

BAB III

KONSEP RANCANGAN

Rancang bangun inkubator secara berurutan dengan metode sebagai berikut identifikasi kebutuhan dijabarkan dalam analisis kebutuhan. Kemudian perancangan alat meliputi perangkat keras dan perangkat lunak, dilanjutkan tahap implementasi dan pengujian. Identifikasi kebutuhan bertujuan untuk menentukan kebutuhan alat yang diperlukan, serta dilanjutkan analisis kebutuhan alat. Proses perancangan perangkat keras dan lunak menjadi sebuah alat yang berfungsi sesuai yang diharapkan. Tahap terakhir melakukan pengujian alat serta simpulan dan saran pada alat yang sudah dibuat.

A. Identifikasi Kebutuhan

Kebutuhan yang diperlukan untuk membuat rancang bangun inkubator untuk monitoring kondisi bayi prematur berbasis mikrokontroler adalah sebagai berikut:

1. Perangkat keras
 - a. Masukan
 - Sensor yang dibutuhkan untuk mendeteksi suhu, mengukur suhu ruangan yang akan ditempatkan didalam inkubator, memiliki tingkat akurasi yang baik.
 - Sensor yang mampu mendeteksi cairan berupa urin bayi, sensor yang akan digunakan untuk mendeteksi ketika bayi mengompol.
 - Sensor peringatan waktu yang bisa memberikan indikasi bahwa bayi harus diberi ASI oleh ibu.
 - Kebutuhan tombol yang digunakan sebagai masukan pada alat yang akan dibuat.
 - Kebutuhan catu daya sebagai sumber tegangan alat, yang dibutuhkan berupa catu daya DC dan AC.
 - Kebutuhan untuk membuat rancang bangun inkubator, membutuhkan bahan yang kuat dan ringan.

- Kebutuhan komponen-komponen sebagai bagian dari alat yang akan dibuat.

b. Proses

- Sistem yang mampu mengolah data *input* dan menghasilkan data *output* yang diperlukan dalam menonitoring bayi prematur di inkubator.
- Kebutuhan perangkat *switch* yang mampu mengatur pemanas (lampu pijar).

c. Keluaran

- Membutuhkan tampilan *display* yang mampu menampilkan data sebagai tampilan data monitoring sensor suhu dan sensor cairan.
- Kebutuhan indikator peringatan suara sebagai *output* berupa indikator pengirim suara yang mampu direspon oleh orang tua, perawat sebagai indikator alarm.
- Kebutuhan sebagai sumber dari pemanas untuk inkubator.

2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak sebagai penunjang pembuatan alat, berupa *software* untuk mendesain rangkaian, mendesain rancang bangun, dan membuat program pengendali.

B. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan identifikasi kebutuhan di atas maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan sebagai berikut:

1. Perangkat Keras

a. Masukan

Sensor suhu yang digunakan yaitu sensor suhu DS18B20 yang mampu mendekripsi suhu ruangan, memiliki akurasi yang baik $0,1^{\circ}\text{C}$ kenaikan suhu, dengan tingkat *error* yang rendah. Sensor suhu ini bisa diakses menggunakan mikrokontroler dengan menggunakan *setting output*-nya *1ware*. Sensor memiliki 3 pin S, Vcc (+), dan *Ground* (-) yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler.

Sensor cairan diperlukan untuk mendeteksi ketika bayi mengompol. Sensor yang digunakan yaitu sensor *water level*, sensor bekerja dengan prinsip membaca nilai resistansi pada permukaan sensor jika terkena cairan air atau cairan jenis lain, permukaan sensor terbuat dari lempengan tembaga, keluaran sensor berupa data analog sehingga menghasilkan voltase analog sebanding dengan jumlah cairan yang mengenai permukaan.

Timer pemberian indikator lamanya waktu yang diperlukan untuk ibu memberikan ASI kepada bayi prematur, pemberian ASI bisa dilakukan setiap 1 atau 3 jam sekali. Pemberian ASI yang teratur sangat baik supaya bayi terpenuhi kebutuhan asupannya. Sensor yang digunakan berupa *Timer modul Real Time Clock (RTC)* DS3231, dengan prinsip mampu menampilkan waktu berupa detik, menit, dan jam serta hari, tanggal, bulan, dan tahun. *Timer RTC* DS3231 sebagai indikator pewaktu pemberian ASI sebagai alarm.

Tombol yang berfungsi sebagai *push button* yang dibutuhkan digunakan untuk masukan nilai suhu, setting alarm dan untuk menjalankan navigasi *menu* pada alat.

Catu daya yang dibutuhkan untuk sistem adalah catu daya DC dengan besaran daya ± 5 volt. Catu daya yang dipakai adalah baterai lippo 3 *cells voltage* 12volt. Pada rangkaian sistem minimum mikrokontroler terdapat IC 7805 sebagai IC regulator penurun tegangan dan menstabilakan tegangan menjadi 5volt. Catu daya pada sensor disuply dari mikrokontroler masing-masing membutuhkan daya $\pm 3 - 5$ volt. Pemilihan penggunaan baterai agar mikrokontroler bisa terus bekerja memonitoring bayi ketika terjadi pemadaman listrik. Kebutuhan catu daya AC 220volt sebagai sumber listrik untuk lampu pijar penghangat inkubator.

b. Proses

Pada bagian proses memerlukan mikrokontroler dan komponen untuk mengolah data *input* serta data *output* yang dikeluarkan. Pemilihan mikrokontroler sebagai pengolah proses karena mikrokontroler mampu mengakses banyak *input* sensor yang digunakan, mampu mengolah data secara baik dapat diprogram secara

berulang-ulang. Mikrokontroler yang dipakai yaitu ATMega16. ATMega16 memiliki 32 jalur I/O bersifat *programmable* (diprogram ulang) sehingga kebutuhan pin *input* atau *output* dapat tercukupi. Selain itu ATMega16 memiliki kapasitas *flash* memori 16Kbyte, EEPROM 512byte, analog comparator, serial USART, dan *port* antarmuka SPI.

Relay sebagai pengatur pemanas (lampu pijar) mengontrol nyala lampu sehingga panas dalam inkubator bisa sesuai suhu yang dibutuhkan, *relay 5volt 1 channel*. Relay terhubung dengan mikrokontroler sebagai bagian pengendali alat.

c. Keluaran

Pada bagian *output* memerlukan sebuah LCD dan *Buzzer*. LCD16x2 berfungsi sebagai penampil data berupa angka maupun huruf dengan jumlah kolom 16 dan jumlah baris 2. LCD memiliki kemampuan menampilkan hasil, dari bagian proses. LCD dipilih karena kemudahan megakses dan menghubungkan dengan rangkaian mikrokontroler.

