

PROTOTYPE
INCUBATOR ANALYZER

Karya Tulis Ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat

Dalam Menempuh Program Pendidikan

Diploma III Teknik Elektromedik



Oleh:

DAVID ADI PURNAWAN

1404014

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTROMEDIK
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN WIDYA HUSADA
SEMARANG

2017



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : *Prototype Incubator Analyzer*

NAMA : David Adi Purnawan

NIM 1404014

Karya Tulis ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang.

Menyetujui,
Pembimbing

Prima Widyawati W, M.Eng
NIDN. 0609118401



STIKES WIDYA HUSADA SEMARANG

PENGESAHAN KARYA TULIS

JUDUL : *Prototype Incubator Analyzer*

NAMA : David Adi Purnawan

NIM 1404014

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan di hadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang pada hari Rabu tanggal 13 bulan September tahun 2017

Dewan Penguji:

Anggota I

Anggota II

Inayatus Solekhah, S.ST

Prima Widyawati W, M.Eng

Ka. Prodi DIII TEM

Ketua Penguji

ABSTRAK

IncubatorAnalyzer merupakan salah satu alat yang mempunyai fungsi untuk mengkalibrasi baby incubator. Alat ini sangat penting di dunia kesehatan dikarenakan alat ini dapat menentukan ketidaklayakan baby incubator di rumah sakit. Pengecekan kelayakan alat kesehatan sangat penting karena bersinggungan dengan alat yang digunakan pasien, maka dari itu diperlukan alat kalibrasi seperti baby incubator analyzer yang akurat dan sudah di uji kelayakanya.

Oleh karena itu penulis membuat modul prototype incubator analyzer yang dirancang menggunakan sensor DHT11 untuk mengetahui persentase kelembaban sekaligus suhu dan sensor kebisingan untuk mengukur tingkat kebisingan pada hood baby incubator. Yang kemudian di olah oleh mikrokontroler arduino uno dan kemudian keluaran sensor tersebut di tampilkan oleh LCD.

“Prototype Incubator Analyzer” yang penulis rancang dibandingkan dengan fluke incubator analyzer dengan media pengukuran baby incubator ohmeda ohio care plus. Menggunakan data 2 settingan suhu yaitu 35°C dan 37°C didapatkan nilai akurasi suhu sebesar 99.15%, kelembaban 98.1% dan kebisingan 96.45%.

Kata kunci : Kalibrator, Baby incubator, Incu analyzer

ABSTRAC

Incubator Analyzer is instrument that has a function to calibrate baby incubators. The instrument is very important in the world of health because the instrument can determine the conformity of baby incubators in the hospital. Checking the feasibility of the medical instrument is very important because it is connected with the patient, therefore calibration instrument like baby incubator analyzer is needed.

Therefore the authors made a incubator analyzer prototype module designed using DHT11 sensors to determine the percentage of humidity as well as temperature and noise sensors to measure the noise level in baby incubator hood. Which then in though by mikrokotroler arduino uno and then the sensor output is displayed by LCD.

"Prototype incubator analyzer" which the writer designed compared with fluke incubator analyzer, using baby incubator ohmeda ohio care plus as a measurement. This research use 2 temperature settings, that is 35°C and 37°C. obtained temperature accuracy value of 99.15%, 98.1% humidity and voice 96.45%.

Keywords: Calibrator, Baby Incubator, Incu analyzer



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas terselesaikannya Karya Tulis Ilmiah dengan judul “*Prototype Incubator Analyzer*” ini dengan baik. Karya Tulis Ilmiah ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menempuh Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik di STIKES Widya Husada Semarang.

Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Bapak, Ibuk, Kakak dan keluarga besar tercinta yang telah mencurahkan dukungan penuh berupa doa, moral, dan material kepada penulis.
2. Ibu DR. Hargianti Dini Iswandari, dr.g, MM sebagai Ketua STIKES Widya Husada Semarang.
3. Bapak Basuki Rahmat M.T Sebagai Kaprodi DIII Teknik Elektromedik STIKES Widya Husada Semarang.
4. Prima Widyawati M.Eng sebagai Pembimbing.
5. Rekan-rekan ATEM WH angkatan 2014 yang telah berjuang bersama selama tiga tahun, dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang membantu proses pengerjaan Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Saudara saudaraku purna HIMATEMI Mas fajar, Mas Wahyu, Bang Yos, Adi Surya, Rahmalisa, Diah, Cindy, Safi, Suci, Fahmi, Pace dan kawan kawan yang penulis malas menuliskanya karna terlalu banyak saudara-saudaraku purna HIMATEMI yang selalu memberikan dukungan dalam bentuk ejekan.
7. Pasukan SKK yang telah memberikan hiburan dan candaan.
8. Rekan-rekan ATEM Bina Bangsa Semarang.

Penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam Karya Tulis ini karena penulis menyadari bahwa penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik ataupun saran yang membangun dari para pembaca.

Semoga Karya Tulis ini dapat memberikan manfaat secara umum bagi masyarakat dan secara khusus bagi kemajuan Program Studi DIII Teknik Elektromedik.

