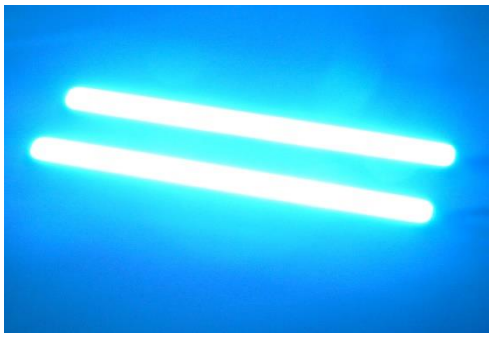
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Peralatan

3.1.1 Lampu *Bluelight CFL*

Lampu *bluelight CFL* merupakan modifikasi dari *TL* atau lampu neon, dengan mengganti *ballast* pada lampu, dan tabung dibuat lebih menarik dan lampu jenis ini lebih hemat energi jika dibandingkan dengan lampu *TL*, lampu ini memiliki 4 buah pin.

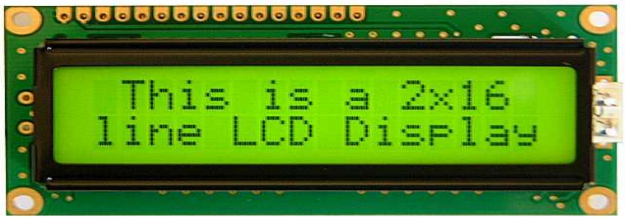


Gambar 3.1 Lampu *Bluelight CFL*

3.1.2 *LCD* Karakter

LCD karakter adalah sebuah *display dot matriks* yang difungsikan untuk menampilkan tampilan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya). Modul *LCD* karakter dapat dengan mudah dihubungkan dengan *microcontroller* seperti ATMega 16.

LCD yang akan digunakan ini mempunyai tampilan 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai *LCD* karakter 2x16, dengan 16 pin konektor. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *LCD* Karakter 2x16

Fungsi lain dari kaki *LCD* karakter 2x16 dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kaki *LCD* karakter 2x16.

Pin	Nama	Fungsi
1	*VSS*	*Ground Voltage*
2	*Vcc*	*+5V*
3	*VEE*	*Contrast Voltage*
4	*RS*	*Register Select 0 = intructian regist Er 1 = data Register*
5	*R/W*	*Read/Write 0 = Write Mode*

		1 = read Mode

Tabel 3.1 Kaki *LCD* karakter 2x16 (lanjutan).

Pin	Nama	Fungsi
6	*E*	*Enable* *Start to lacht data to LCD* *character 1 = disable*
7	*DB0*	*LSB*
8	*DB1*	-
9	*DB2*	-
10	*DB3*	-
11	*DB4*	-
12	*DB5*	-
13	*DB6*	-
15	*BPL*	*Back Plane Light*
16	*GND*	*Ground Voltage*

Jalur *EN* dinamakan *enable*. Jalur ini digunakan untuk memberitahu *LCD* sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke *LCD*, maka melalui program *EN* harus dibuat logika *low* (0) dan diatur pada dua jalur kontrol yang lain *RS* dan *RW*. Ketika dua jalur yang lain telah siap mengirim *EN* dengan logika (1) dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan *datasheet* dari *LCD* tersebut) dan berikutnya mengatur *EN* ke logika *low* (0) lagi.

Jalur *RS* adalah jalur *register select*. Ketika *RS* berlogika *low* (0), data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau intruksi khusu (seperti *clean screen*, posisi *cursor* dll). Ketika *RS* berlogika *high* (1), data yang dikirim adalah data teks yang akan ditampilkan pada tampilan *LCD*. Sebagai contoh untuk menampilkan huruf "I" pada layar *LCD* maka *RS* di beri logika *high* (1).

3.1.3 Trafo *Ballast*

Ballast yang digunakan dalam lampu *fluorescent* dari indikator yang dihubungkan seri dengan salah satu elektroda. *Ballast* berfungsi membatasi arus apabila lampu menyala normal. Kontruksi *ballast* harus efisien, sederhana, tidak membawa dampak terhadap umur lampu. Beberapa kelebihan dari *ballast* elektronik ini antara lain adalah :

1. Meningkatkan efisiensi dari rangkaian sehingga dapat mengurangi *loss* yang ditimbulkan dari *ballast.*
2. Mengurangi berat total pada lampu sehingga lampu lebih ekonomis.
3. Menghilangkan fenomena lampu berkedip.
4. Mengurangi harmonisasi pada arus.
5. Mempu mengontrol tegangan dan arus dengan akurat.

Gambar 3.3 *Trafo Ballast*

3.1.4 *Hourmeter*

Hourmeter adalah satu penghitung waktu yang menggunakan tegangan 220 *volt AC* sebagai *supply* kerja. Dalam komponen ini terdapat satuan hitung yang menghitung 16 sampai 99999,99 jam. *Hourmeter* digunakan untuk menunjukan jumlah lama pemakaian lampu terapi (*life time*).

