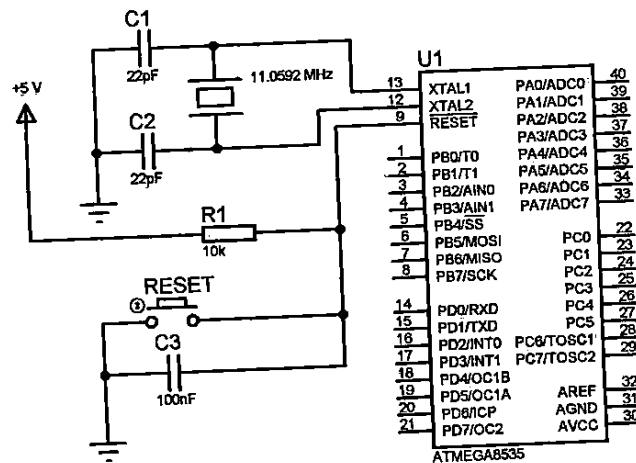


BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. Perangkat Keras

1. Rangkaian dasar *microcontroller*.

Microcontroller ATmega8535 memerlukan minimal catu daya 5V, *clock*, dan reset untuk dapat bekerja. Sumber *clock* diperoleh dari sebuah kristal 4 MHz yang dipasang pada kaki 12 dan 13, seperti terlihat pada Gambar 4.1. Sedangkan tombol reset yang bersifat aktif *low* digunakan untuk me-reset pelaksanaan program dalam *microcontroller* sehingga dimulai dari awal (*restart*). Resistor R1 yang dipasang pada kaki reset dan terhubung pada VCC (+5V) digunakan *pull-up*, yaitu untuk mempertahankan nilai 1 (*high*) pada kaki reset selama tombol reset tidak ditekan.



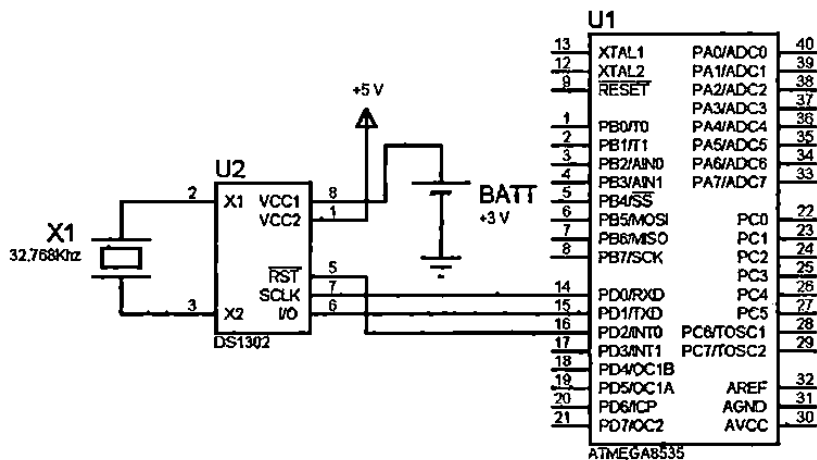
Gambar 4.1. Sistem Minimum ATmega8535.

2. Rangkaian RTC

IC RTC (*Real Time Clock*) DS1302 digunakan untuk menjalankan fungsi jam dan penanggalan. Fungsi tersebut digunakan untuk set dan reset data counter yang masuk ke *microcontroller* dan sebagai informasi yang ditampilkan di penampil.

Dalam Gambar 4.2, ditunjukkan kristal 32.768 KHz pada kaki 2 dan 3, agar RTC DS1302 dapat bekerja. Jalur untuk perpindahan data dari dan ke RTC menggunakan RESET, SCLK dan IO. RESET harus berlogika high pada saat melakukan pembacaan dan penulisan. SCLK berfungsi untuk menyelaraskan *clock* antara *master (microcontroller)* dan *slave (RTC)*, sedangkan IO berfungsi sebagai jalur lintas data.

Baterai pada kaki VCC1 digunakan sebagai sumber tenaga cadangan bagi RTC agar tetap mampu bekerja apabila sumber tenaga utama pada kaki VCC2 gagal. Tegangan baterai untuk DS1302 adalah sebesar +3 volt.

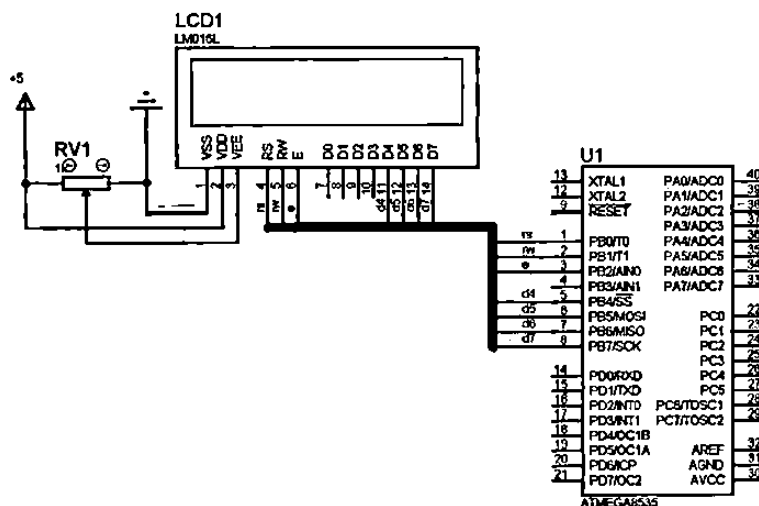


3. Rangkaian LCD

Seperti terlihat pada Gambar 4.3, interaksi antara *microcontroller* dengan modul LCD menggunakan sistem pengiriman data 4 bit. Pengiriman data terbagi dalam dua tahap, tahap pertama mengirimkan 4 bit data LSB dan tahap kedua mengirimkan 4 bit data MSB. Sehingga hanya 4 pin dari *bus* data LCD yang digunakan yaitu D4, D5, D6, dan D7.