Buzzer digunakan sebagai indikator untuk memberikan bunyi (alarm), prinsip *buzzer* mengubah getaran listrik menjadi getaran suara (Pratama, Kardian 2012). *Buzzer* yang dibagi dengan daya 5volt. Bagian *output* menampilkan hasil dari sensor suhu, sensor cairan, dan *timer ASI*. Hasil dari 4 masukan tersebut tertampil pada LCD untuk memudahkan proses monitoring yang dilakukan. Menampilkan suhu secara *real time*, berapa derajat ($^{\circ}$) celcius (C). Sensor cairan berfungsi memonitoring apakah bayi mengompol serta bisa mengetahui popok atau kain yang dipakai bayi basah. Ketika basah maka harus diganti popok atau kain yang baru. *Timer ASI* yang *output* dan tampilan berfungsi sebagai pewaktu berapa jam bayi harus diberikan ASI oleh ibu. Waktu akan tertampil pada layar LCD, menampilkan detik, menit, dan jam.

2. Perangkat Lunak

Perangakat lunak yang digunakan yaitu proteus ISIS professional v.7.9. ISIS mudah digunakan untuk mendesain sistem minimum mikrokontroler, rangkaian sensor, dan bisa melakukan percobaan pada *software*. Penggunaan *Code Vision AVR compiler* (CV-AVR) sebagai *software* pemrograman

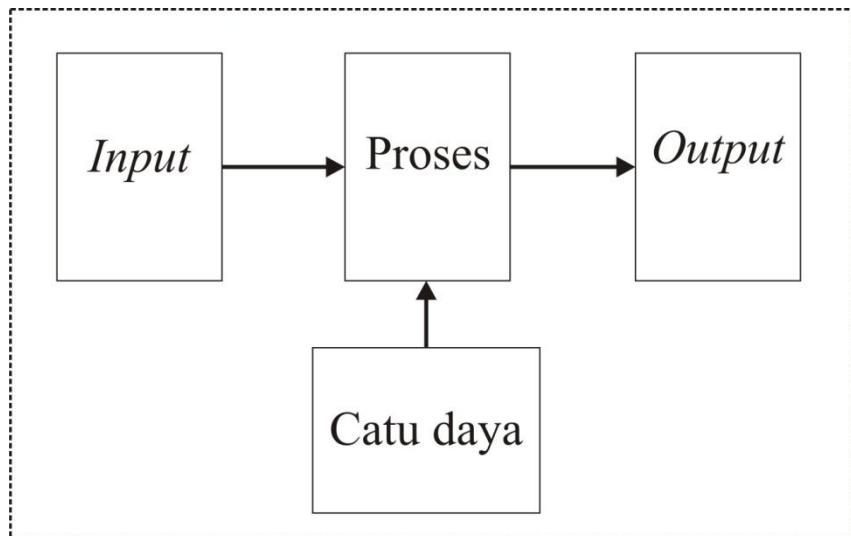
mikrokontroler yang menggunakan bahasa C yang mudah di akses dengan mikrokontroler. Penggunaan *software* corelDraw yang digunakan untuk mendesain rancang bangun inkubator.

Berikut daftar kebutuhan komponen pada tabel 9.

Tabel 9. Daftar Kebutuhan Komponen

| No | Rangkaian | Komponen | Spesifikasi |
|----|-----------------|------------------------------|--|
| 1 | <i>Input</i> | Sensor Suhu | Sensor DS18B20 |
| | | Sensor Cairan | Sensor Water Level |
| | | Timer ASI | Modul Real Time Clock (RTC) DS3231 |
| 2 | Proses | Mikrokontroler | ATMega16 |
| | | Crystal | 16.0000 MHz |
| | | IC Regulator | 7805 |
| | | Konektor | Pin Header |
| | | Relay | 5 volt, 1 channel |
| 3 | <i>Output</i> | LCD | 16x2 |
| | | Buzzer | SMF -27 daya 3-27 volt |
| 4 | Catu Daya | Baterai Lippo | 3 cells 2200 mAh, 12 Volt |
| 5 | Bahan Pendukung | PCB | Ukuran 8x6 cm |
| | | Push Button | Push On 3A 250V |
| | | Switch ON/OFF | Saklar On/Off 3A 250 Volt |
| | | fuse | Fuseholder dan Glass Tube Fuse 10A 250V |
| | | Kabel Jumper | Male, Female, dan Male to Female |
| | | Kabel AC Komputer | 10A 250V AC, P 130 cm |
| | | Mur, Baut, dan Spacer | M2, M3, M4, M5, M6, M7 |
| | | Box Plastik | Ukuran 18x12x8 cm |
| | | Inkubator Akrilik | Ukuran 60x42x49 cm tebal 3mm |
| | | Pemanas Inkubator | Lampu pijar 40 watt |
| | | Papan Kayu Tatakan Inkubator | Ukuran 63.5x45.5x14 cm |
| | | Tripleks tebal 10 mm | Ukuran 61x43 cm |
| | | Busa Tebal 5 cm | Ukuran 40x33 cm |
| | | Kain Vynil | Ukuran 100 x 93 cm |