Gambar 3.4 *Hourmeter*

3.1.5 *IC Microcontroller* ATMega 16

Arsitektur ATMega 16 adalah sebagai berikut :

1. Saluran *IO* sebanyak 32 buah, yaitu *Port A, Port B, Port C dan Port D.*
2. *ADC* 10 *bit* sebanyak 8 *Channel.*
3. Tiga buah *timer / counter*.
4. 32 *register*.
5. *Watchdog Timer* dengan *oscilator internal.*
6. *SRAM* sebanyak 512 *byte*.
7. Memori *Flash* sebesar 8 *kb.*
8. Sumber *Interrupt internal* dan *eksternal.*
9. *Port SPI (Serial Pheriperal Interface).*
10. *EEPROM on board* sebanyak *512 byte.*
11. Komparator analog.
12. *Port USART (Universal Shynchronous Ashynchronous Receiver Transmitter)*

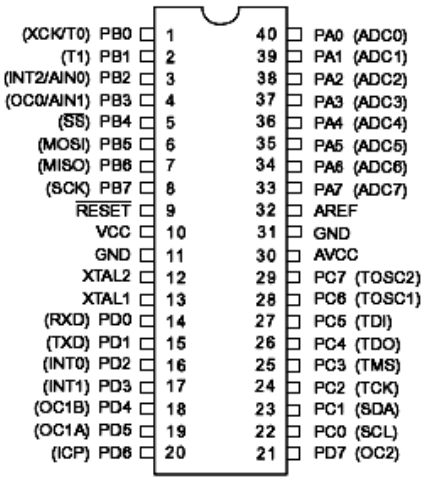
Fitur ATMega 16 adalah sebagai berikut :

1. Sistem *processor* 8 bit berbasis *RISC* dengan kecepatan maksimal 16 *MHz*.
2. Ukuran *memory flash 8KB*, *SRAM* sebesar 512 *byte*, *EEPROM* sebesar 512 *byte*.
3. *ADC* internal dengan resolusi 10 *bit* sebanyak 8 *channel.*
4. *Port* komunikasi serial *USART* dengan kecepatan maksimal 2.5 *Mbps.*
5. Mode *Sleep* untuk penghematan penggunaan daya listrik.

Penjelasan arsitertur dan fitur ATMega 16 adalah sebagai berikut :

1. *Flash* adalah suatu jenis *Read Only Memory* yang biasanya diisi dengan program hasil buatan manusia yang harus dijalankan oleh *microcontroller*.
2. *RAM (Random Acces Memory*) merupakan memori yang membantu *CPU* untuk penyimpanan data sementara dan pengolahan data ketika program sedang *running.*
3. *EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) adalah memori untuk penyimpanan data secara permanen oleh program yang sedang *running.*
4. *Port I/O* adalah kaki untuk jalur keluar atau masuk sinyal sebagai hasil keluaran ataupun masukan bagi *program Timer* adalah modul dalam *hardware* yang bekerja untuk menghitung waktu/pulsa.
5. *UART (Universal Asynchronous Receive Transmit*) adalah jalur komunikasi data khusus secara serial *asynchronous.*
6. *PWM (Pulse Width Modulation*) adalah fasilitas untuk membuat modulasi pulsa.
7. *ADC (Analog to Digital Converter*) adalah fasilitas untuk dapat menerima sinyal analog dalam *range* tertentu untuk kemudian dikonversi menjadi suatu nilai *digital* dalam *range* tertentu.
8. *SPI (Serial Peripheral Interface*) adalah jalur komunikasi data khusus secara serial secara serial *synchronous.*

9. *ISP (In System Programming*) adalah kemampuan khusus *microcontroller* untuk dapat diprogram langsung dalam sistem rangkaiannya dengan membutuhkan jumlah pin yang minimal.



Gambar 3.5 Pin-pin ATMega 16 Kemasan 40-pin

Pin-pin pada ATMega16 dengan kemasan 40-pin DIP (*dual in-line package*) ditunjukkan oleh gambar 2.6 guna memaksimalkan performa, AVR menggunakan arsitektur Harvard (dengan memori dan bus terpisah untuk program dan data).

Konfigurasi Pin ATMega 16 adalah sebagai berikut :

1. *VCC* merupakan *Pin* yang berfungsi sebagai *pin* masukan catudaya.
2. *GND* merupakan *Pin Ground.*
3. *Port* A (PA0...PA7) merupakan *pin I/O* dan pin masukan *ADC.*
4. *Port* B (PB0...PB7) merupakan *pin I/O* dan pin yang mempunyai fungsi khusus yaitu *Timer/Counter*, komparator *Analog* dan *SPI.*

5. *Port* C (PC0...PC7) merupakan *port I/O* dan pin yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator *analog* dan *Timer Oscillator*.
6. *Port* D (PD0...PD1) merupakan port I/O dan pin fungsi khusus yaitu komparator *analog* dan *interrupt* eksternal serta komunikasi serial.
7. *RESET* merupakan pin yang digunakan untuk mengatur ulang *microcontroler*.
8. *XTAL1* dan *XTAL2* merupakan pin masukan *clock external*.
9. *AVCC* merupakan *pin* masukan untuk tegangan *ADC*.
10. *AREF* merupakan *pin* masukan tegangan referensi untuk *ADC*.