Pin E, RS, dan R/W digunakan untuk mengendalikan operasi LCD. Untuk semua operasi LCD, pin E (*enable*) harus dalam kondisi 1 (*high*). RS digunakan untuk menentukan jenis input, yaitu *Data Input* atau *Instruction Input*. Sedangkan R/W digunakan untuk menentukan jenis operasi yaitu *Read* atau *Write* dengan mengeset *high* atau *low*.

Pin VDD dihubungkan dengan sumber tegangan +5V dan VSS dihubungkan dengan GND. Sedangkan VEE digunakan untuk mengatur kontras LCD.

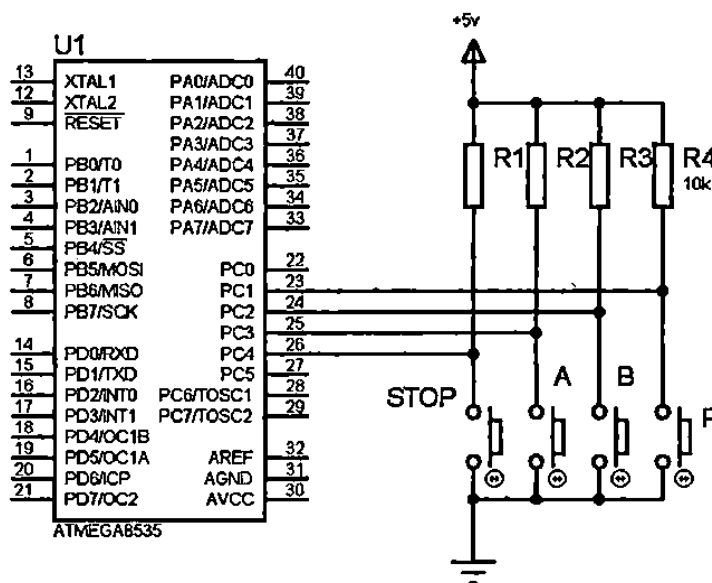


Gambar 4.3 Rangkaian LCD 16x2 dengan ATmega8535

4. Rangkaian tombol masukan

Sistem penetas telur menggunakan tombol 4 buah saklar untuk antarmuka masukan pengguna dalam melakukan pemilihan telur tetas. Saklar yang digunakan adalah tombol push button yang terhubung pada Port C sebagaimana terlihat pada Gambar 4.4. Empat buah resistor sebesar 10k ohm berfungsi sebagai *pull up* untuk mempertahankan nilai high pada masing – masing pin tombol.

Fungsi dari tiap tombol yaitu Stop berfungsi untuk menghentikan proses atau *cancel*, A menjalankan proses penetasan telur ayam, B untuk telur bebek dan P untuk puyuh.

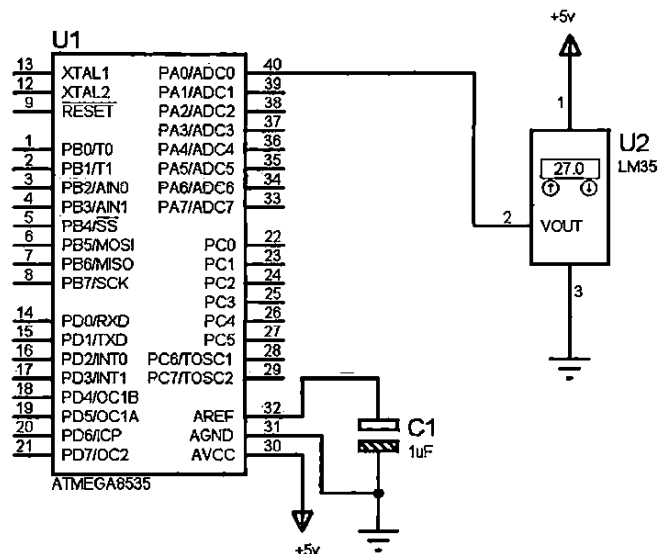


Gambar 4.3 Rangkaian tombol input

5. Rangkaian Sensor Suhu

Sensor suhu berfungsi untuk mengukur suhu pada inkubator penetas. Sensor yang digunakan dalam inkubator yaitu LM35.

Keluaran dari IC LM35 merupakan tegangan analog linear sebesar 10 mV/°C. Tegangan ini dikonversikan ke dalam data numerik oleh ADC internal pada ATmega8535. Agar dapat memanfaatkan ADC internal tersebut pin AVCC dihubungkan dengan VCC dan AGND dengan GND *microcontroller*. Tegangan referensi ADC dapat dipilih dari tiga sumber yang tersedia, yaitu AVCC, AREF, dan internal VREF sebesar 2,56 volt. Pada Gambar digunakan internal VREF dan untuk meminimalkan noise ADC, pin AREF dihubungkan ke sebuah kapasitor 1 µF terhadap GND.

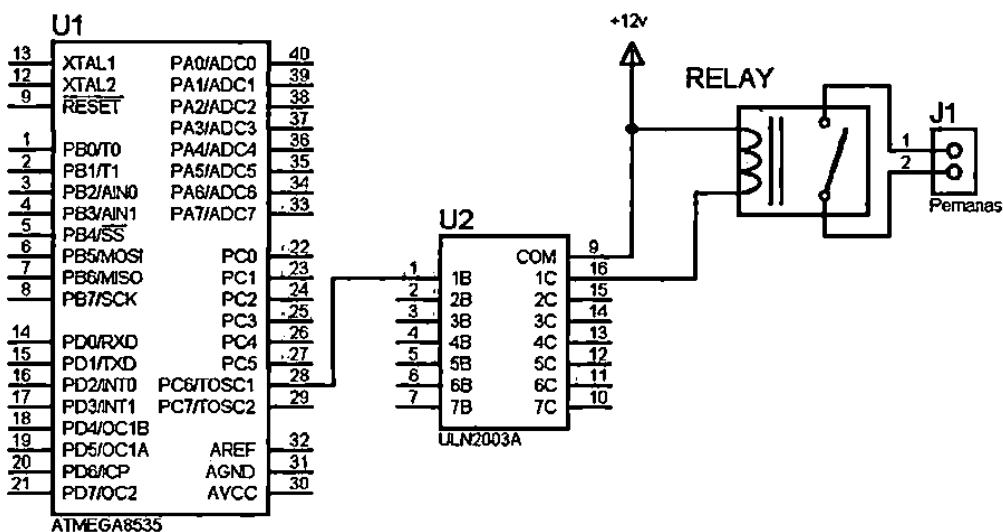


Gambar 4.4. Rangkaian sensor suhu.

