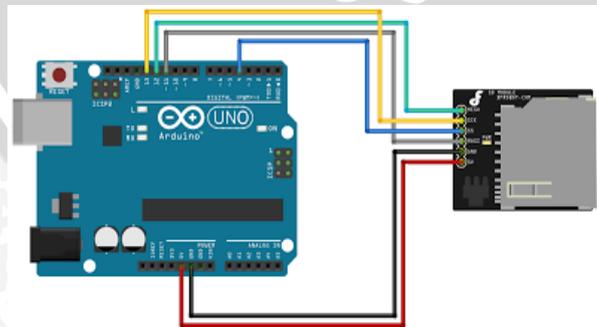


Gambar 3.6 IC RTC DS 1307

Dalam penelitian ini pin IC RTC DS 1307 akan dihubungkan pada pin mikrokontroler. Pin SDA IC RTC dihubungkan pada SDA20 mikrokontroler. Pin SCL IC RTC dihubungkan pada SCL21 mikrokontroler. Pin GND dan VCC IC RTC masing-masing dihubungkan pada GND dan VCC mikrokontroler sedangkan pin yang lainnya dibiarkan ambang.

3.4.2.5 Perancangan Rangkaian Data Logger

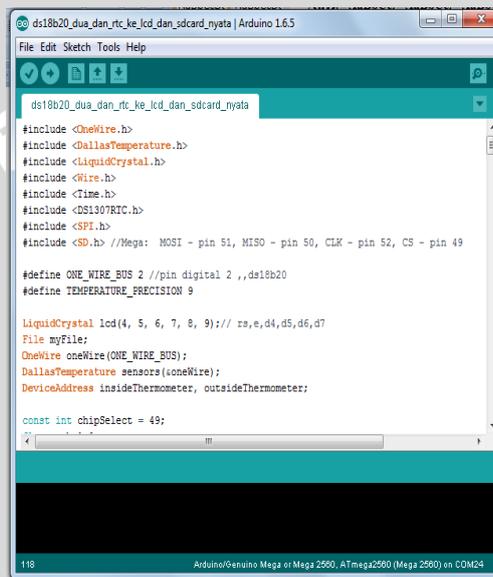
Data logger ini berfungsi sebagai penyimpan data selama proses berlangsung apabila data diambil pada selang waktu tertentu. Pada proses kali ini data logger membaca data masukan selama 1 jam dari RTC kemudian mengeksekusi penyimpanan data pada kartu memory. Berikut rangkaian Data logger ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 IC Data Logger

3.4.2.6 Perancangan Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan ini adalah Arduino Mega2560 yang dirangkai pada sistem minimum mikrokontroler. Mikrokontroler berfungsi untuk mengolah data sensor suhu DS18B20 dan RTC DS1307 kemudian ditampilkan pada LCD 16x2 serta sebagai kendali relay. Program utama rangkaian sistem minimum mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 3.8



```

ds18b20_dua_dan_rtc_ke_lcd_dan_sdcard_nyata | Arduino 1.6.5
File Edit Sketch Tools Help
ds18b20_dua_dan_rtc_ke_lcd_dan_sdcard_nyata
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>
#include <Time.h>
#include <DS1307RTC.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h> //Mega: MOSI - pin 51, MISO - pin 50, CLK - pin 52, CS - pin 49

#define ONE_WIRE_BUS 2 //pin digital 2 ,,ds18b20
#define TEMPERATURE_PRECISION 9

LiquidCrystal lcd(4, 5, 6, 7, 8, 9);// rs,e,d4,d5,d6,d7
File myFile;
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
DeviceAddress insideThermometer, outsideThermometer;

const int chipSelect = 49;