Keterangan pin ATMega 16 adalah sebagai berikut :

1. *Port* A

   Merupakan 8-bit *directional port I/O*. Setiap pinnya dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer Port* A dapat memberi arus 20 *mA* dan dapat mengendalikan *display LCD* secara langsung. *Data Direction Register port* A (*DDRA*) harus diatur terlebih dahulu sebelum *Port* A digunakan. Bit-bit *DDRA* diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin *port* A yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Selain itu, kedelapan pin *port* A juga digunakan untuk masukan sinyal *analog* bagi *A/D converter*.
2. *Port* B

Merupakan 8-*bit directional port I/O*. Setiap pin dapat menyediakan *internal pull-up resistor* (dapat diatur per bit). *Output buffer Port* B dapat memberi arus 20 *mA* dan dapat mengendalikan *display* diatur *LCD* secara langsung. *Data Direction Register port* B (*DDRB*) harus diatur terlebih dahulu sebelum *Port* B digunakan. *Bit-bit DDRB* diisi 0 jika ingin memfungsikan *pin-pin port* B yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. *Pin-pin port* B juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.2 *Pin Port B.*

Port Pin	Fungsi Khusus
PB0	*T0 = timer/counter 0 external counter input*
PB1	*T1 = timer/counter 0 external counter input*
PB2	*AIN0 = analog comparator positive input*
PB3	*AIN1 = analog comparator negative input*
PB4	*SS = SPI slave select input*
PB5	*MOSI = SPI bus master output / slave input*
PB6	*MISO = SPI bus master input / slave output*

Tabel 3.2 *Pin Port B* (lanjutan).

Port Pin	Fungsi Khusus
PB7	*SCK = SPI bus serial clock*

3. *Port C*

Merupakan 8-*bit directional port I/O*. Setiap pinnya dapat menyediakan *internal pull-up resistor* (dapat diatur per *bit*). *Output buffer Port* C dapat memberi arus 20 *mA* dan dapat mengendalikan *display* diatur *LCD* secara langsung. *Data Direction Register port* C (*DDRC*) harus diatur terlebih dahulu sebelum *Port* C digunakan. *Bit-bit DDRC* diisi 0 jika ingin memfungsikan *pin-pin port* C yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Selain itu, dua *pin port* C (*PC6* dan *PC7*) juga memiliki fungsi alternatif sebagai *oscillator* untuk *timer/counter* 2.

4. *Port* D

Merupakan 8-bit *directional port I/O*. Setiap pinnya dapat menyediakan internal *pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer Port* D dapat memberi arus 20 *mA* dan dapat mengendalikan *display LED* secara langsung. *Data Direction Register port* D (*DDRD*) harus *disetting* terlebih dahulu sebelum *Port* D digunakan. Bit-bit *DDRD* diisi 0 jika ingin memfungsikan *pin-pin port* D yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika

sebagai *output*. Selain itu, *pin-pin port* D juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut :

Tabel 3.3 Pin *Port D.*

Port Pin	Fungsi Khusus
PD0	*RDX (UART input line)*
PD1	*TDX (UART output line)*
PD2	*INT0 (external interrupt 0 input)*
PD3	*INT1 (external interrupt 1 input)*
PD4	*OC1B (Timer/Counter1 output compareB match output)*
PD5	*OC1A (Timer/Counter1 output compareA match output)*
PD6	*ICP (Timer/Counter1 input capture pin)*
PD7	*OC2 (Timer/Counter2 output compare match output)*

3.1.6 *Solid State Relay*

Fungsi *solid state relay* sebenarnya sama saja dengan *relay* elektromekanik yaitu sebagai saklar elektronik yang biasa digunakan

atau diaplikasikan di industri-industri sebagai *device* pengendali. Namun *relay* elektromekanik memiliki banyak keterbatasan bila dibandingkan dengan *solid state relay*, salah satunya seperti siklus hidup kontak yang terbatas, mengambil banyak ruang, dan besarnya daya kontaktor *relay*.

Perangkat *solid state relay* dengan semikon duktor *modern* yang menggunakan *SCR*, *TRIAC*, atau *output transistor* sebagai pengganti saklar kontak mekanik. *Output device (SCR, TRIAC*, atau *transistor*) adalah optikal yang digabungkan sumber cahaya *LED* yang berada dalam *relay*. *Relay* akan dihidupkan dengan energi *LED* ini, biasanya dengan tegangan power *DC* yang rendah. Isolasi optik antara *input* dan *output* inilah yang menjadi kelebihan yang ditawarkan oleh *solid state relay* bila dibanding *relay* elektromekanik.

Gambar 3.6 *Solide State Relay*

Solid state relay itu juga berarti *relay* yang tidak mempunyai bagian yang bergerak sehingga tidak terjadi aus. *Solid state relay* juga mampu menghidupkan dan mematikan dengan waktu yang jauh lebih

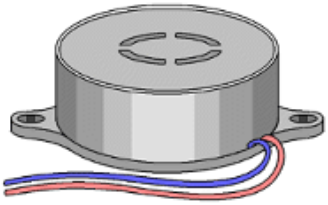
cepat bila dibandingkan dengan *relay* elektromekanik. Juga tidak ada pemicu percikan api antar kontak sehingga tidak ada masalah korosi kontak.