6. Rangkaian Relay

Relay digunakan sebagai antarmuka sistem pengendali dengan sistem penggerak (*actuator*) yang memiliki daya lebih besar. Relay dirangkai seperti pada Gambar 4.6 dan akan aktif / menyambung sesuai dengan skema pengendalian. On / Off relay berfungsi untuk menyambung dan memutus pemanas apabila suhu yang ada di inkubator berlebih.

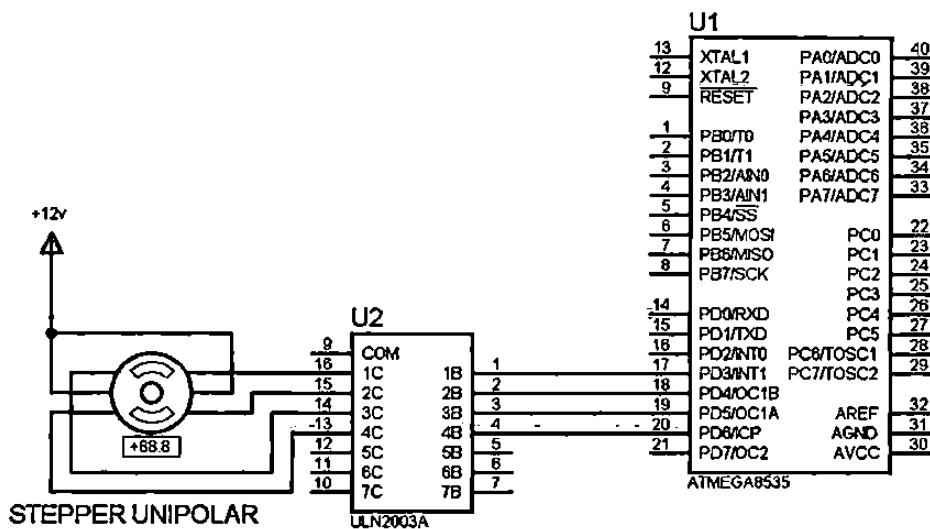
Untuk mengendalikan kumpulan-kumpulan relay digunakan IC ULN2003 yang berisi 7 buah transistor darlington. Penggunaan IC ULN2003 juga dimaksudkan untuk melindungi *microcontroller* dari tegangan balik (*spike voltage*) akibat pemutusan arus ke relay.



Gambar 4.5 Rangkaian relay penggerak

7. Rangkaian Motor Penggerak

Motor penggerak digunakan untuk memutar posisi telur agar panas yang diberikan dapat merata keseluruh permukaan telur. Motor penggerak yang digunakan adalah motor stepper unipolar dan sebagai driver penggeraknya adalah IC ULN2003. Motor dan driver ULN2003 dirangkai seperti terlihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.6. Rangkaian Motor Penggerak.

8. Jalur ISP

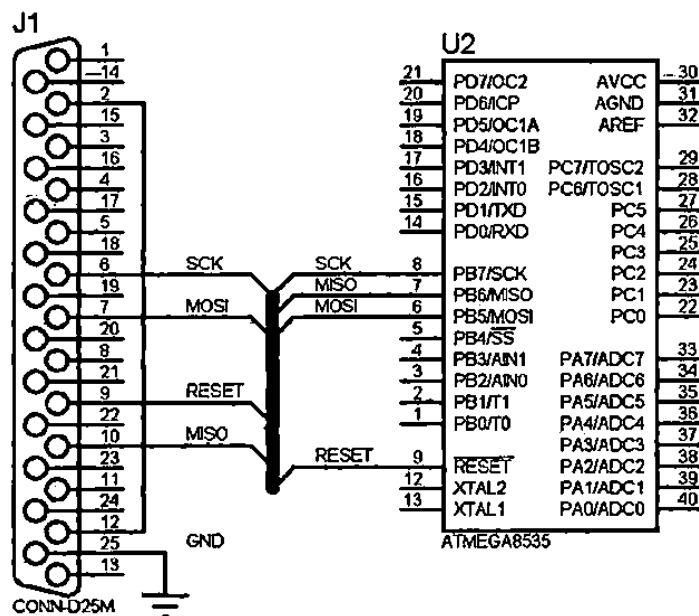
Microcontroller jenis AVR, termasuk ATmega8535, mendukung jenis pemrograman ISP (*In System Programming*). Yaitu pemrograman chip AVR tanpa perlu melepas chip dari rangkaian atau sistem yang sedang dibangun.

Jalur ISP terdiri atas VCC, GND, Reset, MISO, MOSI, dan SCK. Fungsi

- VCC digunakan untuk memberikan catu tegangan pada chip AVR.
- GND digunakan sebagai referensi tegangan catu dan pemrograman.
- Reset digunakan untuk menahan *microcontroller* agar tetap pada kondisi reset selama proses penulisan program ataupun pembacaan program.
- MISO adalah jalur data yang digunakan untuk pembacaan program dari chip AVR ke komputer.
- MOSI adalah jalur data yang digunakan untuk mentransfer program ke dalam chip AVR dari komputer.
- SCK digunakan untuk memberikan *serial clock* pada saat pemrograman.

Sambungan ISP ditunjukkan dalam Gambar 4.8. Sedangkan *Chip*

Programmer menggunakan Kanda System STK200+/300 atau yang kompatibel.