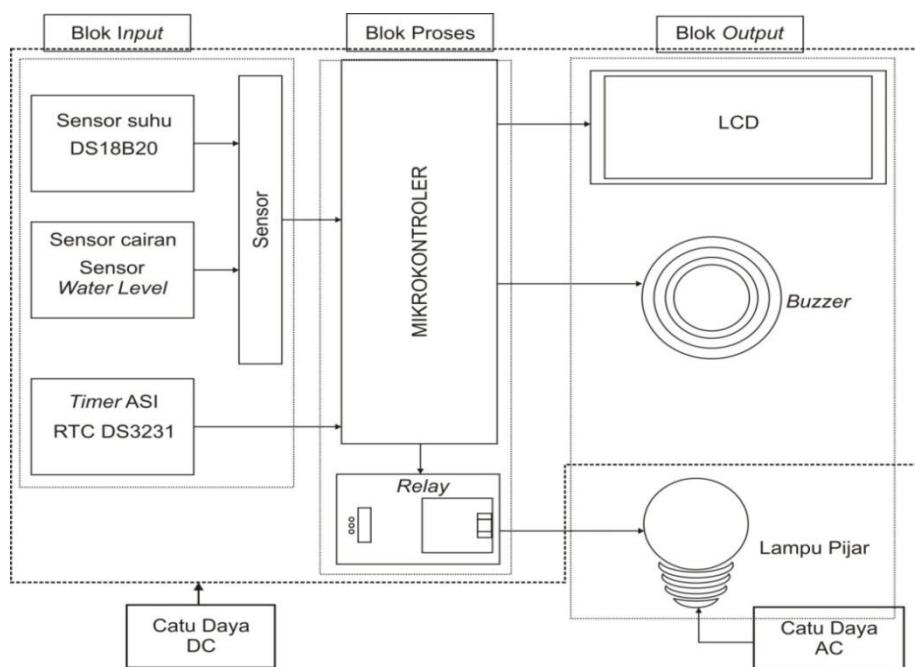
C. Perancangan Perangakat Keras



Gambar 21. Blok Diagram

1. Blok Diagram Rancangan

Berikut merupakan tampilan dari blok diagram dari rancang bangun inkubator untuk monitoring kondisi bayi prematur berbasis mikrokontroler. Terdiri dari catu daya dan 3 bagian yaitu blok *input*, blok proses, dan blok *output* yang merupakan penjabaran dari blok diagram pada gambar 21.



Gambar 22. Blok Diagram Rancangan

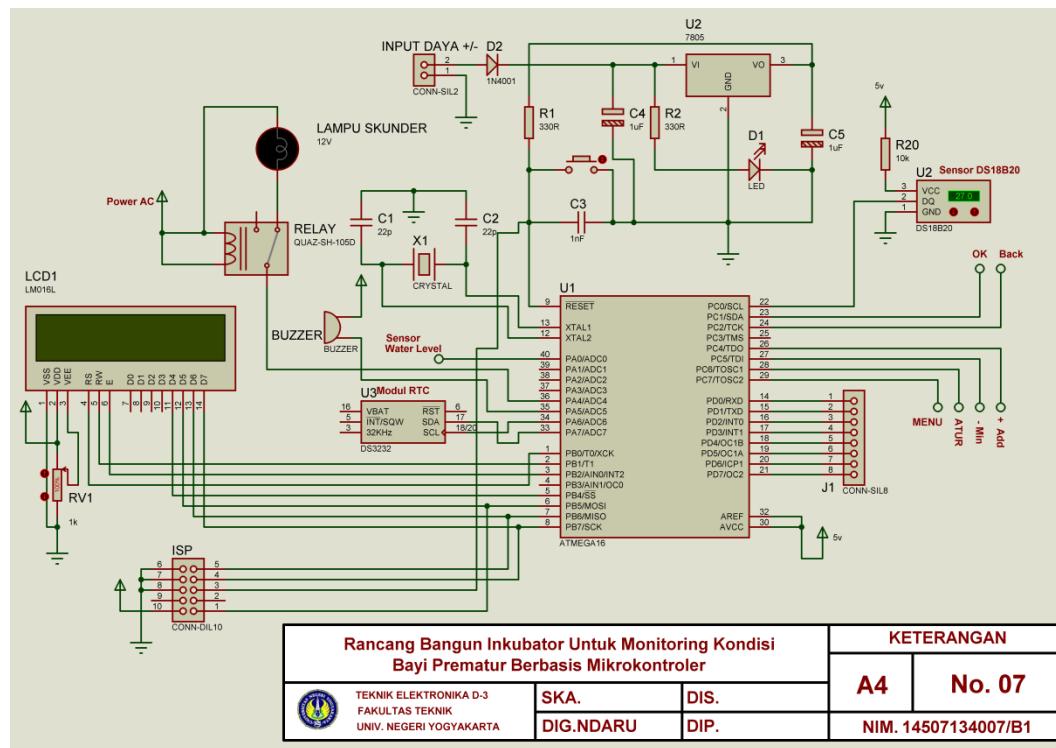
Blok diagram rancangan terdiri dari blok *input*, blok proses, dan blok *output* pada alat rancang bangun inkubator untuk monitoring kondisi bayi prematur berbasis mikrokontroler dapat dijelaskan mulai dari bagian *input*. *Input* terdiri dari 2 sensor dan 1 modul mempunyai fungsi sendiri-sendiri. Sensor suhu berfungsi mendeteksi suhu didalam ruang inkubator yang akan ditempati bayi prematur, sensor suhu berfungsi untuk memonitoring suhu ruangan. Pemanas inkubator bersumber dari lampu pijar dengan daya 40 watt. Sensor cairan digunakan untuk mendeteksi apabila bayi mengopol, dengan mengetahui bahwa bayi mengopol maka segera dilakukan tindakan untuk menganti kain atau popok serta baju bayi yang basah. *Timer ASI* pemberian jangka waktu lama bayi harus diberi ASI, pemberian ASI yang baik untuk bayi prematur setiap 1 atau 3 jam sekali, *timer ASI* dapat diakses dengan cara melakukan *setting* waktu berapa jam jeda waktu untuk memberikan ASI yang teratur. *Timer ASI* diharapkan bisa memberikan informasi kepada orang tua khususnya ibu bayi untuk bisa memberikan ASI tepat waktu sesuai anjuran bidan atau dokter. Masuk kebagian blok proses setelah sensor dan modul dimasukkan maka akan diproses pada bagian mikrokontroler, mikrokontroler berfungsi memproses data-data yang diterima dari sensor. Data-data tersebut bisa dalam bentuk data analog, data *1ware*, dan kemudian diproses di mikrokontroler. Bagian proses lain yaitu relay. Relay berfungsi sebagai kontrol pemanas (lampu pijar) didalam inkubator. Selanjutnya hasil dari proses mikrokontroler akan ditampilkan pada LCD dan *Buzzer*. Komponen *output* yaitu berupa keluaran LCD sebagai penampil dari data yang diolah mikrokontroler. *Buzzer* sebagai pemberi sinyal indikator dalam bentuk suara (alarm).

2. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler

Pada mikrokontroler membutuhkan sebuah rangkaian sistem minimum agar dapat bekerja. Rangkaian ini berisi ATMega16 sebagai kontrol utama dan beberapa komponen tambahan yang dibutuhkan seperti IC 7805, *oscillator*, *crystal*, kapasitor, resistor, dan terminal-terminal untuk menghubungkan ke *port-port* ATMega16. *Port A* digunakan untuk *input* pin sensor cairan, *buzzer*, dan

timer RTC. Port B digunakan sebagai pin komunikasi dengan LCD. Port C digunakan untuk input *push button* dan sensor suhu. Port D difungsikan untuk keluaran.