Salah satu keuntungan atau kelebihan yang signifikan dari *solid state relay SCR* dan *TRIAC* adalah kecenderungan secara alami untuk membuka sirkuit *AC* hanya pada titik nol arus beban. Karena *SCR* dan *TRIAC* adalah *thyristor*, dengan sifat hysteresisnya mereka mempertahankan kontinuitas sirkuit setelah *LED de-energized* sampai saat *AC* turun dibawah nilai ambang batas (*holding current*), artinya adalah rangkaian tidak akan pernah terputus ditengah-tengah puncak gelombang sinus. Waktu pemutusan seperti yang ada dalam rangkaian yang mengandung induktansi besar biasanya akan menghasilkan lonjakan tegangan besar karena runtuhnya medan magnet secara tiba-tiba di sekitar induktansi. Hal seperti ini tidak akan terjadi saat pemutusan dilakukan oleh sebuah *SCR* atau *TRIAC*. Kelebihan fitur ini disebut *zero-crossover switching*.

3.1.7 *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk megubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumpara yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tersebut akan tertarik ke dalam atau ke luar,

tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Frekuensi suara yang dikeluarkan oleh *buzzer* yaitu antara 1.5 *KHz*.



Gambar 3.7 *Buzzer*

3.1.8 Sensor Suhu *LM35*

Sensor suhu *IC* LM35 merupakan *chip IC* produksi Natioanal Semikonduktor yang berfungsi untuk mengetahui temperatur suatu objek atau ruangan dalam bentuk besaran elektrik, atau dapat juga di definisikan sebagai komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah perubahan temperatur yang diterima dalam perubahan besaran elektrik. Sensor suhu *IC LM35* dapat mengubah perubahan temperatur menjadi perubahan tegangan pada bagian *outputnya*. Sensor suhu *IC* LM35 membutuhkan sumber tegangan *DC* +5 *volt* dan konsumsi arus *DC* sebesar 60 µA dalam beroperasi.

Gambar 3.8 Sensor Suhu *LM35*

Karakteristik sensor suhu *IC LM35* adalah sebagai berikut :

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 *mVolt*/ºC, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam celcius.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5ºC pada suhu 25 ºC.
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55 ºC sampai +150 ºC. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 *volt*.
4. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 µA.
5. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari 0,1 ºC pada udara diam.
6. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 *mA*. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar ± ¼ ºC.

3.1.9 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan modul ini adalah :

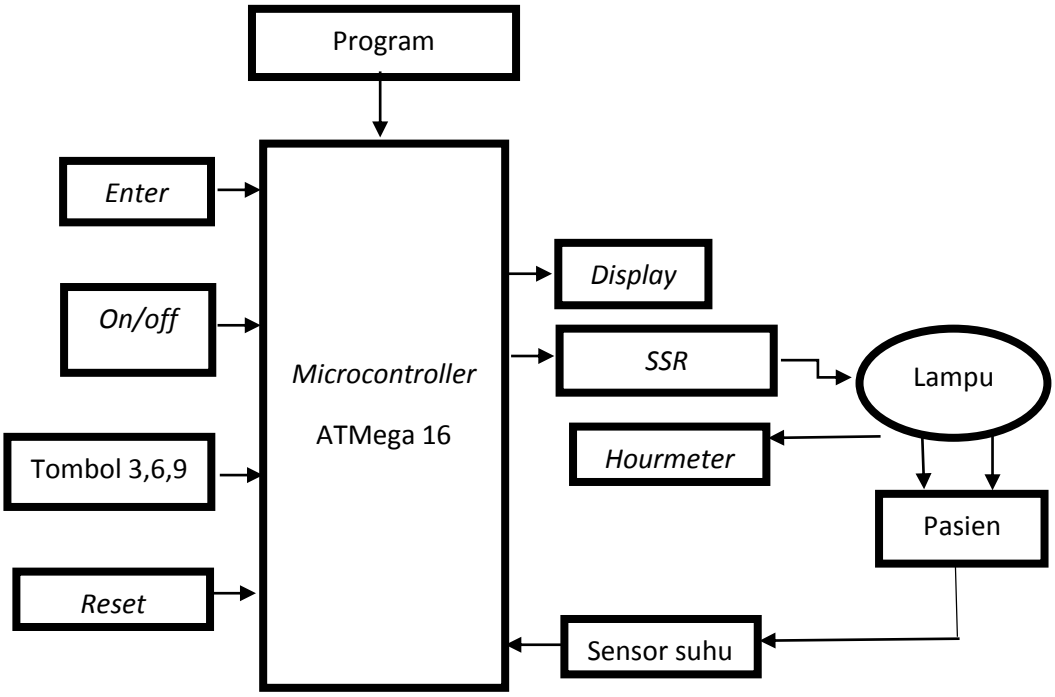
1. Solder

2. Timah
3. Papan PCB
4. Penyedot timah
5. Bor
6. Gerinda

3.2 Perancangan Perangkat Keras

3.2.1 Diagram Blok

Untuk blok diagram *phototerapy* dilengkapi *monitoring* suhu berbasis *microcontroller* ATMega 16 dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut.