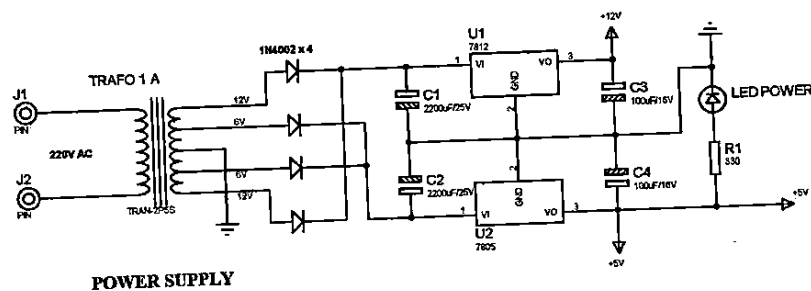


Gambar 4.7. Rangkaian konektor ISP ATMEGA8535

9. Rangkaian Catu Daya

Catu tegangan yang dibutuhkan dalam dalam rangkaian keseluruhan ada dua jenis, yaitu 5V dan 12V. Tegangan 5V digunakan pada rangkaian *microcontroller*, sensor, led indikator, *RTC*, dan penampil. Sedangkan tegangan 12V digunakan pada rangkaian aktuator terdiri dari relay dan motor penggerak

Gambar 4.9 menunjukkan skema rangkaian catu daya. Dioda 1N4002 sebanyak 4 buah berfungsi sebagai pengubah tegangan AC ke tegangan DC yang searah, kapasitor C1 dan C2 berfungsi sebagai pemfilteran tegangan hasil dari penyearahan dioda penyearah. C3 dan C4 berfungsi untuk mengurangi riak tegangan yang masih keluar dari penyearah dan regulator 78XX agar keluaran menjadi rata. IC regulator 7805 berfungsi untuk menghasilkan tegangan stabil 5V, sedangkan regulator 7812 sebagai pembentuk tegangan 12V. Led D5 berfungsi sebagai indikator. Resistor R1 digunakan untuk membatasi arus yang masuk ke led.



Gambar 4.8. Rangkaian catu daya sistem.

B. Perangkat Lunak

a. Spesifikasi

Pemrograman *microcontroller* harus memperhatikan skema rangkaian yang dibuat. Karena program harus sesuai dengan definisi fungsi masing-masing port / pin yang terhubung dengan komponen lain sebagai pendukung operasi *microcontroller*. Apabila program yang dibuat tidak sesuai dengan definisi fungsi port / pin maka sistem tidak akan bekerja dengan benar.

Perangkat lunak untuk sistem ini dibangun dengan bahasa C dan menggunakan *CodeVisionAVR* versi 1.25.9 Standard sebagai kompilernya. Dalam IDE (*Integrated Development Environment*) *CodeVisionAVR* telah disertakan berbagai *library* untuk mendukung kemudahan pemrograman. *CodeVisionAVR* juga dilengkapi dengan *tool* tambahan seperti *CodeWizardAVR* dan Programmer. *CodeWizardAVR* digunakan untuk membuat kerangka program dengan pendefinisian fungsi per langkah (*wizard*). Sedangkan Programmer digunakan untuk mentransfer program hasil kompilasi ke dalam chip AVR.

Pendefinisian port / pin dan fungsi-fungsi *library* yang digunakan dalam pemrograman dijelaskan sebagai berikut:

a. RTC

RTC DS1302 dihubungkan dengan pin 4, 5 dan 6 pada *PORTD*

dan menggunakan *library* standar *CodeVisionAVR* sehingga

```

// DS1302 Real Time Clock functions
#asm
    .equ __ds1302_port=0x12 ;PORTD
    .equ __ds1302_io=1
    .equ __ds1302_sclk=0
    .equ __ds1302_rst=2
#endasm
#include <ds1302.h>

```

Fungsi-fungsi *library* ds1302.h yang digunakan dalam operasi *microcontroller* adalah:

- void rtc_init(*unsigned char tc_on, unsigned char diodes, unsigned char res*);

Fungsi ini digunakan untuk menginisialisasi chip DS1302

- void rtc_get_time(*unsigned char *hour, unsigned char *min, unsigned char *sec*);

Fungsi ini digunakan untuk mengambil data jam, menit, dan detik yang berjalan dalam RTC. *Pointer *hour, *min, *sec* harus menunjuk variabel jam, menit, dan detik yang digunakan untuk menampung hasil operasi.

- void rtc_set_time(*unsigned char hour, unsigned char min, unsigned char sec*);

Fungsi ini digunakan untuk mengeset jam, menit, dan detik pada

RTC. Parameter *hour, min, dan sec* mewakili nilai jam, menit, dan

b. LCD

LCD dipasang pada port B dan menggunakan *library* standar

CodeVisionAVR sehingga didefinisikan sebagai berikut:

```
// Alphanumeric LCD Module functions
#asm
    .equ __lcd_port=0x18 ;PORTB
#endasm
#include <lcd.h>
```

Fungsi-fungsi *library* lcd.h yang digunakan dalam operasi *microcontroller* adalah:

- `unsigned char lcd_init(unsigned char lcd_columns);`

Fungsi ini digunakan untuk menginisialisasi LCD, membersihkan tampilan dan meletakkan posisi tulis pada baris 0 dan kolom 0. Dalam perintah inisialisasi ini jumlah kolom LCD harus ditentukan, sehingga untuk LCD 16x2 diinisialisasi dengan `lcd_init(16);`. Fungsi inisialisasi ini akan memberikan nilai 1 apabila modul LCD terdeteksi dan memberikan nilai 0 apabila modul LCD tidak berhasil dideteksi. Fungsi inisialisasi ini harus dijalankan sebelum memanggil fungsi LCD yang lainnya.

- `void lcd_clear(void);`

Fungsi ini digunakan untuk membersihkan tampilan dan meletakkan posisi tulis pada baris 0 dan kolom 0.

- `void lcd_puts(char *str);`

Fungsi ini digunakan untuk menampilkan string *str*, yang terletak di SRAM, pada posisi *cursor* LCD.

- `void lcd_putsf(char flash *str);`

Fungsi ini digunakan untuk menampilkan string *str*, yang terletak di memori Flash, pada posisi *cursor* LCD.

- `void lcd_gotoxy(unsigned char x, unsigned char y);`

Fungsi ini digunakan untuk meletakkan posisi tulis LCD pada kolom *x* dan baris *y*. Nomor kolom dan baris dimulai dari 0 (nol).

- `void _lcd_ready(void);`

Fungsi `_lcd_ready()`; digunakan untuk menunggu pelaksanaan perintah hingga modul LCD siap untuk menerima data. Fungsi ini harus dijalankan sebelum menuliskan data ke LCD melalui fungsi `_lcd_write_data`.