Pada port A pada rangkaian mikrokontroler pin A.0 digunakan untuk *input* sensor cairan. Pin A.4 digunakan sebagai input relay yang berfungsi sebagai kontrol lampu pijar, mematika, dan menyalakan lampu sekunder. Pin A.5 sebagai keluaran *buzzer*. Pin A.6 (SDA) digunakan untuk *input Timer* ASI Modul RTC DS3231 pin A.7 (SCI). Port.B pin A.0–A.7 digunakan untuk *output LCD* 16x2. Port.C digunakan untuk *input push button* pin C.0 sensor suhu DS18B20, pin C.1 Ok, pin C.2 kembali, pin C.4 add +, pin C.5 Min -, pin C.6 atur, pin C.7 menu, dan port D digunakan untuk *output*.



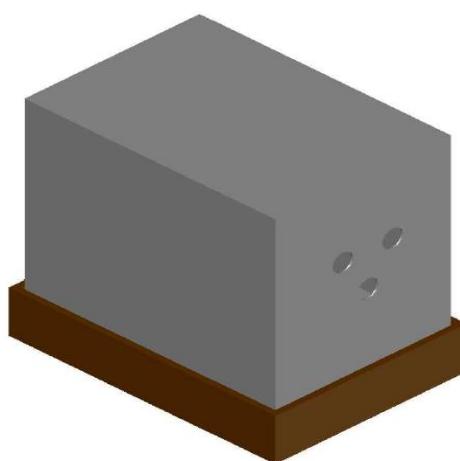
Gambar 23. Rangkaian Sistem Minimum ATMega16

D. Implementasi Alat

Langkah dalam pembuatan alat rancang bangun inkubator untuk monitoring kondisi bayi prematur berbasis mikrokontroler terdiri dari pembuatan rancang bangun inkubator, pembuatan PCB sistem minimum mikrokontroler, dan *box* kontrol.

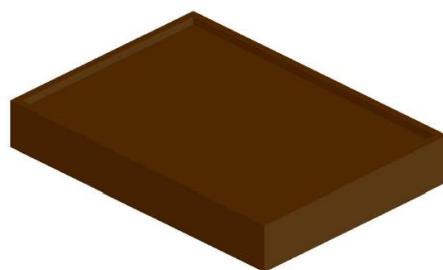
1. Pembuatan Rancang Bangun Inkubator

Pembuatan rancang bangun inkubator menggunakan bahan akrilik, tripleks, dan kayu. Pembuatan rancang bangun inkubator, sesuai dengan inkubator yang ada di puskesmas atau rumah praktik bidan pada umumnya. Langkah yang dilakukan yaitu membuat rancangan desain ukuran inkubator, sekat tripleks, dan desain tatakan inkubator. Perancangan desain dilakukan untuk memudahkan pembuatan dalam bentuk nyatanya. Rancang bangun inkubator memiliki ukuran $p \times l \times t$ ($60 \times 42 \times 49$ cm). Berbentuk bangun 3 dimensi memiliki aliran lubang udara disisi kanan, kiri, dan atas. Ukuran tatakan inkubator ($63.5 \times 45.5 \times 14$ cm) juga bangun berbentuk 3 dimensi (3D). Ukuran tripleks sebagai sekat antara inkubator akrilik dan tatakan yaitu (61×43 cm) desain tripleks memiliki 2 lubang udara sebagai aliran panas dari sumber panas lampu pijar dengan ukuran aliran udara (20×8 cm). Tatakan untuk inkubator terbuat dari kayu hal ini bertujuan untuk membuatnya *portable*. Inkubator didesain *portable* supaya mudah dibawa ke rumah dan diharapkan bisa mencapai rumah-rumah di daerah terpencil.



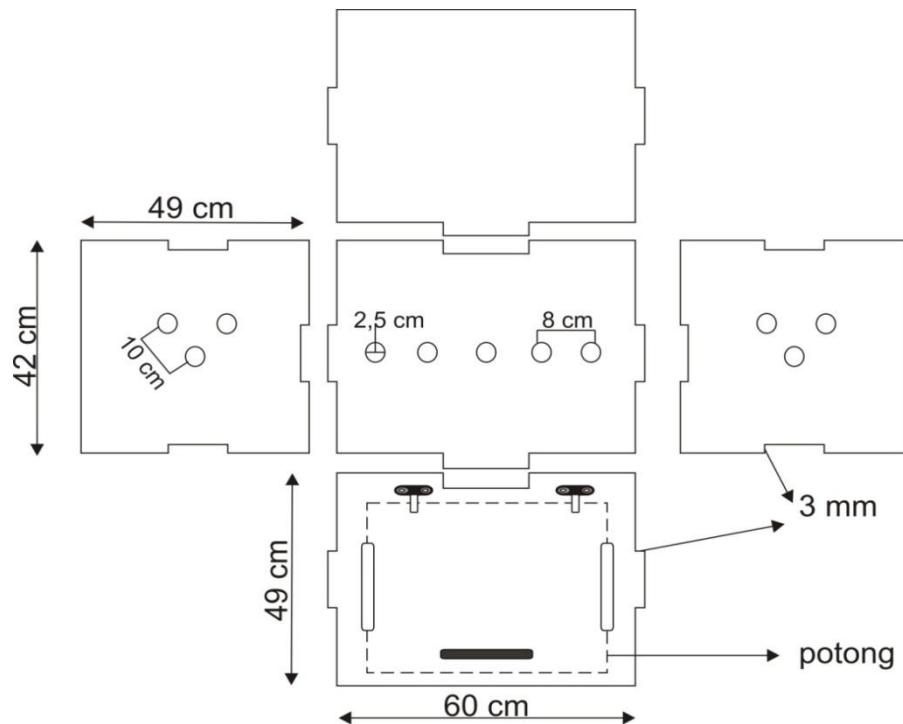
Gambar 24. Desain 3D Inkubator

Berikut desain dari tatakan kayu inkubator, berbentuk persegi panjang ukuran p x l x t (63.5x45.5x14 cm).