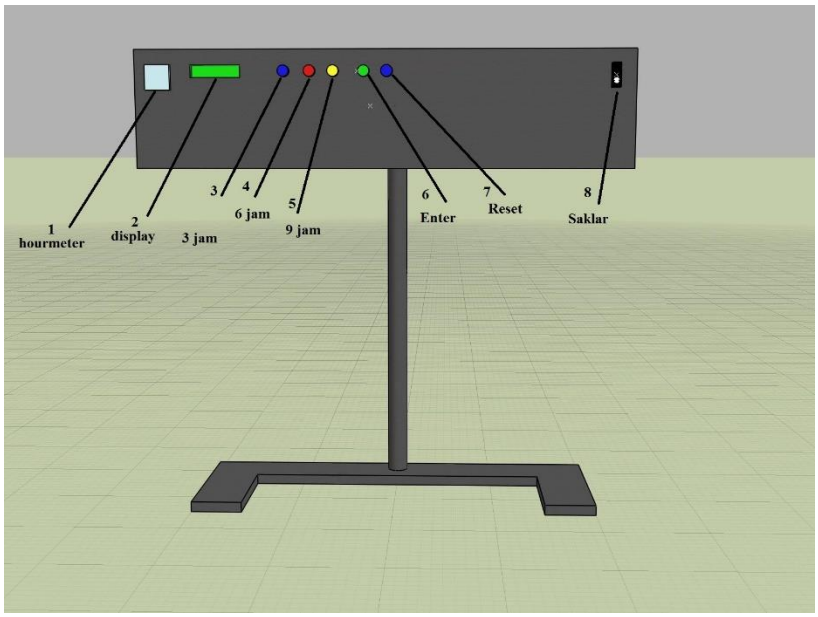


Gambar 3.9 Diagram Blok Alat *Phototherapy*

Tombol *on/off* berfungsi untuk mematikan atau menghidupkan sistem. Kemudian tombol 3, 6, 9 difungsikan sebagai *setting* pada pemilihan *timer*. Sensor suhu di fungsikan untuk memantau suhu pada bayi selama proses penyinaran berlangsung.

3.2.2 Diagram Mekanis

Untuk diagram mekanis *phototerapy* dilengkapi *monitoring* suhu berbasis *microcontroller* ATMega 16 dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut.



Gambar 3.10 Diagram Mekanis

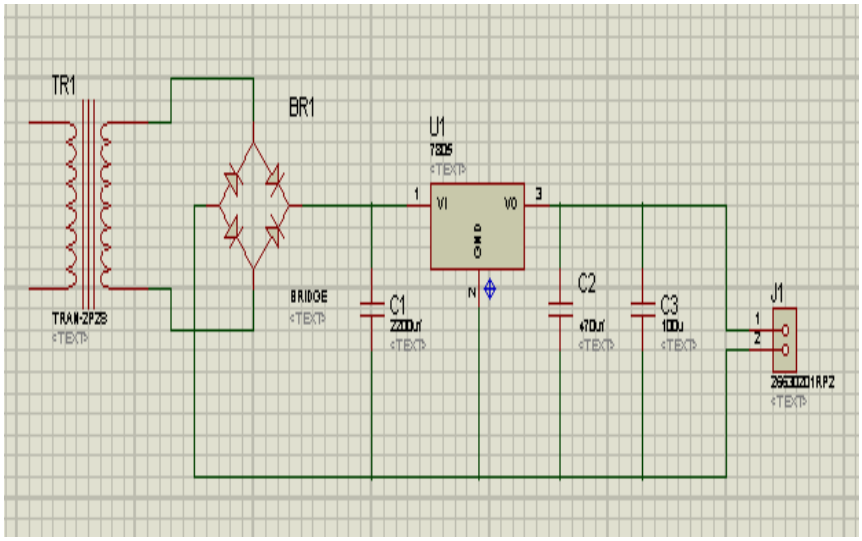
Keterangan :

1. *Hourmeter* : berfungsi untuk menghitung *life time* lampu *bluelight*

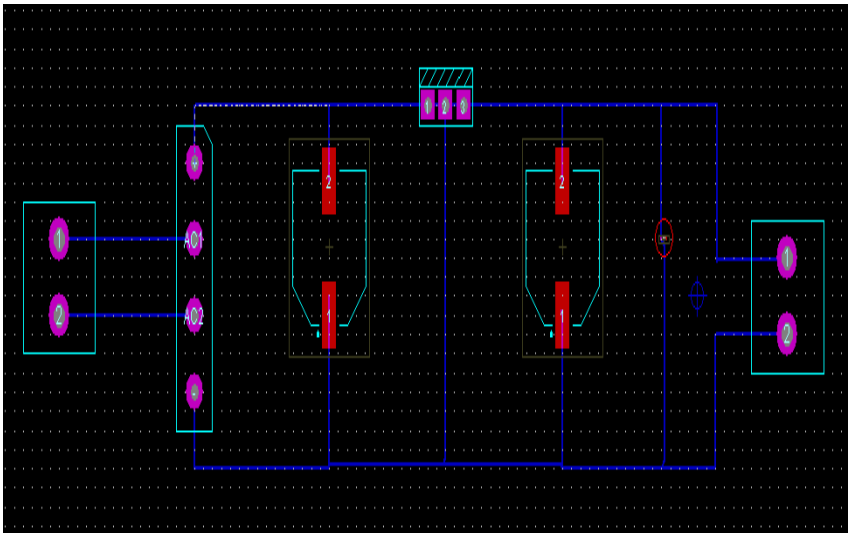
2. *LCD* : berfungsi sebagai tampilan suatu data baik karakter ataupun huruf.
3. Tombol 3 : untuk pemilihan waktu 3 jam.
4. Tombol 6 : untuk pemilihan waktu 6 jam.
5. Tombol 9 : untuk pemilihan waktu 9 jam.
6. *Start* : untuk memulai proses.
7. *Reset* : untuk mereset atau kembali ke posisi awal.
8. Saklar : untuk menghidupkan dan mematikan (*ON/OFF*) alat.