Semarang, 13 September 2017

Penyusun

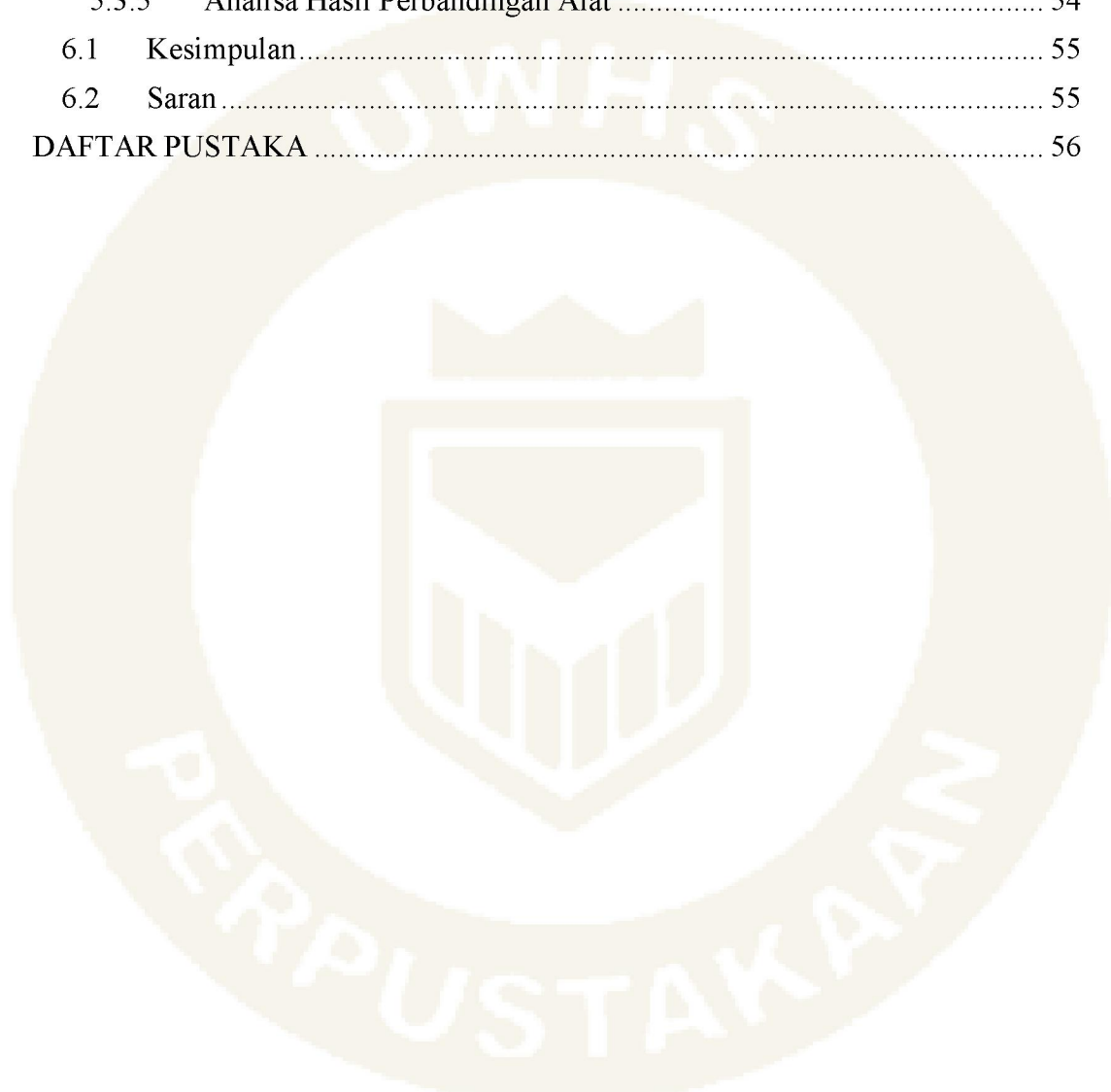
David Adi Purnawan

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PERSETUJUAN	ii
PENGESAHAN KARYA TULIS.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAC	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Daftar Istilah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>Baby Incubator</i>	5
2.1.1. Sistem Sirkulas Udara Baby incubator	6
2.1.2. Sistem Isolasi Udara Baby Incubator.....	7
2.2. Pengertian Kalibrasi	7
2.3. Alat Kalibrasi Baby Incubator (<i>Incu Analyzer</i>).....	8
2.4. Sensor DHT 11	9
2.5. Sensor KY-038	10
2.6. LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>)	10
2.7. LED (<i>Light Emitting Dioda</i>)	12
2.8. <i>Microcontroller</i> Atmel ATmega328	13
2.9. Resistor.....	17
2.10. Kapasitor	19
2.11. <i>Push Button</i>	20
2.12. LM 2596.....	20
2.13. Baterai.....	22
2.13.1. Baterai Sekunder	22
2.13.2. Baterai Li-Ion (Lithium-Ion)	23
2.13.3. Pengaplikasian Baterai	23

2.14	Fuse.....	25
2.15	Transistor.....	25
2.15.1.	Jenis Transistor.....	26
2.15.2.	Transistor Sebagai Saklar.....	27
2.16	Trafo.....	29
2.16.1.	Pengertian Trafo.....	29
2.18	Dioda.....	30
2.18.1.	Pengertian Dioda.....	30
2.18.2.	Sifat Dioda.....	31
2.18.3.	Dioda Zener.....	32
BAB III PERENCANAAN.....		33
3.1.	Tahap Perencanaan.....	33
3.2.	Spesifikasi Alat.....	34
3.3.	Perencanaan Blok Diagram.....	34
3.4	Cara Kerja Blok Diagram.....	35
3.5	Perencanaan Rangkaian.....	36
3.5.1.	Rangkaian Charger.....	36
3.5.2.	Rangkaian Microcontroller.....	38
3.5.3.	Rangkaian Display.....	39
3.5.4.	Rangkaian Sensor.....	40
3.6.	Flow Chart.....	41
3.7.	Cassing.....	42
3.8.	Perencanaan Titik Pengukuran.....	42
3.9.	Persiapan alat dan bahan.....	43
3.10.	Pembuatan Modul.....	43
BAB IV PENGUKURAN DAN PENDATAAN.....		45
4.1.	Pengertian Pengukuran.....	45
4.2.	Persiapan Pengukuran.....	45
4.3.	Metode Pengukuran.....	46
4.4.	Hasil Pengukuran.....	47
4.4.1.	Pengukuran TP1.....	47
4.4.2.	Pengukuran TP2.....	47
4.4.3.	Pengukuran TP3.....	47
4.4.4.	Pengukuran TP4.....	48
BAB V PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA.....		50