Gambar 25. Desain 3D Tatakan Kayu Inkubator

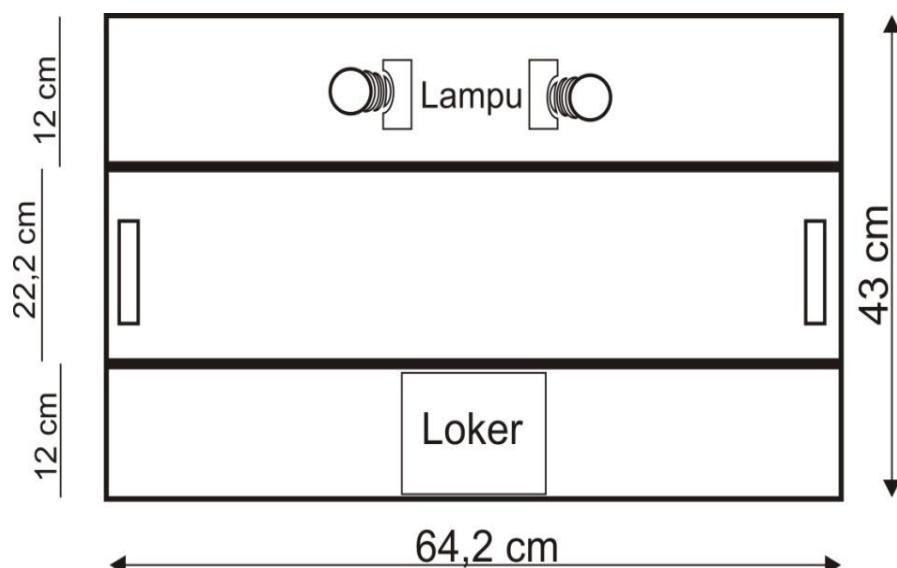
Pembuatan inkubator menggunakan bahan akrilik warna bening, tebal akrilik 3 mm. Peroses selanjutnya dilakukan proses pemotongan akrilik menggunakan mesin *cutting* akrilik sebelum melakukan *cutting* dibuat desain seperti jaring-jaring bangun kubus atau balok menggunakan aplikasi corel. Desain *cutting* akrilik sebagai berikut.



Gambar 26. Desain Cutting Akrilik

Selanjutnya setelah akrilik dipotong, dilakukan proses perangkaian dan perekatan menggunakan lem pada setiap bagian akrilik, sisi samping kanan dan kiri, bagian atas, bagian depan dan belakang sehingga membentuk sebuah bangun inkubator. Inkubator akrilik memiliki desain lubang udara berbentuk lingkaran pada sisi kanan dan kiri sejumlah 3 buah dengan ukuran diameter 2,5 cm. Pada sisi atas inkubator terdapat luang udara sebanyak 5 buah dengan ukuran berdiameter 2,5 cm.

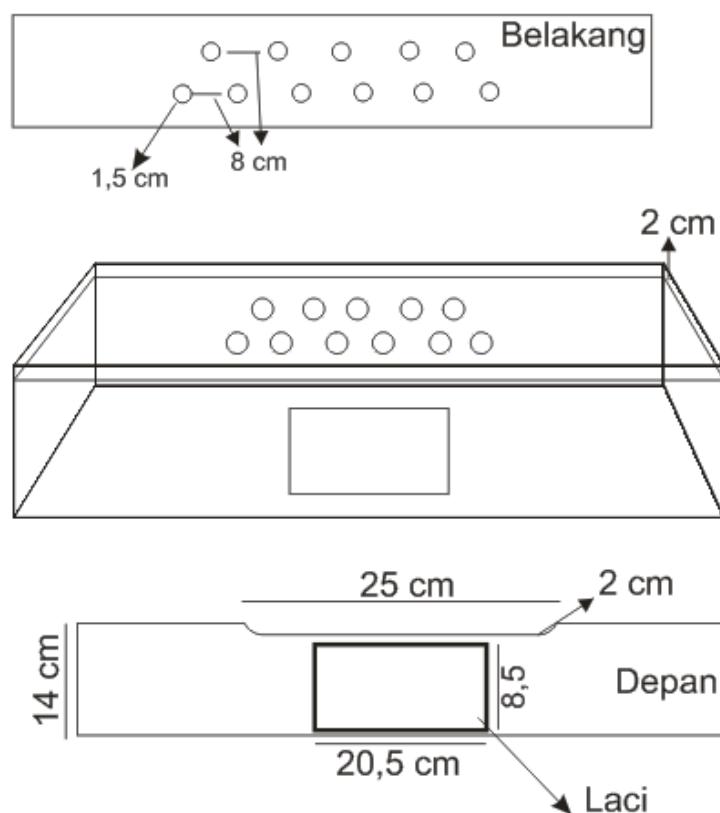
Selanjutnya pembuatan tatakan dan sekat tripleks langkah pertama membuat desain ukuran. Ukuran tatakan yaitu (63,5x45,5x14 cm). Bagian belakang terdapat lubang udara sebagai lubang aliran yang masuk ke dalam inkubator. Tatakan kayu terbagi menjadi 3 bagian depan, tengah, dan belakang. Bagian depan berfungsi untuk menyimpan alat dalam bentuk *box* kontrol. Bagian tengah sebagai ruang kosong yang disampingnya terdapat 2 lubang pegangan, dan bagian belakang berfungsi sebagai tempat peletakan pemanas (lampa pijar). Berikut gambar 29 desain tatakan kayu.



Gambar 27. Desain Tatakan Kayu

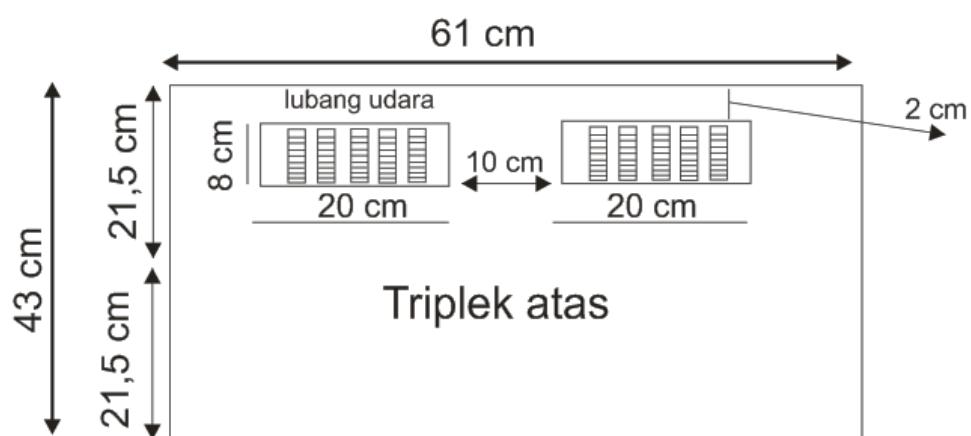
Bagian depan terdapat loker untuk tempat peletakan *box* kontrol yang berisi sistem minimum mikrokontroler ATMega16 serta sensor yang dipakai. Bagian belakang digunakan untuk tempat peletakan lampu pijar, terdapat 2 buah lampu yang digunakan.