3.2.3 Perakitan *Power Supply*

Untuk Gambar skematik rangkaian *power supply* dapat dilihat pada Gambar 3.11 dan *layout power supply* dapat dilihat pada Gambar 3.12 berikut.



Gambar 3.11 Skematik *Power Supply*

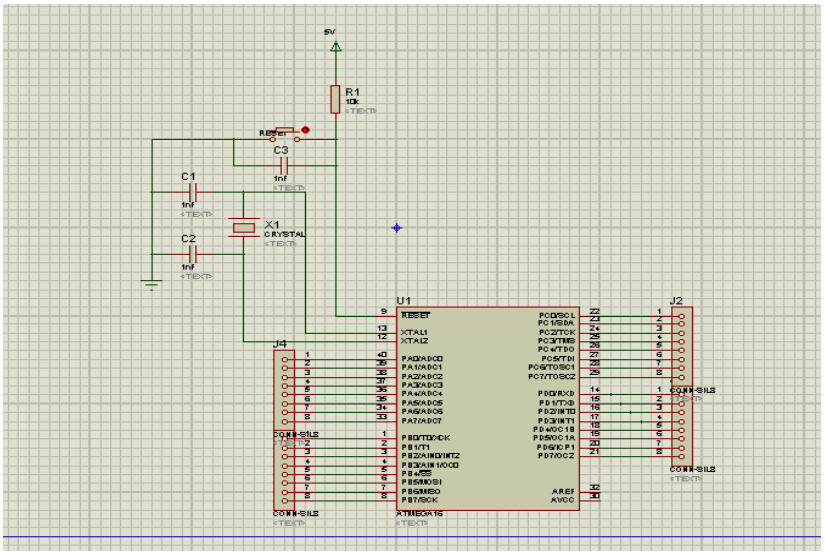


Gambar 3.12 *Layout Power Supply*

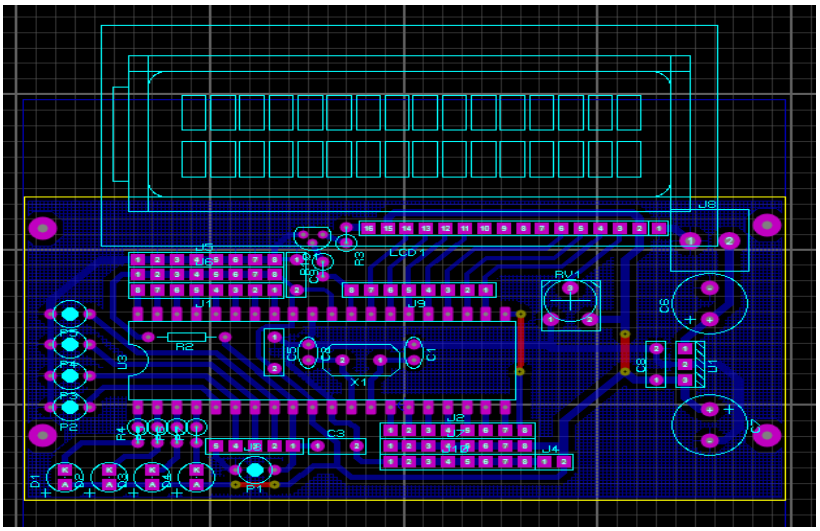
Power Supply berfungsi mengubah sumber tegangan listrik *AC* menjadi tegangan *DC* yang dibutuhkan. *AC to DC Power Supply* pada umumnya memiliki sebuah *Transformator* yang menurunkan tegangan, Dioda sebagai Penyearah dan Kapasitor sebagai Penyaring (Filter). Pada modul ini *power supply* akan mengubah tagangan *AC* menjadi *DC* sebesar 5 *VDC* dengan mengunakan *IC regulator* 7805. Adapun tegangan 5 *VDC* digunakan untuk rangkaian minimum sistem.

3.2.4 Perakitan Minimum Sistem

Untuk Gambar skematik rangkaian minimum sistem dapat dilihat pada Gambar 3.13 dan *layout* minimum sistem dapat dilihat pada Gambar 3.14 berikut.