5.1.	Gambar Rangkaian Alat Secara Keseluruhan	50
5.2.	Cara Kerja Alat.....	51
5.3.	Analisa Data Hasil Pengukuran.....	51
5.3.1	Analisa TP1.....	52
5.3.2	Analisa TP2.....	52
5.3.3	Analisa TP3.....	52
5.3.4	Hasil Perbandingan Alat	53
5.3.5	Analisa Hasil Perbandingan Alat	54
6.1	Kesimpulan.....	55
6.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA		56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Baby Incubator	7
Gambar 2 Sensor KY-038	10
Gambar 3 LCD	12
Gambar 4 Karakteristik LED	13
Gambar 5 Konfigurasi Atmel ATmega328	14
Gambar 6 Bentuk dan Simbol Skematik Resistor	18
Gambar 7 Kapasitor	19
Gambar 8 Bagian Kapasitor	19
Gambar 9 Bentuk Fisik <i>Push Button</i>	20
Gambar 10 LM 2596	21
Gambar 11 Baterai Disusun Secara Seri	23
Gambar 12 Baterai Disusun Secara Paralel	24
Gambar 13 Lambang Transistor NPN	26
Gambar 14 Lambang Transistor PNP	27
Gambar 15 Transistor Sebagai Saklar Terbuka	28
Gambar 16 Transistor Sebagai Saklar Tertutup	28
Gambar 17 Bentuk, Struktur dan Simbol Dioda	30
Gambar 18 Dioda Bias Maju	31
Gambar 19 Dioda Bias Mundur	31
Gambar 20 Simbol dan Bentuk Dioda Zener	32
Gambar 21 Blok Diagram	34
Gambar 22 Rangkaian <i>Charger</i>	36
Gambar 23 Rangkaian Mikrokontroler	38
Gambar 24 Rangkaian Display LCD	39
Gambar 25 Rangkaian Sensor	40
Gambar 26 Flow Chart	41
Gambar 27 <i>Cassing</i> Alat	42
Gambar 28 Wiring Keseluruhan	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Konfigurasi Pin LCD	11
Tabel 2 Operasi dasar LCD	12
Tabel 3 Spesifikasi Atmel ATmega328	17
Tabel 4 Warna gelang	18
Tabel 5 Komponen rangkaian <i>charger</i>	37
Tabel 6 Komponen Mikrokontroler	39
Tabel 7 Komponen LCD	40
Tabel 8 Komponen Sensor	41
Tabel 9 Titik Pengukuran TP1	47
Tabel 10 Titik Pengukuran TP2	47
Tabel 11 Titik Pengukuran TP3	48
Tabel 12 Hasil pengukuran TP4 dengan <i>setting suhu 35°C</i>	48
Tabel 13 Hasil pengukuran TP4 dengan <i>setting suhu 35°C</i>	49
Tabel 14 Pengukuran dengan <i>Incu Analyzer</i>	53
Tabel 15 Pengukuran dengan modul	54
Tabel 16 Analisa hasil perbandingan	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Baby incubator merupakan salah satu dari sekian banyak alat kedokteran yang sangat dibutuhkan ketersediaannya di rumah sakit atau puskesmas. Inkubator bayi berfungsi untuk menjaga suhu tubuh bayi dalam batas normal terutama untuk bayi yang lahir prematur.

Bayi prematur memerlukan penanganan khusus Inkubator sangat dibutuhkan untuk memberi kehangatan bagi bayi prematur. Bayi prematur beresiko mengalami hipotermia (suhu tubuh yang rendah) karena pada bayi prematur keadaan jaringan lemak di bawah kulit kurang atau masih tipis. Inkubator juga bermanfaat untuk meminimalkan resiko kontak bayi prematur dengan orang dan lingkungan yang berpotensi menularkan penyakit karena pada bayi prematur fungsi organnya masih belum sempurna

Batas ambang kebisingan pada *baby incubator* $\leq 65\text{dB}$, suhu $34\text{-}37^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $40\%\text{-}60\% \text{rh}$. [1]

Pentingnya kalibrasi pada *baby incubator* untuk memastikan alat layak dan aman digunakan. Kegiatan kalibrasi sendiri merujuk pada Peraturan Menteri Kesehatan RI (Permenkes) Nomor 54 Tahun 2015 tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan, mewajibkan setiap alat kesehatan yang dipergunakan di Sarana Pelayanan Kesehatan harus dilakukan pengujian dan kalibrasi secara berkala sekurang – kurangnya satu tahun sekali.

Incubator Analyzer sebuah alat yang menggabungkan beberapa fungsi parameter ukur yang digunakan untuk mengukur beberapa parameter yang terdapat pada baby incubator, seperti kebisingan, kelembaban, suhu dan *air flow* (aliran udara). Satuan yang terdapat dalam alat desible(dB) untuk kebisingan, celcius (°C) untuk suhu, persentase(%) untuk kelembaban sedangkan untuk air flow (aliran udara) adalah (m/s). Dalam kegiatan kalibrasi alat kalibrasi juga wajib dikalibrasi untuk memastikan alat ukur juga memiliki nilai yang pasti.

1.2. Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Terwujudnya *Prototype Incubator Analyzer* yang dapat digunakan untuk mengkalibrasi suhu, kelembaban, kebisingan.
2. Menguji dan menganalisa fungsi kerja *Prototype Incubator Analyzer* yang telah dibuat.

1.3. Batasan Masalah

Dalam pembuatan modul ini, penulis membatasi masalah yang akan dibahas, meliputi :

1. Hanya membahas fungsi dan cara kerja pada *Prototype Incubator Analyzer*
2. *Prototype Incubator Analyzer* ini hanya dapat mengkalibrasi suhu, kelembaban dan kebisingan pada alat *baby incubator*.

1.4. Manfaat

Ada pun pembuatan modul serta penulisan karya tulis ini dapat memberikan beberapa manfaat antara lain sebagai berikut :

1. Diharapkan alat ini dapat menunjang kestabilan alat *baby incubator* sehingga bisa digunakan sebagaimana mestinya.
2. Diharapkan hasil pengukuran alat ini dapat memberikan keamanan dan tidak membahayakan.

1.5. Daftar Istilah

Dalam bagian ini akan dijelaskan tentang pengertian dari beberapa istilah yang digunakan dalam karya tulis ini. Istilah – istilah tersebut diantaranya sebagai berikut :

1. Kelahiran Prematur

Adalah bayi yang lahir kurang dari 37 minggu dan memiliki berat badan kurang dari 2500 gram..

2. Hypotermia

Istilah kedokteran keadaan suhu tubuh yang turun hingga di bawah 35 °C.

3. Hood

Ruang yang terdapat pada *baby incubator* untuk tempat isolasi bayi.

4. Ripple

Variasi Tegangan keluaran dua kondisi, mengisi dan membuang.

5. Breakdown

Adalah batas tegangan maksimal.

6. Kalibrasi

Kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu telusur (traceable) ke standar nasional maupun internasional untuk satuan ukuran dan/atau internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi.

7. *Rechargeable*

Baterai yang dayanya dapat diisi kembali.