Berikut ini desain tatakan kayu, bagian depan, tengah, dan belakang. Bagian depan diberi loker kecil untuk tempat peletakan alat. Ukuran loker ($20.5 \times 8.5 \text{ cm}$). Bagian belakang terdapat 12 lubang udara dengan ukuran diameter lubang $1,5 \text{ cm}$, jarak antar lubang 8 cm . Lubang ini berfungsi sebagai aliran udara dari luar yang masuk ke dalam inkubator. Pembuatan sirkulasi udara supaya aliran panas bisa masuk ke inkubator. Berikut ini tampilan dari desain tatakan kayu. desain tampilan depan dan belakang pada gambar 30.

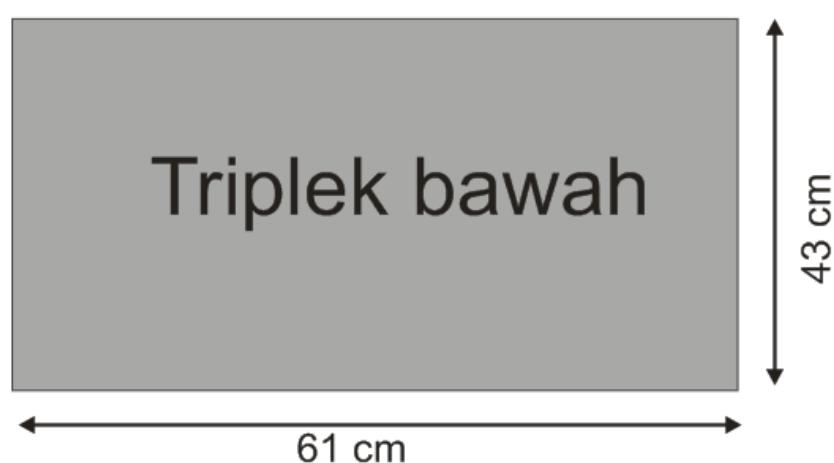


Gambar 28. Desain Tatakan Kayu Depan dan Belakang

Berikutnya pembuatan desain sekat tripleks. Fungsi dari sekat ini untuk membatasi ruang antara inkubator akrilik dan tatakan kayu. Sekat Tripleks juga berfungsi sebagai papan tempat peletakan tatakan kasur, kasur busa, dan inkubator akrilik. Terdapat 2 bagian sekat tripleks yaitu sekat bawah dan sekat atas. Sekat bawah terletak bagian dibawah sekat ini sebagai penutup tatakan kayu pada sisi sebelah bawah. Sekat atas terdapat bagian diatas sebagai sekat yang membatasi antara tatakan kayu dan inkubator akrilik. Sekat atas memiliki 2 lubang aliran udara ukuran (20x8cm). Lubang udara berfungsi sebagai tempat aliran udara panas masuk dari bawah, yang bersumber dari pemanas (lampa pijar).



Gambar 29. Desain Tripleks Atas

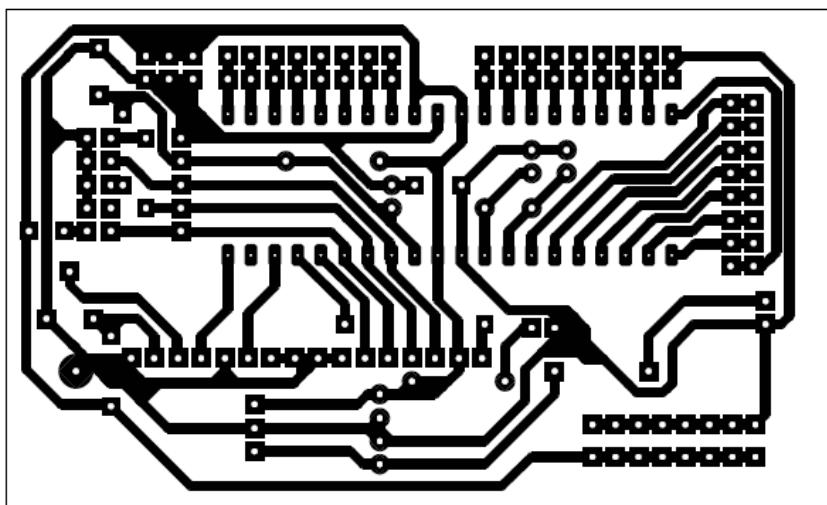


Gambar 30. Desain Tripleks Bawah

Pembuatan rancang bangun inkubator memiliki 3 bagian penting yaitu inkubator akrilik, sekat tripleks, dan tatakan kayu. 3 bagian tersebut dirangkai menjadi satu menghasilkan rancang bangun inkubator.

2. Pembuatan *Pinted Circuit Board* (PCB) Mikrokontroler ATMega16

Pembuatan sistem minimum dilakukan secara bertahap, mulai dari pembuatan desain, cetak desain pada kertas dan pada papan PCB, pelarutan PCB, pelubangan PCB, pemasangan komponen, dan pensolderan komponen. Perancangan desain PCB menggunakan *software* proteus ISIS labcenter electronics. Hasil desain kemudian dicetak pada kertas selanjutkan cetakan desain pada kertas dipindahkan ke PCB dengan proses disetrika. Kemudian proses pelarutan PCB menggunakan serbuk FeCL3 (Ferric Chloride) dan air (panas), air panas bisa mempercepat proses pelarutan. Pelubangan PCB menggunakan bor ukuran 0.8 dan 1 mm. Pelubangan dilakukan untuk dapat menempatkan komponen seperti IC, resistor, kapasitor, dan pin pada PCB. Tahap selanjutnya pemasangan komponen yang dibutuhkan dan terakhir melakukan proses pensolderan. Proses ini adalah proses merekatkan komponen ke papan PCB menggunakan timah (tenol).



Gambar 31. Desain Sistem Minimum ATmega16

3. Relay

Relay perangkat keras yang dibutuhkan sebagai saklar *on/off* menyalakan dan mematikan. Modul relay dibutuhkan untuk rangkain lampu pijar pada inkubator, sebagai kontrol lampu pijar menyalakan dan mematikan secara otomatis. Relay yang digunakan yaitu modul relay dengan 1 *channel*, modul relay ini nantinya terhubung pada mikrokontroler *port A4*. Relay akan merespon data dari sensor suhu DS18B20. Ketika sensor suhu diberikan inputan batasan suhu relay akan menjalankan fungsinya, ketika suhu $> 35^{\circ}$ relay akan mematikan lampu pijar sebagai sumber penghangat inkubator, dan saat suhu $< 35^{\circ}$ maka relay akan menyalakan lampu pijar sebagai sumber penghangat inkubator.