- `void _lcd_write_data(unsigned char data);`

Fungsi ini digunakan untuk menuliskan data ke register instruksi LCD. Fungsi ini digunakan untuk memodifikasi konfigurasi LCD.

c. Tombol Masukkan

Tombol masukan terhubung dengan Port C yang telah diset menjadi input, perubahan pada masing – masing tombol pada dperlihatkan pada statement sebagai berikut :

```
void mode_switch(void)
{
    if (t1==0)
    {
        delay_ms(200);
        mode = 1;
    }

    if (t2==0)
    {
        delay_ms(200);
        mode = 2;
    }

    if (t3==0)
    {
        delay_ms(200);
        mode = 3;
    }

    if (t4==0)
    {
        delay_ms(200);
        mode = 0;
    }
}
```

d. ADC

Inisialisasi ADC diletakkan pada fungsi main dengan statemen sebagai berikut:

```
// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 31,250 kHz
// ADC Voltage Reference: Int., cap. on AREF
// ADC High Speed Mode: Off
// ADC Auto Trigger Source: Free Running
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
ADMUX=FIRST_ADC_INPUT|ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA=0xEF;
SFIOR&=0x0F;
```

ATMega8535 mampu mengkonversi data tegangan analog ke dalam data digital dalam 8 bit. Rumus untuk ADC pada ATMega8535 adalah:

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 256}{V_{REF}}$$

Sehingga ketelitian input untuk mengubah bit LSB hasil konversi ADC adalah: (menggunakan tegangan referensi internal $V_{REF} = 2.56 \text{ V}$)

Dari persamaan di atas diketahui bahwa setiap perubahan tegangan input sebesar 2,5mV akan mengubah bit LSB pada ADC 10 bit. Sehingga apabila ketelitian sensor cukup diperlukan per 1°C dengan spesifikasi keluaran LM35, yaitu 10mV/°C, maka cukup diperlukan 8 bit MSB dari hasil konversi ADC.

Konversi ADC diatur dalam mode *free running*, yaitu *interrupt* khusus pada ADC internal ATmega8535 yang akan mencuplik data analog menjadi data digital secara terus menerus. ISR (*Interrupt Service Routine*) ADC ini ditunjukkan dalam program berikut.

```
// Read the 8 most significant bits
// of the AD conversion result
unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
{
  ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
  // Delay needed for the stabilization of the ADC
```

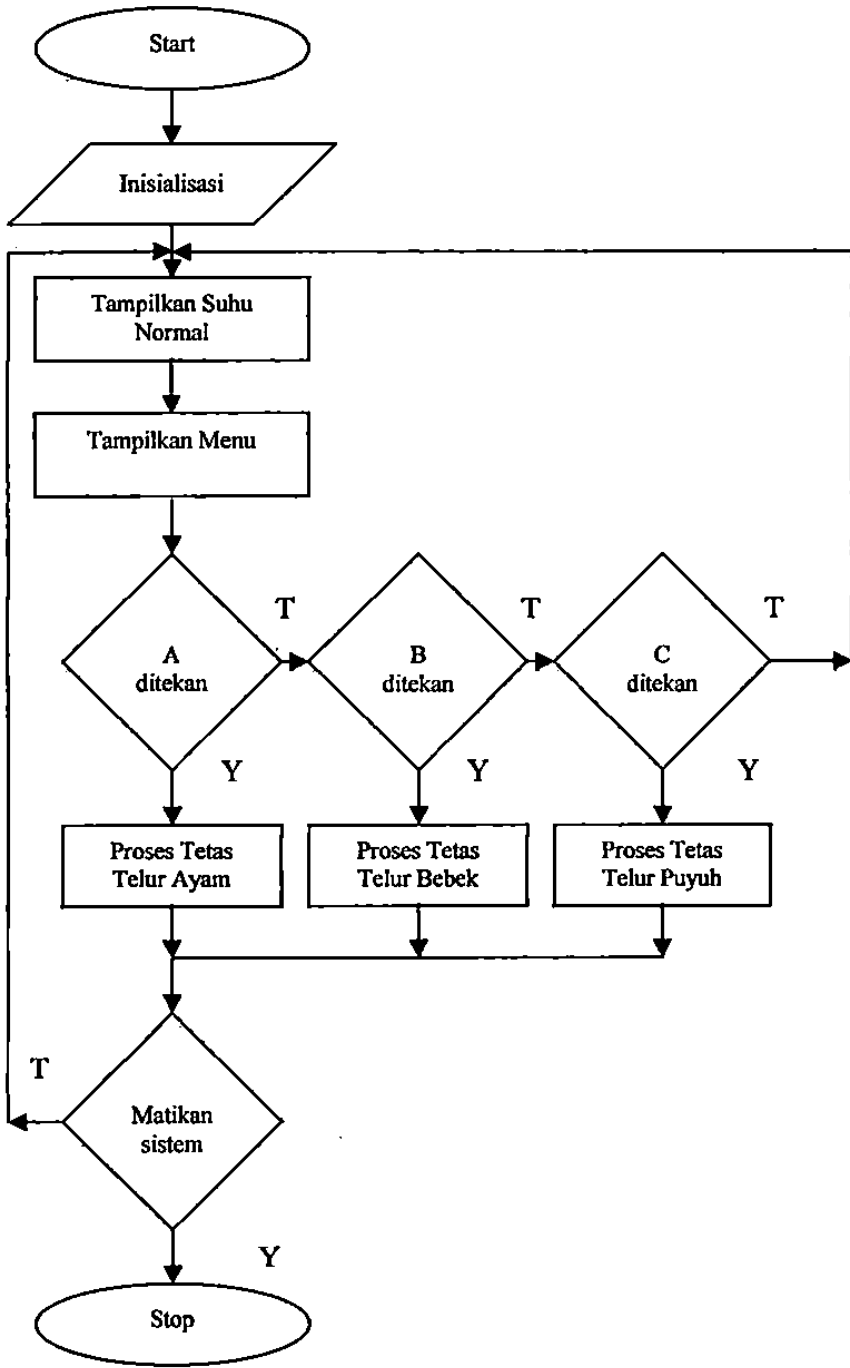

e. Motor penggerak

Motor penggerak menggunakan motor stepper jenis unipolar, sistem kerja pada motor ini dikendalikan oleh perangkat lunak dengan statemen sebagai berikut:

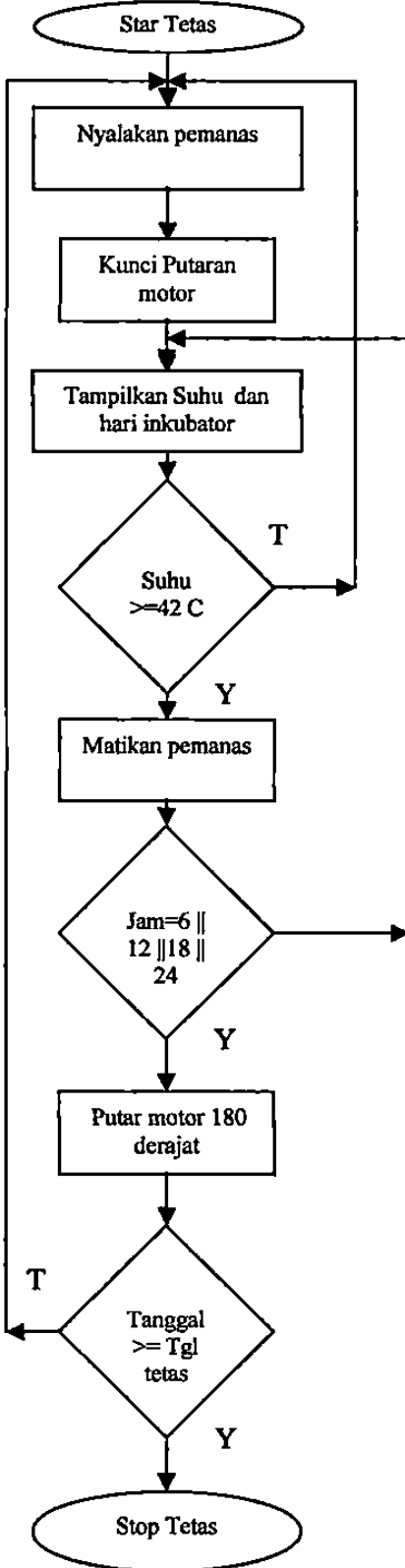
```
void putar_kanan(void)
{
PORTD= 0B01000000;
delay_ms(1000);
PORTD= 0B00100000;
delay_ms(1000);
PORTD= 0B00010000;
delay_ms(1000);
PORTD= 0B00001000;
delay_ms(1000);
}
```

b. Operasional Perangkat Lunak

Saat pertama kali sistem dinyalakan, *microcontroller* akan menjalankan program dari awal, yaitu dari inisialisasi hingga proses pengendalian. Urutan kerja program pada saat pertama kali dijalankan ditunjukkan pada Gambar 4.11. Pada proses tersebut dilakukan seluruh inisialisasi dan pengecekan-pengecekan terhadap *setting* pengendalian. Namun karena pada saat pertama kali dinyalakan belum terdapat *setting* pengendalian maka tidak ada langkah pengendalian yang



Sub rutin proses tetas telur



Untuk memulai proses penetasan, program harus masuk ke dalam mode entri menu. Agar program masuk ke dalam mode menu. Terdapat 3 pilihan dalam menu yaitu :

1. Penekanan Tombol A

Digunakan untuk proses penetasan telur ayam dengan spesifikasi suhu penetasan antara 37- 42 °C dan lama penetasan selama 21 hari dan pembalikan telur oleh putaran motor dilakukan setiap 6 jam sekali.

2. Penekanan Tombol B

Digunakan untuk proses penetasan telur bebek dengan spesifikasi suhu penetasan antara 37- 42 °C dan lama penetasan selama 28 hari dan pembalikan telur oleh putaran motor dilakukan setiap 6 jam sekali.

3. Penekanan Tombol C

Digunakan untuk proses penetasan telur puyuh dengan spesifikasi suhu penetasan antara 37- 42 °C dan lama penetasan selama 16 hari dan pembalikan telur oleh putaran motor dilakukan setiap 6 jam sekali.

4. Penekanan Tombol D

Digunakan untuk menghentikan proses penetasan atau pembatalan.

Dalam proses penetasan dari masing-masing telur terdapat beberapa proses

- Suhu dalam inkubator harus selalu stabil antara 37 - 42 °C, apabila suhu melebihi nilai set tersebut maka sistem akan mematikan pemanas.
- Perubahan posisi telur dilakukan sebanyak 4 kali sehari atau setiap 6 jam sekali
- Lama waktu penetasan masing masing telur yaitu : telur ayam selama 21 hari, telur bebek selama 28 hari dan telur puyuh selama 16 hari.

C. Validasi Sistem

Pada validasi sistem dilakukan pengecekan operasional kerja alat secara keseluruhan. Validasi ini dilakukan untuk membuktikan bahwa semua komponen dan fungsi-fungsi program telah sesuai dengan yang diharapkan. Hasil validasi pembacaan sensor dan catu daya oleh sistem dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2 Sedangkan Tabel 4.3 menunjukkan hasil validasi terhadap fungsi sistem, yang diamati per bagian.

- Sensor LM35

Tabel 4.1. Hasil validasi sensor sistem.

| Pengukuran Termometer (°C) | Pengukuran Sensor (°C) | Keterangan Perlakuan |
|----------------------------|------------------------|--|
| 0 | 1 | Ditempelkan pada es |
| 10 | 10 | Dimasukkan air es |
| 29 | 29 | Disuhu kamar |
| 37 | 37 | Dimasukkan dalam pemanasdengan media lampu pijar 5 watt 3 buah |

Dari Tabel 4.1 ditunjukkan bahwa sebagian besar penginderaan yang dibaca oleh sistem sesuai dengan penginderaan yang dilakukan oleh termometer. Pada penginderaan pertama terjadi perbedaan hasil yang mungkin terjadi karena perbedaan luas penampang sensor yang mengenai es, ujung termometer lebih banyak menempel pada es dibandingkan dengan ujung sensor sistem.