8. Bit

Adalah kependekan dari "*Binary Digit*", yang berarti digit biner. Binary digit adalah unit satuan terkecil dalam komputasi digital.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Baby Incubator*

Baby Incubator adalah suatu alat yang digunakan untuk perawatan bagi bayi premature. Dimana alat *Baby Incubator* ini berfungsi untuk menjaga kehangatan dan kelembaban tubuh bayi, mencegah terjadinya infeksi pernapasan pada bayi dan untuk mengisolasi bayi yang baru lahir atau bayi premature yang memiliki berat badan kurang dari 2,5 kg. Hal ini sangat penting sekali bagi bayi *premature* yang baru lahir yang mana rawan terhadap masalah pernapasan karena paru – parunya tidak mendukung untuk menyuplay oksigen guna pernapasan pada tubuh.

Baby Incubator ini menggunakan sistem pemanasan dengan heater dan sistem kerja manual, digital dan dilengkapi alarm – alarm pengaman. Karena itu yang merupakan syarat – syarat yang harus dipenuhi pada *Baby Incubator* adalah sebagai berikut :

1. Pemeliharaan panas yang tetap

Pemberian panas yang tetap dan tertentu pada bayi dengan berat badan lahir rendah sangatlah penting dalam mengatasi Hypothermia dan jika kulit bayi lebih rendah dari 36° C. Berat badan tidak bertambah dengan cepat walaupun diberikan kalori normal hal ini karena kalori banyak di pakai untuk memelihara suhu badan.

2. Isolasi ruangan

Isolasi ruangan sangat diperlukan oleh bayi karena daya tahan tubuh bayi dengan berat badan rendah masih sangat rentang sehingga apabila diletakkan diruangan bebas akan mudah terkena infeksi.

3. Menambah zat asam dalam incubator sehingga memudahkan pernapasan bayi.

2.1.1. *Sistem Sirkulas Udara Baby incubator*

Kontrol Sistem sirkulasi udara dari *Baby Incubator* mampu untuk mengontrol temperatur udara dan kelembaban udara dalam hood tabung/ruang *incubator*. Udara yang masuk dalam *incubator* ini akan di saring melalui filter yang ada di bagian dalam *Oxygen Limiter* di belakang *incubator*. Apabila masih memerlukan *oxygen*, maka *oxygen* akan di tambah melalui *Oxygen Limiter*. Udara mengalir melalui pemanas yang akan memanaskan udara sampai temperatur yang tepat. Udara yang sudah hangat tersebut akan dialirkan melewati *Humidity Reservoir* untuk mendapatkan kelembaban relatif yang diperlukan.

Selanjutnya udara tersebut masuk *Hood* (ruang), melalui *Mattres* dan diarahkan kembali ke bawah menuju bagian bawah *Deck* untuk di kontrol. Melalui sensor pengatur operasi (*Operating Probe*) dan sensor pengaman temperatur (*Safety Thermostat*). temperatur udara tersebut dimonitor dan dikontrol secara kontinyu.

Sirkulasi di dalam hood menimbulkan sedikit kenaikan tekanan udara positif yang mana hal ini mengakibatkan udara dalam hood cenderung mengalir keluar. Hal ini untuk menjaga kontinuitas sirkulasi udara dan

terisolasinya udara di dalam hood dari udara luar, sekalipun *Acces Port* dan *hood* di buka – buka untuk suatu keperluan perawatan.

2.1.2. *Sistem Isolasi Udara Baby Incubator*

Seluruh udara yang masuk ke dalam *Baby Incubator* dihisap melalui saringan filter yang terpasang pada bagian dalam Oxygen Limiter di belakang. Filter sangat efektif untuk menyaring partikel – partikel debu yang terkandung didalam udara. Untuk menjaga efektivitas isolasi atmosphere yang sempurna dan menjaga meningkatnya konsentrasi oksigen diatas batas yang aman.[2]



Gambar 1 Baby Incubator

2.2. **Pengertian Kalibrasi**

Setiap instrumen ukur harus dianggap tidak cukup baik sampai terbukti melalui kalibrasi dan atau pengujian bahwa instrumen ukur tersebut memang baik. Menurut ISO/IEC Guide 17025:2005 dan *Vocabulary of International Metrology (VIM)* adalah serangkaian kegiatan yang

membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu.

Dengan kata lain kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu telusur (*traceable*) ke standar nasional maupun internasional untuk satuan ukuran dan/atau internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi. Kalibrasi menurut definisi Per-Menkes. No. 54 Tahun 2015 adalah kegiatan peneraan untuk menentukan kebenaran nilai penunjukan alat ukur dan atau bahan ukur.

2.3. Alat Kalibrasi Baby Incubator (*Incu Analyzer*)

Incubator Analyzer dirancang untuk menguji dan melakukan pemeliharaan pencegahan pada inkubator bayi dan penghangat, sekaligus mengukur aliran udara, kelembaban relatif, suara, dan empat suhu independen.

1. Standar pengoprasian *Incobator Analyzer*:
 - a. Buka *cover* alat
 - b. Pasang semua sensor yang akan di gunakan
 - c. Masukkan *incubator analyzer* kedalam *baby incubator*
 - d. Tekan tombol ON untuk menyalakan alat
 - e. Tekan tombol *select* untuk memilih tampilan hasil pengukuran
 - f. *Setting* suhu *baby incubator*

- g. Tunggu suhu *baby incubator* sampai suhu stabil
- h. Baca nilai suhu pada alat kalibrasi
- i. Tulis hasil pengukuran pada LK(Lembar Kerja)
- j. Ulangi pengukuran dengan *setting* suhu yang berbeda.

2.4. Sensor DHT 11

DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program *memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya.

DHT11 termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban.

Spesifikasi sensor DHT 11 antara lain:

1. *Supply Voltage: +5 V*
2. *Temperature range : 0-50 °C error of ± 2 °C*
3. *Humidity : 20-90% RH ± 5 % RH error*
4. *Interface : Digital*

2.5. Sensor KY-038

KY-038 adalah Modul pendeteksi suara memiliki 2 output, analog dan digital yang sensitivitas dapat disesuaikan melalui potentiometer di sensor.

Spesifikasi sensor sebagai berikut :

1. Frekuensi :100 ~ 10,000 Hz
2. Sensitivitas: - 46 2.0, (0 dB = 1V / Pa) at 1K Hz.
3. Power supply: 5V maximum
4. Minimum Sensitivity to Noise Ratio: 58dB
5. Diameter: 9.7mm
6. Tinggi: 4.5m



Gambar 2 Sensor KY-038

2.6. LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun simbol dengan lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah. LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada display. Keuntungan dari LCD ini adalah:

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.

2. Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit control.
3. Ukuran modul yang proporsional
4. Daya yang digunakan relatif sangat kecil.

Dengan konfigurasi pin LCD sebagai berikut :

Tabel 1 Konfigurasi Pin LCD

Pin No.	Keterangan	Konfigurasi Hubung
1	GND	Ground
2	VCC	Tegangan + 5 V DC
3	VEE	Ground
4	RS	Kendali RS
5	RW	Ground
6	E	Kendali E/Enable
7	D0	Bit 0
8	D1	Bit 1
9	D2	Bit 2
10	D3	Bit 3
11	D4	Bit 4
12	D5	Bit 5
13	D6	Bit 6
14	D7	Bit 7
15	A	Anoda (+5 V DC)
16	K	Katoda (Ground)

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu intruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan intruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap

karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah *Display Clear*, *Cursor Home*, *Display ON/OFF*, *Cursor ON/OFF*, *Display Character Blink*, *Cursor Shift*, dan *Display Shift*.

Tabel 2 Operasi dasar LCD

RS	R/W	Operasi
0	0	Input Intruksi ke LCD
0	1	Membaca Status Flag (DB ₇) dan alamat counter (DB ₀ ke DB ₆) DB ₆)
1	0	Menulis Data
1	1	Membaca Data



Gambar 3 LCD

LCD memiliki keunggulan, antara lain:

1. Hanya membutuhkan arus yang kecil (mA), sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil.
2. Tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah dibawah sinar matahari maupun pada kondisi gelap.

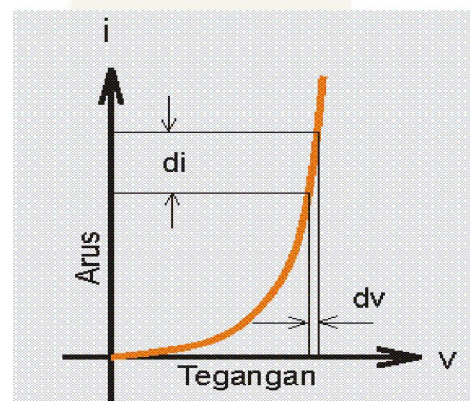
2.7. LED (*Light Emitting Dioda*)

LED (*Light Emitting Dioda*) merupakan diode semi-konduktor yang dapat mengeluarkan emisi cahaya apabila diberikan tegangan. Radiasi cahaya yang dipancarkan LED tergantung dari materi dan susunan diode P-

N dan bahan semi konduktor penyusun led itu sendiri. Bahan semikonduktor yang sering digunakan dalam pembuatan LED adalah :

1. Ga As (*Galium Arsenide*) meradiasikan sinar infra merah.
2. Ga As P (*Galium Arsenide Phospide*) meradiasikan warna merah dan kuning.
3. Ga P (*Galium Phospide*) meradiasikan warna merah dan kuning.

Arus LED sebanding dengan intensitas cahaya yang dihasilkan. Jika arus yang melewati yang melewati LED besar, maka intensitas cahaya yang dihasilkan juga terang. Sebaliknya jika arus yang lewat kecil, maka nyala LED akan redup atau LED tidak akan menyala sama sekali.



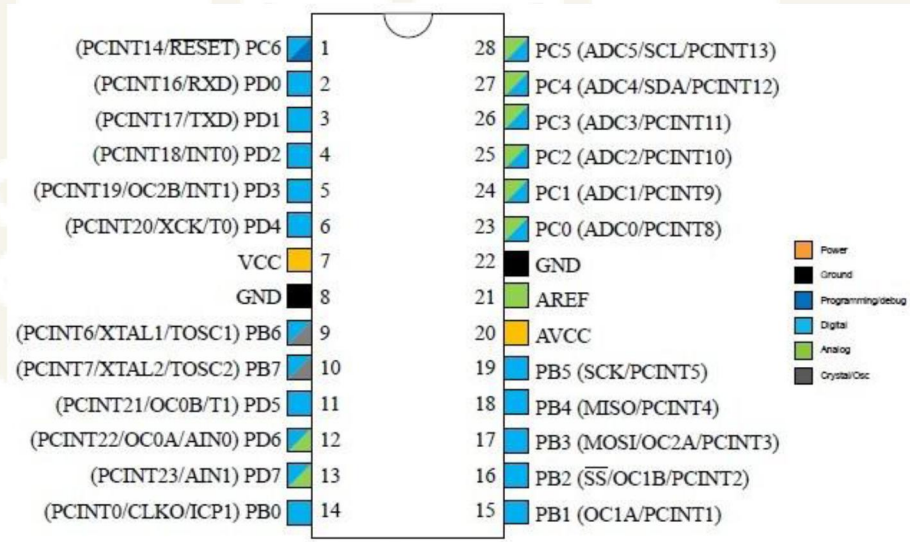
Gambar 4 Karakteristik LED

2.8. *Microcontroller Atmel ATmega328*

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip microcomputer. Lebih lanjut, mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam

fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antara komputer dengan mikrokontroler.

ATMega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATMega8 ini antara lain ATMega8535, ATMega16, ATMega32, ATMega328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin *input/output*), peripheral (USART, *timer*, *counter*, dll). Dari segi ukuran fisik, ATMega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan peripheral lainnya ATMega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan peripheralnya relatif sama dengan ATMega8535, ATMega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas.



Gambar 5 Konfigurasi Atmel ATmega328

ATMega328 memiliki 3 buah PORT utama yaitu PORTB, PORTC, dan PORTD dengan total pin *input/output* sebanyak 23 pin. PORT tersebut

dapat difungsikan sebagai input/output digital atau difungsikan sebagai periperhal lainnya.

1. Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output. Selain itu PORTB juga dapat memiliki fungsi alternatif seperti di bawah ini.

- a. ICP1 (PB0), berfungsi sebagai *Timer Counter 1 input capture* pin.
- b. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*).
- c. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI. Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemograman serial (ISP).
- d. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber *clock external untuk timer*.
- e. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber clock utama mikrokontroler.

2. Port C

Port C merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output digital. Fungsi alternatif PORTC antara lain sebagai berikut.