Fitur yang dimiliki oleh modul relay antara lain:

- Daya maksimal beban 10A
- Menggunakan bahan plastik dengan resistansi suhu tinggi
- Rangkaian sederhana untuk menekan biaya rendah
- Bekerja pada arus DC 5V

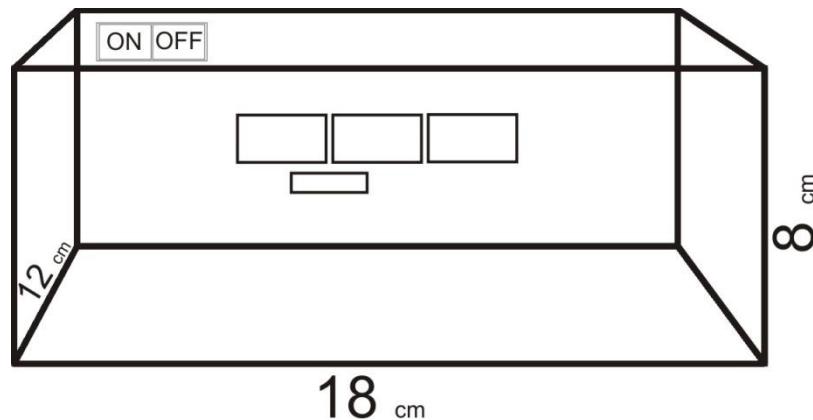


Gambar 32. Bentuk Fisik Modul Relay 1 Channel

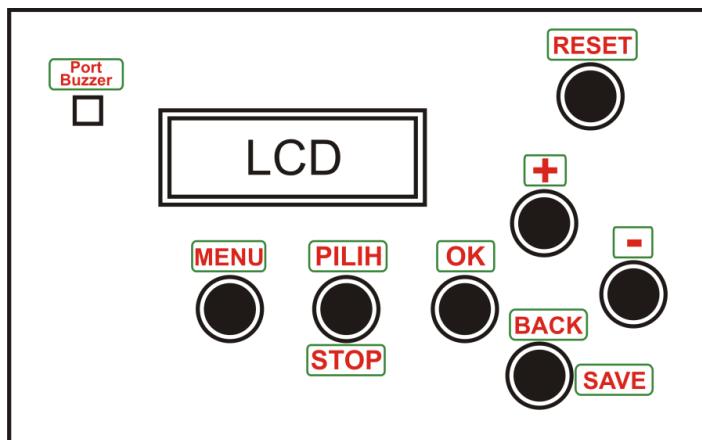
(Dikutip dari <https://www.addicore.com>)

4. Pembuatan Box Kontrol

Pembuatan *box* kontrol alat sebagai tempat untuk meletakkan alat mikrokontroler, relay, RTC, dan Baterai. Pada *box* kontrol akan ditempat sistem minimum mikrokontroler dan *port* sensor. *Box* kontrol terbuat dari kotak plastik hitam ukuran $p \times l \times t$ (18x12x8cm). Pemilihan ukuran berdasarkan kebutuhan alat, besar rangkaian yang akan dimasukkan kedalam *box*. Bagian atas *box* akan ditempatkan LCD, *port buzzer*, dan *push button*. Bagian belakang sebagai tempat hubung sensor dan saklar *on/off*.



Gambar 33. Desain Box Kontrol



Gambar 34. Desain Bagian atas Box Kontrol

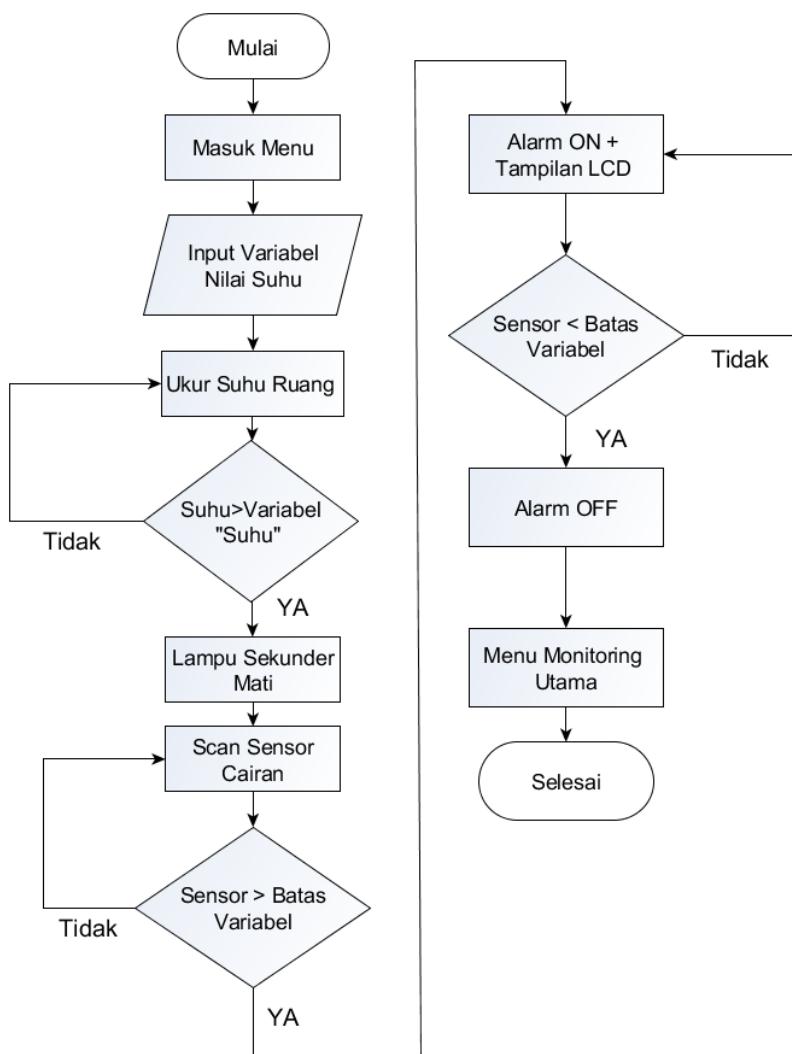
Tampilan desain *box* kontrol tampak atas pada bagian atas digunakan sebagai tempat peletakan LCD, *port buzzer*, dan tombol *push button*. Terdapat 7 buah *push button* yang berfungsi untuk masukan pada mikrokontroler.

E. Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak menggunakan *software* CodeVision AVR dengan bahasa pemrograman adalah bahasa C. program yang telah dibuat kemudian di *compile and build project* pada *software* CV-AVR dihasilkan *file* dengan ekstensi *(.hex). *File* ini yang kemudian di *download and read* ke mikrokontroler ATMega16 menggunakan *downloader* USB.

1. Flowchart

Berikut tampilan *flowchart* Rancang bangun inkubator untuk monitoring kondisi bayi prematur berbasis mikrokontroler. *Flowchart* dibawah menjelaskan bagaimana cara kerja dari sistem yang telah dibuat.



Gambar 35. *Flowchart*

F. Spesifikasi Alat

Rancang bangun inkubator untuk monitoring kondisi bayi prematur berbasis mikrokontroler memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Alat ini terdiri dari rancang bangun inkubator dari bahan akrilik lebih ringan dari pada kaca, kemudian dibuat *portable* dengan ukuran 60x42x49 cm.
2. Terdapat 2 sensor dan 1 modul *timer*, sensor tersebut yaitu sensor suhu DS18B20, sensor cairan, dan *timer* RTC DS3231.
3. Sumber pemanas dari lampu pijar 40 watt sebanyak 2 buah lampu.
4. Menggunakan perinsip aliran udara secara alami.
5. Menggunakan relay untuk mengatur pemanas untuk menghasilkan suhu yang sesuai.
6. Menggunakan indikator *buzzer* sebagai pemberi sinyal alarm yang mudah didengar dan cepat direspon.
7. Tetampil pada layar LCD memudahkan untuk memonitoring kondisi dari data pengolahan mikrokontroler.
8. Pengendali alat menggunakan mikrokontroler ATMega16 yang mampu mengolah banyak sensor.

G. Rencana Pengujian Alat

1. Uji Fungsional

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji setiap bagian sensor pada alat, berdasarkan pada karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat telah bekerja sesuai fungsi dan kinerja yang diinginkan.

a. Pengujian Tegangan *Catu Daya*

Tabel 10. Rencana Pengukuran Catu Daya

| NO | Pengukuran V in | | LM7805 | | <i>Error %</i> |
|----|-----------------|--------------|--------------|-----------------------|----------------|
| | Tanpa Beban | Dengan Beban | V out (Asli) | V out (Nilai Terukur) | |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |

b. Pengujian Suhu Sensor DS18B20

Tabel 11. Rencana Pengujian Suhu Sensor DS18B20 dengan Termometer Air Raksa

| NO | Pengukuran Suhu Termometer Air Raksa (°C) | Pengukuran Sensor Suhu DS18B20 (°C) | Error | Error % |
|------------------------|---|-------------------------------------|-------|---------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| Rata-rata Error | | | | |

c. Pengujian Tegangan sensor DS18B20

Tabel 12. Rencana Pengujian Tegangan Sensor Suhu DS18B20

| No | Suhu | <i>Output</i> Tegangan (volt) | |
|----|------|-------------------------------|--------------|
| | | Tanpa Beban | Dengan Beban |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

d. Pengujian Sensor Cairan

Tabel 13. Rencana Pengujian Sensor Cairan

| No | Air (30 ml) | Keterangan |
|----|-------------|------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

e. Pengujian Tegangan Sensor Cairan

Tabel 14. Rencana Pengujian Tegangan Sensor Water Level

| No | V In (VDC) | V Output (Data) | | V Output (Nilai Terukur) | |
|----|---------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
| | | Tanpa Beban | Dengan Beban | Tanpa Beban | Dengan Beban |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |

f. Pegujian *Timer* ASI Menyalakan Alarm

Tabel 15. Rencana Pengujian *Timer* ASI Untuk Menyalakan Alarm

| NO | Seting Waktu | Alarm Berbunyi | Keterangan |
|----|--------------|----------------|------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

g. Pengujian RTC DS3231

Tabel 16. Rencana Pengujian RTC DS3231

| No | Nasional Standard Time LIPI (Jam, Menit, Detik) ASLI | RTC DS3231 (Jam, Menit, Detik) Terukur | Error |
|----|--|--|-------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

h. Pengujian Tampilan LCD

Tabel 17. Rencana Pengujian Tampilan LCD

| No | Pengujian | Hasil Tampilan | Keterangan |
|----|-----------|----------------|------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |

i. Pengujian Indukator *Buzzer*

Tabel 18. Rencana Pengujian *Buzzer*

| No | Pengujian | Alarm berbunyi | Keterangan |
|----|-----------|----------------|------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |

2. Uji Unjuk Kerja

Pengujian unjuk kerja alat dilakukan dengan melihat unjuk kerja alat. Hal-hal yang perlu diamati antara lain: catu daya rangkaian, sensor suhu DS18B20 dengan mikrokontroler ATMega16, sensor cairan dengan mikrokontroler ATMega16, dan *timer* RTC DS3231 dengan mikrokontroler ATmega16, LCD 16x2, relay, *buzzer*, dan pemanas lampu pijar.

a. Pengujian Kinerja

Tabel 19. Rencana Pengujian Kinerja

| NO | Catu Daya | Sensor Suhu | Sensor Cairan (menyalा) | Timer ASI | LCD | <i>Buzzer</i> | Keterangan |
|----|-----------|-------------|-------------------------|-----------|-----|---------------|------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |

H. Pengoperasian Alat

Adapun pengoperasian alat ini dapat dilakukan sesuai prosedur berikut:

1. Persiapkan semua komponen alat, pasang kabel listrik AC tegangan 220volt ke *port power* AC pada inkubator.
2. Saklar *On* untuk menyalakan pemanas inkubator.
3. Menyalakan *box* kontrol dengan menekan saklar *On*.

4. Masuk ke *Menu* dengan menekan tombol *Menu*, kemudian tekan tombol pilih untuk memilih set suhu, tekan tombol Ok.
5. Kemudian seting suhu untuk ruang inkubator pada *box* kontrol.
6. Atur nilai suhu sesuai kebutuhan ruang yang direkomendasikan untuk bayi.
7. Proses seting telah selesai, proses monitoring bisa dilakukan.
8. Tahap lain yang bisa dilakukan seting alarm, untuk peringatan waktu pemberian ASI.
9. Tekan tombol *menu*, tekan tombol pilih untuk memilih set alarm, tekan Ok.
10. Masukan nilai menit untuk menyalakan alarm.

Tekan tombol *back*, sampai ke menu utama, tekan tombol *Save*.