- **Catu Daya**

Tegangan yang dibutuhkan untuk pembuatan alat adalah 5 volt, 9 volt dan 12 volt. Untuk tegangan 5 volt menggunakan IC *regulator* LM7805 dan 12 volt menggunakan LM7812.

Tabel 4.2a. Hasil validasi catu daya untuk *regulator* LM7805

| No | Tegangan Input (DC) | Tegangan Output | Keterangan |
|-----------|----------------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | 2,79 volt | 0,13 volt | Gagal |
| 2 | 4,58 volt | 1,68 volt | Gagal |
| 3 | 5,87 volt | 4,83 volt | OK |
| 4 | 7,26 volt | 5,01 volt | OK |
| 5 | 9,45 volt | 5,01 volt | OK |

Tabel 4.2b. Hasil validasi catu daya untuk *regulator* LM7812

| No | Tegangan Input (DC) | Tegangan Output | Keterangan |
|----|---------------------|-----------------|------------|
| 1 | 7,75 volt | 5,63 volt | Gagal |
| 2 | 9,42 volt | 7,41 volt | Gagal |
| 3 | 12,68 volt | 11,86 volt | OK |
| 4 | 14,16 volt | 11,89 volt | OK |
| 5 | 17,48 volt | 11,89 volt | OK |

Tabel 4.3. Hasil validasi terhadap fungsi bagian-bagian sistem.

| No | Kerja Alat | Kondisi | Deskripsi kerja | Status |
|----|---|----------|---|--------|
| 1 | Saklar reset | OFF | Alat bekerja normal | OK |
| | | ON | Mereset <i>microcontroller</i> dan mengulang pelaksanaan program dari awal (<i>restart</i>) | OK |
| 2 | Sensor LM35 | | Mengindera suhu inkubator | OK |
| 3 | Tombol Pushbutton | Tombol A | Melakukan proses penetasan telur ayam | OK |
| | | Tombol B | Melakukan proses penetasan telur bebek | OK |
| | | Tombol C | Melakukan proses penetasan telur puyuh | OK |
| | | Tombol D | Stop proses penetasan | OK |
| 4 | LCD sebagai penampil menu dan informasi | | <ul style="list-style-type: none"> • Menampilkan daftar menu • Menampilkan Suhu • Menampilkan set point kendali • Menampilkan tanggal | OK |
| | | | | OK |
| 5 | Rangkaian | | Relay akan terhubung atau terputus | OK |

| | | | | |
|---|---|--------------------------------|--|----|
| | relay sebagai antarmuka penggerak | | sesuai <i>setting</i> pengendalian dan hasil penginderaan sensor | |
| 6 | Rangkaian penggerak motor stepper | | Berputar sesuai dengan <i>setting</i> pengendalian | OK |
| 7 | Penyimpanan <i>setting</i> pengendalian | | Apabila sumber tegangan utama terputus, <i>setting</i> pengendalian tidak hilang / tetap tersimpan dan dapat digunakan kembali pada saat sumber tegangan utama terhubung kembali. Sehingga tidak diperlukan pengaturan ulang jika terjadi kegagalan sumber tegangan utama. | OK |
| 8 | RTC | Perbarui nilai | Memperbarui nilai waktu, yaitu jam, menit, detik, tanggal, bulan, dan tahun. | OK |
| | | <i>Run</i> | Menjalankan fungsi RTC dan memberikan data waktu ke <i>microcontroller</i> | OK |
| | | Sumber tegangan utama terputus | Berjalan dengan sumber tenaga cadangan dari baterai. | OK |

Pada Tabel 4.3 ditunjukkan bahwa semua bagian sistem telah berfungsi dengan baik.

D. Implementasi Alat

Setelah sistem pengendali dinyatakan lulus uji alat selanjutnya dilakukan implementasi. Implementasi alat dilakukan dalam sebuah inkubator mini berukuran

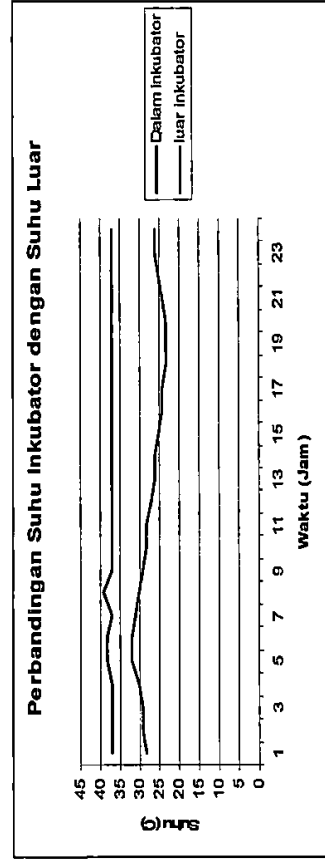
Penggerak kendalian terdiri atas lampu pijar 5 watt sebanyak 3 buah sebagai pemanas dan motor stepper tipe unipolar sebagai pengubah posisi telur setiap 6 jam sekali. Pengamatan hasil pengendalian dilakukan terhadap 3 parameter, yaitu pengamatan suhu, ketepatan waktu motor penggerak melakukan pemindahan posisi dan ketepatan waktu selesai penetasan.

1. Pengendalian Suhu

Pengamatan pengendalian suhu dilakukan dalam tiga hari. Pada hari pertama, tanpa pengendalian, pada hari kedua dilakukan pengendalian untuk memperoleh suhu terendah dan tertinggi, dan pada hari ketiga dilakukan pengendalian pada suhu tertentu. Hasil pengamatan terhadap pengendalian suhu dapat dilihat pada Tabel 4.4 (a,b). Sedangkan grafik fluktuasi suhu pada masing-masing pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4.12 (a,b).