- a. ADC6 channel (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital

- b. I2C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada PORTC. I2C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain yang memiliki komunikasi data tipe I2C seperti sensor kompas, accelerometer nunchuck.

3. Port D

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai input/output. Sama seperti Port B dan Port C, Port D juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

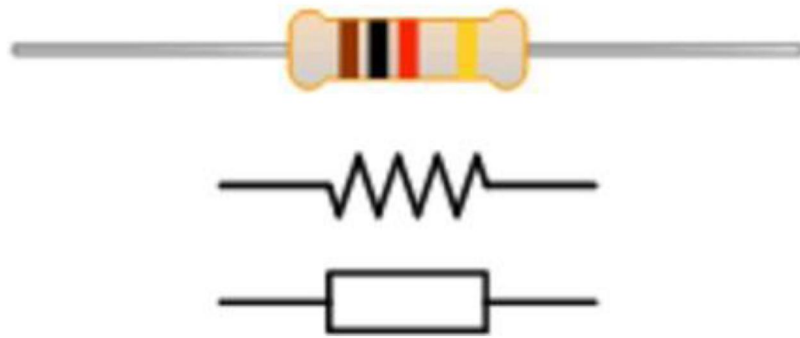
- a. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
- b. Interrupt (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai *interupsi hardware*. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi *interupsi hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
- c. XCK dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan clock dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan *external clock*.
- d. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan counter external untuk timer 1 dan timer 0.
- e. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan input untuk *analog comparator*.

Tabel 3 Spesifikasi Atmel ATmega328

Parameter	Nilai
Jenis CPU	8-bit AVR
Prestasi	20 <u>MIPS</u> pada 20 MHz
<i>flash memory</i>	32 kB
<u>SRAM</u>	2 kB
<u>EEPROM</u>	1 kB
Jumlah pin	28-pin <u>PDIP</u> , <u>MLF</u> , 32-pin <u>TQFP</u> , MLF
frekuensi operasi maksimum	20 MHz
Jumlah saluran sentuhan	16
<i>Hardware QTouch</i> Akuisisi	Tidak
I / pin O maksimum	26
interupsi eksternal	24
<u>USB</u> Antarmuka	Tidak
USB Kecepatan	Tidak

2.9. Resistor

Resistor adalah komponen elektronik dua saluran yang dirancang untuk menahan arus listrik dengan memproduksi penurunan tegangan diantara kedua salurannya sesuai dengan arus yang mengalirinya. Resistor merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan dalam rangkaian elektronik.



Gambar 6 Bentuk dan Simbol Skematik Resistor

Karakteristik utama dari resistor adalah hambatan dan daya listrik yang digunakan untuk mengetahui nilai hambatan resistor, selain diukur langsung menggunakan multimeter, dapat menggunakan kode warna resistor.

Tabel 4 Warna gelang

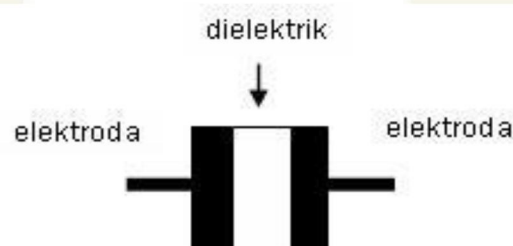
KODE WARNA	PITA KE-1	PITA KE-2	PITA KE-3	PITA KE-4
HITAM	0	0	10^0	-
COKLAT	1	1	10^1	-
MERAH	2	2	10^2	-
ORANGE	3	3	10^3	-
KUNING	4	4	10^4	-
HIJAU	5	5	10^5	-
BIRU	6	6	10^6	-
UNGU	7	7	10^7	-
ABU-ABU	8	8	10^8	-
PUTIH	9	9	10^9	-
EMAS	-	-	10^{-1}	5 %
PERAK	-	-	10^{-2}	10 %
Tak Berwarna	-	-	-	20 %

2.10. Kapasitor

Kapasitor yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf “C” adalah suatu komponen yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi.



Gambar 7 Kapasitor



Gambar 8 Bagian Kapasitor

Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena

terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya.

2.11. *Push Button*

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.



Gambar 9 Bentuk Fisik *Push Button*

2.12. LM 2596

Modul LM2596 dapat digunakan untuk menurunkan tegangan DC maksimal hingga 3A dengan *range* DC 3.2V-46V dengan selisih minimum input - output 1.5V DC. Keunggulan modul *step down* LM2596 adalah besar tegangan output tidak berubah (stabil) walaupun tegangan input naik turun, Output bisa di stel dengan memutar potensiometer. Cocok untuk

pemasangan variasi mobil dan sepeda motor, dijadikan charger HP, *power supply* LED, lighting dsb. Perhatikan tanda + dan -, jangan sampai terbalik. Jika terbalik akan merusak modul. Tegangan output 1.5V s/d 30V .

Spesifikasi :

1. Model/name: LM2596S DC-DC Step-Down module
2. Tegangan input: 3.2-46V DC
3. Tegangan output: 1.25-35V DC
4. Selisih input output: Minimal 1.5V DC
5. Arus: Maksimal 3A, Untuk penggunaan jangka waktu lama disarankan untuk menggunakan arus kurang dari 2.5A atau menggunakan tambahan heatsink (diatas 10W)
6. Efisiensi step down: 92%
7. Output ripple: 30mV
8. Switching frequency: 65KHz
9. operating Temperature: -45 - 85 C
10. Dimensi: 43 x 21 x 14 mm



Gambar 10 LM 2596

2.13 Baterai

Baterai terdiri dari anoda, katoda dan elektrolit (merupakan larutan basah yang dibuat menghantar oleh berlarutnya sesuatu asam, basa atau garam). Anoda mengeluarkan elektron-elektron dan katoda berfungsi menyerap elektron-elektron arus, proses tersebut berlangsung selama baterai mengeluarkan arus.

Baterai dari penggunaannya dibagi menjadi dua jenis yaitu baterai disposable atau sekali pakai disebut juga baterai primer dan *rechargeable* battery atau baterai isi ulang disebut juga baterai sekunder. Keduanya bersifat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai primer hanya bisa dipakai sekali, karena menggunakan reaksi kimia yang bersifat tidak bisa dibalik (*irreversible reaction*), sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang karena reaksi kimianya bersifat bisa dibalik (*reversible reaction*).