Gambar 3.13 Skematik Minimum Sistem



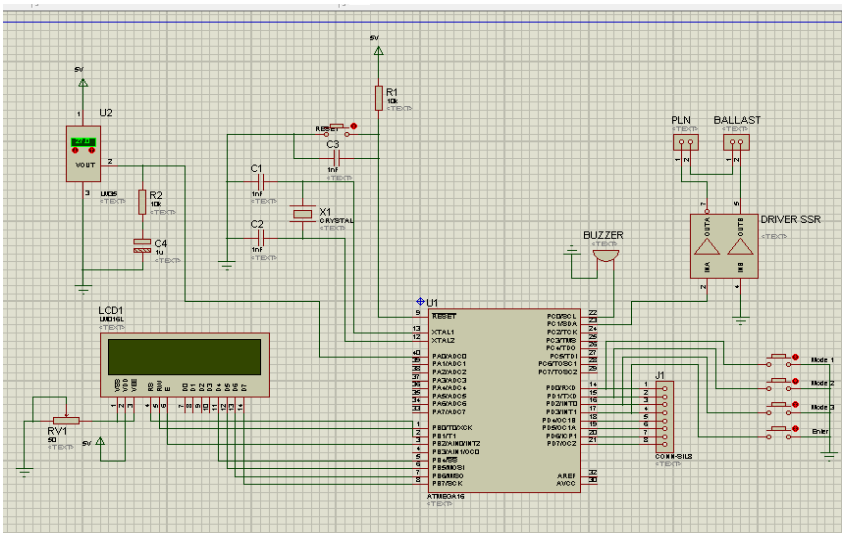
Gambar 3.14 *Layout* Minimum Sistem

Rangkaian minimum sistem pada modul ini berfungsi sebgai kontrol kerja modul secara keseluruhan. Cara kerja rangkaian minimum sistem ini dengan memanfaatkan kapasitas penyimpanan yang dimiliki oleh *IC* ATMega 16. Pada *IC* ATMega 16 ini diberi program yang akan mengontrol sistem kerja modul secara

keseluruhan. Adapun program yang digunakan pada modul ini adalah *ADC* sebagai pembaca tegangan dari sensor *LM35* dan program *timer* sebagai pengendali waktu pada modul.

3.2.5 Perakitan Rangkaian Keseluruhan

Untuk Gambar skematik rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.15 berikut.



Gambar 3.15 Skematik Rangkaian Keseluruhan

Prinsip kerja dari rangkaian keseluruhan pada modul ini adalah rangkaian minimum sistem dengan memanfaatkan kapasitas penyimpanan yang dimiliki oleh *IC* ATMega 16. Pada *IC* ATMega 16 ini diberi program yang akan mengontrol sistem kerja modul secara keseluruhan.

Pada *port* A terdapat *buzzer* yang berfungsi sebagai *alarm* apabila suhu bayi berada di atas atau di bawah suhu normal selain itu *alarm*

akan berbunyi apabila waktu penyinaran telah selesai. *Port* A juga akan mengontrol *driver ssr* yang berfungsi sebagai saklar.

Pada *port* B terdapat *LCD* yang berfungsi untuk menampilkan suatu data baik karakter maupun huruf. *Port* C terdapat sensor suhu *LM35* dan tombol *reset*, sensor *LM35* berfungsi untuk memantau suhu bayi sedangkan tombol *reset* berfungsi untu mereset atau mengembalikan ke posisi awal.

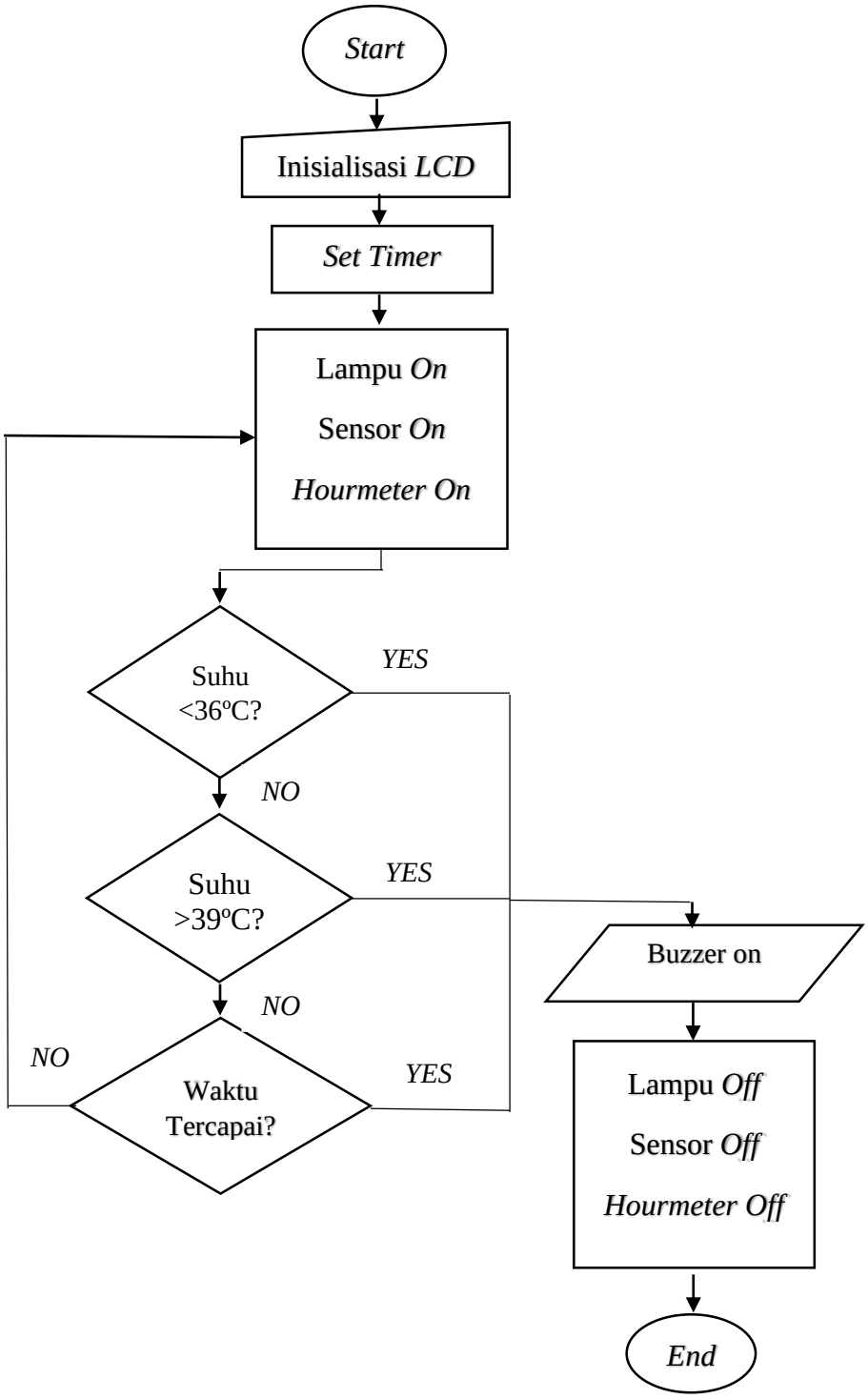
Minimum sistem juga dilengkapi beberapa tombol seperti tombol 3, 6, 9 dan tombol *start*, tombol 3, 6, 9 berfungsi untuk pemilihan lamanya waktu penyinaran dan tombol *start* berfungsi untuk memulai kerja alat. Tombol-tombol tersebut terdapat pada *port* D.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