```

Gambar 3.8 Program Utama

Berikut ini adalah Tabel fungsi Pin Arduino Rev3 ditunjukkan pada tabel 3.1

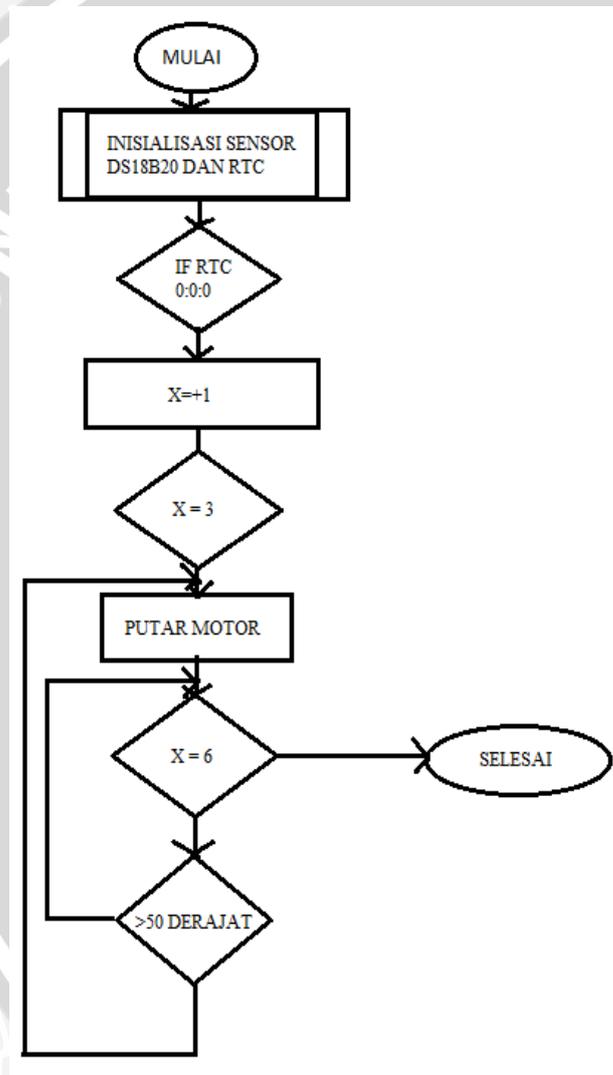
Tabel 3.1 Fungsi Pin Arduino Mega Rev3

Pin Arduino	Fungsi
2	Jalur masukan data dari sensor
6	LCD pin D4
7	LCD pin D5
8	LCD pin D6
9	LCD pin D7
11	Push Button
12	Data masukan Relay
49	Data Logger pin CS
50	Data Logger pin MISO
51	Data Logger pin MOSI
52	Data Logger pin CLK
53	Pin masukan SS
5V	Jalur keluaran 5V
GND	Jalur keluaran ground

3.4.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

3.4.3.1 Program Utama

Perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler diawali dengan merancang diagram alir (*flowchart*) terlebih dahulu. Diagram alir berfungsi sebagai alur kerja untuk masing-masing perangkat keras yang akan dikendalikan oleh mikrokontroler maupun proses perhitungan yang terjadi di dalam mikrokontroler. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam program utama menggunakan bahasa C dan *compiler* yang digunakan adalah *IDE* Arduino Mega 2560. Diagram alir perancangan perangkat lunak ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Diagram Alir Program Utama

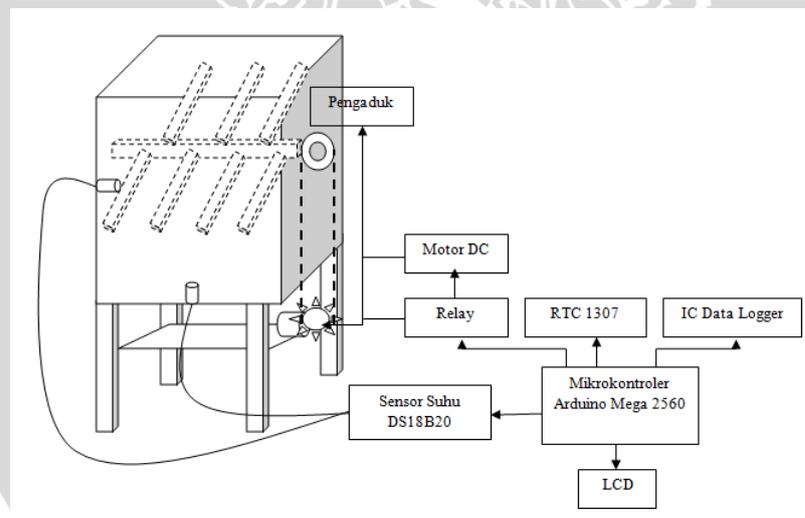
Berdasarkan diagram alir di atas proses pertama yang dilakukan mikrokontroler adalah membaca data dari sensor suhu DS18B20 dan RTC DS 1307, kemudian RTC akan menambah waktu sampai pada saat RTC menunjukkan waktu 3 hari maka mikrokontroler akan mengaktifkan motor untuk berputar selama 2 menit. Kemudian setelah berputar RTC