2.13.1. Baterai Sekunder

Baterai sekunder adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi dan mengakibatkan terjadinya aliran elektron. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia *reversibel*, adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan didalam sel. Tiap sel baterai terdiri dari dua macam elektroda

yang berlainan, yaitu elektroda positif dan elektroda negatif yang dicelupkan dalam suatu larutan kimia.

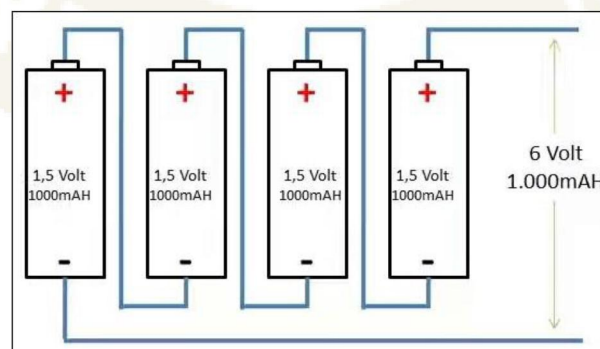
2.13.2. Baterai Li-Ion (*Lithium-Ion*)

Baterai Li-Ion (*Lithium-Ion*) merupakan salah satu jenis baterai yang tergolong dalam kategori baterai sekunder. Baterai Li-Ion memiliki daya tahan siklus yang tinggi dan juga lebih ringan sekitar 30% serta menyediakan kapasitas yang lebih tinggi sekitar 30% jika dibandingkan dengan jenis baterai sekunder lainnya. Rasio *self-discharge* sekitar 20% per bulan. Baterai jenis ini lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung zat berbahaya cadmium. Meskipun tidak mengandung zat berbahaya cadmium, baterai jenis ini tetap mengandung sedikit zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan manusia dan lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang dan tidak dianjurkan membuang baterai jenis ini disembarang tempat.

2.13.3. Pengaplikasian Baterai

Pada pengaplikasian penggunaan baterai, baterai dapat dirangkai secara seri maupun paralel. Tetapi hasil output dari rangkaian tersebut akan berbeda.

1. Hubungan seri baterai



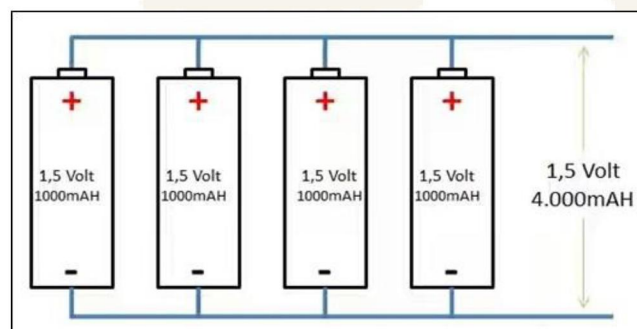
Gambar 11 Baterai Disusun Secara Seri

Hubungan seri baterai akan meningkatkan tegangan output baterai, sedangkan arus listriknya akan tetap sama. Pada Hubungan seri baterai seperti yang diperlihatkan Gambar 11 dapat diketahui bahwa empat buah baterai masing-masing menghasilkan kapasitas arus listrik yang sama seperti arus listrik pada satu buah baterai, tetapi tegangan yang dihasilkan menjadi jumlah dari tegangan pada baterai. Maka dapat disimpulkan pada hubungan seri baterai bahwa :

$$I_{\text{tot}} = I_{\text{bat}} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$V_{\text{tot}} = V_{\text{bat1}} + V_{\text{bat2}} + V_{\text{bat3}} + V_{\text{bat4}} \dots \dots \dots (2.2)$$

1. Hubungan paralel baterai



Gambar 12 Baterai Disusun Secara Paralel

Hubungan paralel baterai yang akan meningkatkan arus listrik tetapi tegangan outputnya akan tetap sama. Pada Hubungan paralel baterai seperti yang diperlihatkan Gambar 12 dapat diketahui bahwa empat buah baterai masing-masing menghasilkan tegangan yang sama seperti tegangan pada satu buah baterai, tetapi kapasitas arus listrik yang dihasilkan menjadi jumlah dari arus listrik pada baterai. Maka dapat disimpulkan pada hubungan paralel baterai bahwa :

$$V_{\text{tot}} = V_{\text{bat}} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$I_{\text{tot}} = I_{\text{bat1}} + I_{\text{bat2}} + I_{\text{bat3}} + I_{\text{bat4}} \dots \dots \dots (2.4)$$

2.14 Fuse

Fuse merupakan komponen yang digunakan untuk melindungi perangkat dari bahaya yang ditimbulkan oleh kerusakan listrik. Sebuah *fuse* berisi seutas kawat yang sangat tipis, terbuat dari bahan logam campuran khusus yang dapat meleleh pada suhu yang relatif rendah.

Apabila arus yang mengalir melewati *fuse* terlalu besar, maka akan dihasilkan panas dengan sangat cepat. Sehingga kawat tipis dalam *fuse* akan meleleh dan mengakibatkan terputusnya kawat. Hal ini akan menghentikan pasokan arus ke rangkaian.

Sebuah *fuse* akan putus apabila arus yang mengalir melewatinya melebihi spesifikasi rating yang ditetapkan untuk fuse tersebut. *Fuse* bisa disebut sebagai pengaman apabila terjadi hubungan singkat atau beban lebih yang terjadi akibat adanya kerusakan pada rangkaian.

2.15 Transistor

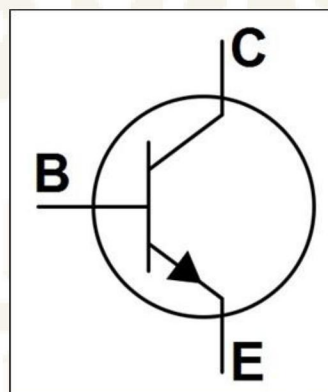
Transistor merupakan komponen aktif elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor yang terdiri dari tiga terminal yaitu basis, kolektor, dan emitor. Terminal basis berfungsi mengendalikan arus listrik yang mengalir dari kolektor ke emitor, terminal kolektor berfungsi sebagai pengumpul elektron, sedangkan terminal emitor berfungsi sebagai penghasil elektron.