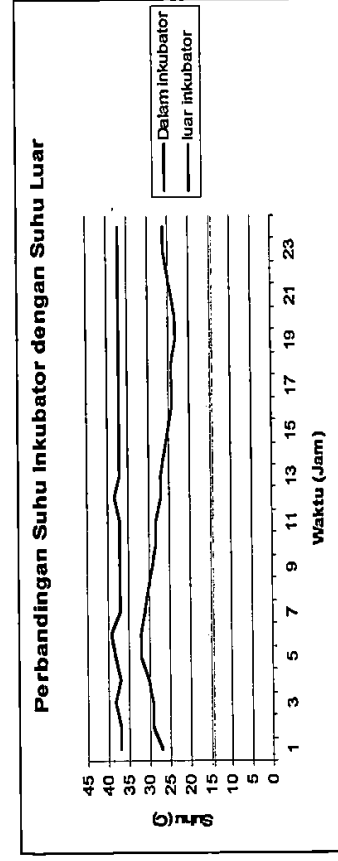
Tabel 4.4.a. Tabel pengamatan Suhu

| Hari ke: 1 Tanggal: 14 Februari 2010 | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Pengaturan : Tanpa pengendalian | | | |
| Pukul (WIB) | Dalam Inkubator T (°C) | Luar Inkubator T (°C) | Selisih T (°C) |
| 08.00 | 37 | 28 | 9 |
| 09.00 | 37 | 29 | 8 |
| 10.00 | 37 | 29 | 8 |
| 11.00 | 37 | 30 | 7 |
| 12.00 | 38 | 32 | 6 |
| 13.00 | 38 | 32 | 6 |
| 14.00 | 37 | 31 | 6 |
| 15.00 | 39 | 30 | 9 |
| 16.00 | 37 | 29 | 8 |
| 17.00 | 37 | 28 | 9 |
| 18.00 | 37 | 28 | 9 |
| 19.00 | 37 | 27 | 10 |
| 20.00 | 37 | 26 | 11 |
| 21.00 | 37 | 26 | 11 |
| 22.00 | 37 | 25 | 12 |
| 23.00 | 37 | 24 | 13 |
| 00.00 | 37 | 24 | 13 |
| 01.00 | 37 | 23 | 14 |
| 02.00 | 37 | 23 | 14 |
| 03.00 | 37 | 23 | 14 |
| 04.00 | 37 | 24 | 13 |
| 05.00 | 37 | 25 | 12 |
| 06.00 | 37 | 26 | 11 |
| 07.00 | 37 | 26 | 11 |



Tabel 4.4.b. Tabel pengamatan Suhu

| Hari ke: 1 Tanggal: 15 Februari 2010 | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| Pengaturan : Tanpa pengendalian | | | |
| Pukul (WIB) | Dalam Inkubator T (°C) | Luar Inkubator T (°C) | Selisih T (°C) |
| 08.00 | 37 | 27 | 10 |
| 09.00 | 37 | 29 | 8 |
| 10.00 | 38 | 29 | 9 |
| 11.00 | 37 | 30 | 7 |
| 12.00 | 38 | 32 | 6 |
| 13.00 | 39 | 32 | 7 |
| 14.00 | 37 | 31 | 6 |
| 15.00 | 37 | 30 | 9 |
| 16.00 | 37 | 29 | 8 |
| 17.00 | 37 | 28 | 9 |
| 18.00 | 37 | 28 | 9 |
| 19.00 | 38 | 27 | 10 |
| 20.00 | 37 | 27 | 10 |
| 21.00 | 37 | 26 | 11 |
| 22.00 | 37 | 25 | 12 |
| 23.00 | 37 | 24 | 13 |
| 00.00 | 37 | 24 | 13 |
| 01.00 | 37 | 24 | 14 |
| 02.00 | 37 | 23 | 15 |
| 03.00 | 37 | 23 | 14 |
| 04.00 | 37 | 24 | 13 |
| 05.00 | 37 | 25 | 12 |
| 06.00 | 37 | 26 | 11 |
| 07.00 | 37 | 26 | 11 |



2. Pengendalian Posisi Telur

Pengendalian posisi telur dilakukan oleh motor stepper setiap 6 jam sekali, dengan demikian posisi telur berubah sebanyak 4 kali dalam sehari. Pengendalian posisi ini ditentukan berdasarkan timer pada inkubator. Hasil pengujian penegndalian posisi telur dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini :

Tabel 4.2. Hasil pengujian pengendali posisi telur

| Waktu start | Jam (Timer) | Kondisi Motor | Durasi (jam) | Hasil |
|-------------|-------------|---------------|--------------|-------|
| 06.00 | 12.00 | Bergerak 180° | 6 | OK |
| | 18.00 | Bergerak 180° | 6 | OK |
| | 24.00 | Bergerak 180° | 6 | OK |
| | 06.00 | Bergerak 180° | 6 | OK |

3. Pengendalian waktu penetasan

Pengendalian waktu penetasan dipicu oleh timer apabila tanggal yang tersetting sama atau melebihi batas waktu maka sistem akan menghentikan proses

penetasan. Hasil pengujian pengendalian waktu penetasan dapat dilihat pada

Tabel 4.6 Pengujian Telur ayam Tanggal 19 Februari 2010, jumlah telur 7

| Hari | Suhu | Kondisi Telur | | | Jumlah telur tidak menetas |
|--------|------|----------------|---------------|---------------|----------------------------|
| | | Menetas Normal | Menetas Cacat | Tidak menetas | |
| 1 | 37 | - | - | - | 2 telur (28.5%) |
| 2 | 38 | - | - | - | |
| 3 | 37 | - | - | - | |
| 4 | 38 | - | - | - | |
| 5 | 37 | - | - | - | |
| 6 | 37 | - | - | - | |
| 7 | 37 | - | - | - | |
| 8 | 37 | - | - | - | |
| 9 | 37 | - | - | - | |
| 10 | 37 | - | - | - | |
| 11 | 37 | - | - | - | |
| 12 | 38 | - | - | - | |
| 13 | 37 | - | - | - | |
| 14 | 37 | - | - | - | |
| 15 | 37 | 5 | - | - | |
| 16 | 37 | - | - | - | |
| 17 | 37 | - | - | - | |
| 18 | 38 | - | - | - | |
| 19 | 37 | - | - | - | |
| 20 | 38 | - | - | 2 | |
| jumlah | | 5 (71.4%) | - | 2 (28.5%) | |

Dari hasil pengujian tabel 4.6 tingkat keberhasilan telur menetas normal

71.4% dan 2 telur mati atau tidak menetas 28.5%