3.3.1 Diagram Alir

Tombol *on* dan *off* digunakan untuk menghidupkan dan mematikan alat, sebelumnya kita harus mengatur *timer* terlebih dahulu lalu tombol *ENTER* ditekan maka lampu akan menyala, pada saat *timer* berjalan maka *display timer*, *hourmeter* untuk *life time* lampu serta sensor akan bekerja, apabila suhu <35ºC atau >39ºC maka *buzzer* akan berbunyi. Ketika waktu sudah tercapai maka *buzzer* akan berbunyi, lampu *bluelight* akan mati, *hourmeter off*, sensor *off* dan *END* proses selesai. Untuk diagram alir *phototherapy* dilengkapi

monitoring suhu berbasis *microcontroller* ATMega 16 dapat dilihat pada Gambar 3.16 berikut.



Gambar 3.16 Diagram Alir

3.4 Perancangan Pengujian

Pada analisa rancangan ada beberapa parameter yang akan diujikan apakah rancangan sudah sesuai dengan kondisi yang diinginkan atau belum. Pengujian akan dilakukan 30 kali pengujian. Pada modul ini terdapat beberapa parameter yang akan diuji yaitu *timer* dan suhu.

3.4.1 Jenis Pengujian

1. Pengujian *Timer*

Timer/counter adalah fasilitas dari ATMega16 yang digunakan untuk perhitungan pewaktuan. Pengujian *timer* ini bertujuan untuk memastikan bahwa *timer* sudah berfungsi dengan baik. Fungsi dari *timer* sendiri yaitu untuk mengatur lamanya waktu yang yang akan digunakan dalam proses penyinaran. Pengujian *timer* dilakukan dengan cara melakukan perbandingan dengan *stopwatch*. Setiap 1 dan 3 jam dilihat data jam dan menit apakah sama dengan *stopwatch*. Pengujian *timer* dilakukan sebanyak 30 kali pengujian.

2. Pengujian Suhu

Sensor suhu *LM35* berfungsi untuk mengubah besaran fisis yang berupa suhu menjadi besaran elektris tegangan. Sensor ini memiliki parameter bahwa setiap kenaikan 1ºC tegangan keluarannya naik sebesar 10mV dengan batas maksimal keluaran sensor adalah 1,5 V pada suhu 150°C.

Sensor suhu *LM35* diuji dengan cara memberikan tegangan 5V serta melakukan perbandingan dengan sensor suhu inkubator. Pengujian sensor suhu dilakukan sebanyak 30 kali pengujian.

3.4.2 Pengolahan Data

Jenis penelitian yang penulis gunakan adalah jenis penelitian eksperimental, artinya meneliti, mencari, menjelaskan, dan membuat suatu instrumen dimana instrumen ini dapat langsung dipergunakan oleh pengguna. Variabel yang diteliti dan diamati pada alat *phototherapy* dilengkapi *monitoring* suhu ini adalah menggunakan lampu *bluelight* sebagai penyinaran dan sensor *LM35* untuk memantau suhu bayi.

Variabel Penelitian

1. **Variabel Bebas**

   Sebagai variabel bebas adalah objek (bayi) yang disinari oleh lampu *Bluelight* dan dideteksi suhunya oleh sensor *LM35*.

2. **Variabel Tergantung**

   Sebagai variabel tergantung pada alat ini adalah suhu bayi yang di pantau oleh sensor suhu LM35

3. **Variabel Terkendali**

   Sebagai variabel terkendali adalah lama waktu penyinaran lampu *bluelight.*

Perancangan Pengukuran Rata-rata

Adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran dirumuskan sebagai berikut.

$$\overline{x} = \frac{\sum x_n}{n} \tag{3-1}$$

dengan :

$\bar{x}$ = Rata – rata

$\sum x_n$ = Jumlah x sebanyak n

n = Banyak data