akan kembali menambahkan waktu dan mikrokontroler akan membaca data dari RTC jika RTC belum menunjukkan 6 hari maka proses akan terus berlanjut, jika pada saat proses berlangsung sensor DS18B20 menunjukkan suhu diatas 50°C maka mikrokontroler akan kembali mengaktifkan motor untuk berputar selama 2 menit sampai RTC menunjukkan waktu 6 hari maka proses akan berakhir.

3.5 Pembuatan Alat

3.5.1 Pembuatan Perangkat Keras

Kotak fermentasi yang akan digunakan adalah kotak yang terbuat dari kayu yang tebalnya lebih 1,5cm agar panas yang ditimbulkan dari proses fermentasi tidak terbang keluar dengan tinggi kotak 50 cm, panjang 40 cm dan lebar 50 cm. Kotak fermentasi juga diberi lubang-lubang aerasi dengan jarak 10 cm antar lubang agar pada saat fermentasi terjadi sirkulasi udara yang baik, selain itu lubang berguna untuk membuang cairan hasil fermentasi. Kotak ini juga akan dilengkapi dengan pengaduk yang terbuat dari kayu yang akan dikopel dengan motor. Rancangan kotak fermentasi ditunjukkan pada Gambar 3.10

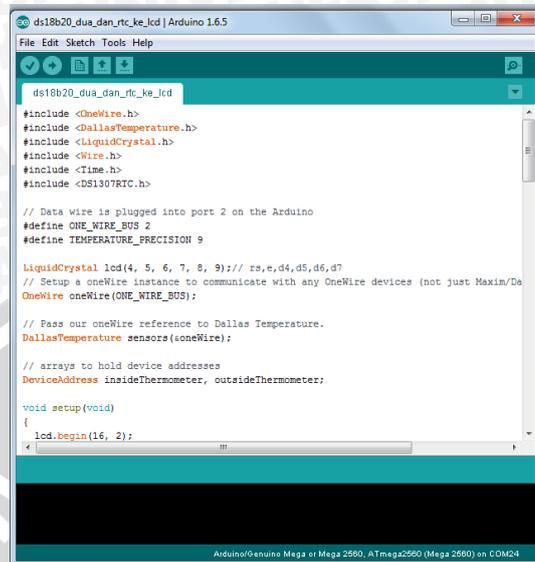


Gambar 3.10 Skema Rancangan kotak fermentasi

3.5.2 Pembuatan Perangkat Lunak (*Software*)

Perencanaan dan pembuatan perangkat lunak digunakan untuk mengendalikan dan mengatur kerja alat sesuai yang diharapkan. *Design* dan parameter yang telah dirancang kemudian diterapkan pada mikrokontroler DS18B20 dengan menggunakan bahasa C dan *IDE* Arduino. Perancangan perangkat lunak diawali dengan pembuatan diagram alir sistem untuk akuisisi data dari sensor, pengolahan data, dan pengendalian sistem secara

keseluruhan setelah itu pembuatan dan penulisan program. Berikut ini adalah listing program untuk pengujian sensor suhu ditunjukkan pada Gambar 3.11.



```

ds18b20_dua_dan_rtc_ke_lcd | Arduino 1.6.5
File Edit Sketch Tools Help

ds18b20_dua_dan_rtc_ke_lcd
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>
#include <Time.h>
#include <DS1307RTC.h>

// Data wire is plugged into port 2 on the Arduino
#define ONE_WIRE_BUS 2
#define TEMPERATURE_PRECISION 9

LiquidCrystal lcd(4, 5, 6, 7, 8, 9); // rs,e,d4,d5,d6,d7
// Setup a oneWire instance to communicate with any OneWire devices (not just Maxim/Da
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);

// Pass our oneWire reference to Dallas Temperature.
DallasTemperature sensors(oneWire);

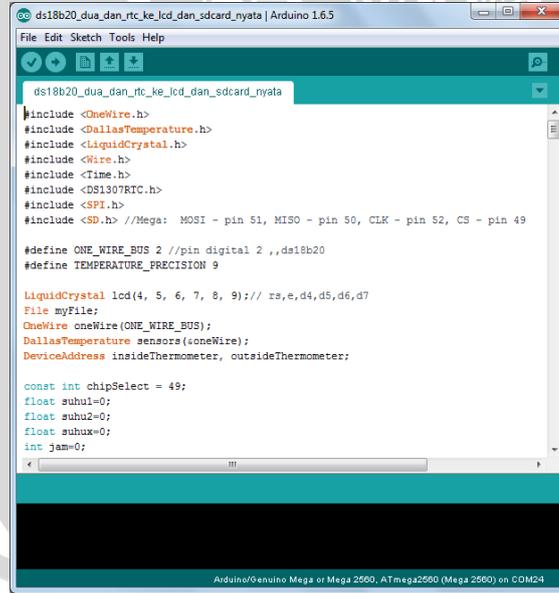
// arrays to hold device addresses
DeviceAddress insideThermometer, outsideThermometer;

void setup(void)
{
  lcd.begin(16, 2);
}

```

Gambar 3.11 Listing program *IDE Arduino* untuk pengujian sensor suhu

Berikut ini adalah listing program untuk pengujian keseluruhan sistem ditunjukkan pada Gambar 3.12.



```

ds18b20_dua_dan_rtc_ke_lcd_sdcard_nyata | Arduino 1.6.5
File Edit Sketch Tools Help

ds18b20_dua_dan_rtc_ke_lcd_sdcard_nyata
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>
#include <Time.h>
#include <DS1307RTC.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h> //Mega: MOSI - pin 51, MISO - pin 50, CLK - pin 52, CS - pin 49

#define ONE_WIRE_BUS 2 //pin digital 2 ,,ds18b20
#define TEMPERATURE_PRECISION 9

LiquidCrystal lcd(4, 5, 6, 7, 8, 9); // rs,e,d4,d5,d6,d7
File myFile;
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(oneWire);
DeviceAddress insideThermometer, outsideThermometer;

const int chipSelect = 49;
float suhu1=0;
float suhu2=0;
float suhu3=0;
int jam=0;

```

Gambar 3.12 Listing program *IDE Arduino* untuk pengujian Keseluruhan sistem

3.6 Pengujian Alat

Tujuan pengujian sistem ini adalah untuk menentukan apakah alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan. Pengujian pada sistem ini meliputi pengujian setiap blok maupun pengujian secara keseluruhan. Pengujian setiap blok ini dilakukan untuk menemukan letak kesalahan dan mempermudah analisis pada sistem apabila alat tidak bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian dibagi menjadi beberapa bagian, antara lain sebagai berikut:

1. Pengujian sensor suhu DS18B20
2. Pengujian LCD
3. Pengujian RTC (*Real Time Clock*) DS 1307
4. Pengujian Relay
5. Pengujian Slot SD *Card Data Logger*
6. Pengujian keseluruhan sistem

3.7 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan dapat berdasarkan dari hasil perealisasiian dan pengujian alat sesuai dengan tujuan dan rumusan masalah. Saran diberikan setelah adanya kekurangan dalam sistem yang telah dibuat, dengan maksud alat ini dapat dikembangkan dengan baik.