2.15.1. Jenis Transistor

Berdasarkan jenis transistor, transistor dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu NPN dan PNP :

1. Transistor NPN

Transistor NPN (*Negative Positive Negative*) ditunjukkan dengan lambang transistor yaitu tanda panahnya menuju keluar

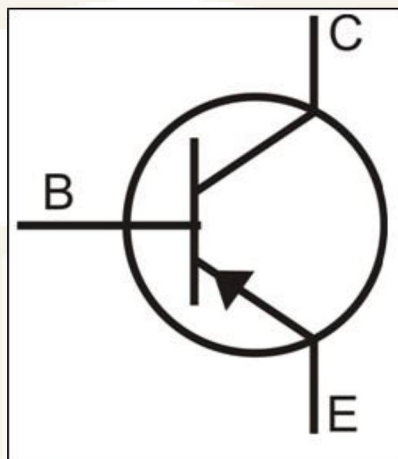


Gambar 13 Lambang Transistor NPN

Huruf n dan p pada transistor jenis ini menunjukkan pembawa muatan mayoritas pada daerah yang berbeda pada transistor. Apabila diberikan tegangan positif dari basis ke emitor, akan menyebabkan hubungan ke kolektor ke emitor terhubung sehingga menyebabkan transistor aktif (on), apabila diberikan tegangan negatif atau 0V dari basis ke emitor menyebabkan hubungan kolektor dan emitor ini akan membuat transistor mati (off). Arus kecil yang melalui basis pada emitor dikuatkan dikeluarkan kolektor. Dengan kata lain transistor aktif (on) ketika tegangan basis lebih tinggi dari tegangan emitor.

2. Transistor PNP

Transistor PNP (*Positive Negative Positive*) ditunjukkan dengan lambang transistor yaitu tanda panahnya menuju kedalam yang diperlihatkan pada gambar 14. Apabila diberikan tegangan negatif dari basis ke emitor akan menyebabkan transistor hidup (on). Sebaliknya apabila diberikan tegangan positif atau 0V dari basis ke emitor ini akan membuat transistor mati (off).



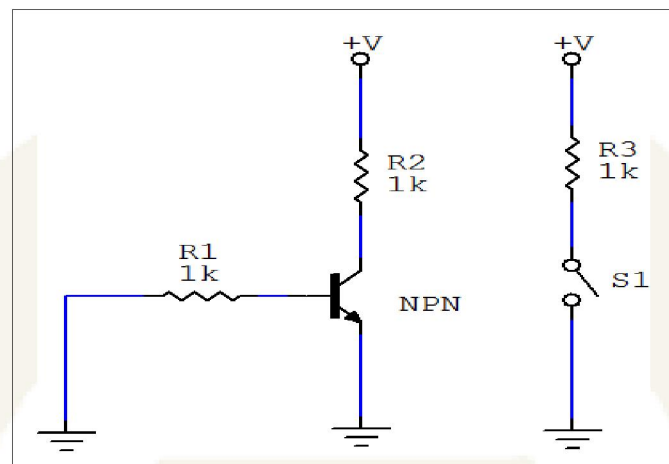
Gambar 14 Lambang Transistor PNP

2.15.2. Transistor Sebagai Saklar

Salah satu fungsi transistor dapat diaplikasikan sebagai saklar, jika beroperasi pada keadaan *cutt off* maka transistor identik dengan saklar terbuka, sedangkan transistor pada keadaan saturasi identik dengan saklar tertutup. Transistor sebagai saklar terbuka apabila basis mendapat tegangan < 0.7 Volt.

1. Operasi Transistor NPN pada kondisi *Cutt Off*

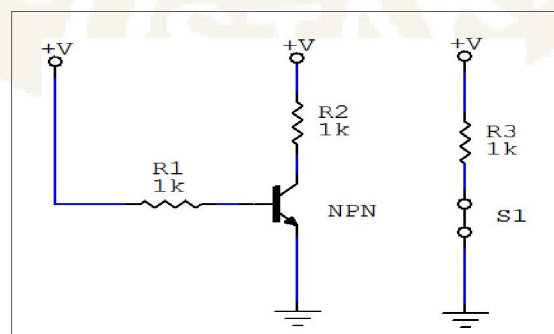
Operasi pada transistor jenis NPN, apabila basis lebih negatif dari emiter maka arus tidak akan mengalir dari kolektor menuju ke emiter. Pada keadaan ini transistor berada dalam daerah *cut off* dan dapat dianggap sebagai saklar terbuka seperti pada gambar 15



Gambar 15 Transistor Sebagai Saklar Terbuka

2. Operasi transistor NPN pada kondisi saturasi

Operasi pada transistor jenis NPN, apabila dioda basis-emitor dan dioda basis kolektor mendapat bias maju, maka arus dapat mengalir dari kolektor ke emitor. Pada keadaan ini transistor berada dalam daerah saturasi dan tegangan antara kolektor dengan emitor (V_{ce}) dapat dianggap nol. Dalam kondisi ini, transistor dianggap sebuah saklar tertutup seperti pada gambar 16



Gambar 16 Transistor Sebagai Saklar Tertutup

2.16 Trafo

2.16.1. Pengertian Trafo

Trafo terdiri dari dua kumparan yang dililitkan pada sebuah inti. Inti trafo dibentuk dari lapisan-lapisan besi. Kumparan pertama disebut kumparan primer dan kumparan kedua disebut kumparan sekunder. Perbandingan jumlah lilitan antar kedua kumparan menentukan perbandingan voltase antara kedua kumparan tersebut. Komponen ini berfungsi sebagai perubah tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya, sesuai kebutuhan.

Ketika arus AC mengalir melewati kumparan primer, maka terbentuklah medan magnet bolak-balik. Medan magnet ini akan menginduksikan arus bolak-balik pada kumparan sekunder. Hal tersebut terjadi Karena saat arus mengalir melewati kumparan primer, akan dihasilkan sebuah medan magnet. Inti besi trafo menyediakan sebuah jalur untuk dilalui oleh garis-garis gaya magnet sehingga hampir semua garis gaya yang terbentuk dapat sampai ke kumparan sekunder.

Pada bagian primer, tegangan yang masuk disebut dengan tegangan primer (V_p) dengan lilitannya yang disebut dengan lilitan primer (N_p), sedangkan pada bagian sekunder tegangan yang masuk disebut dengan tegangan sekunder (V_s) dengan lilitannya disebut dengan lilitan sekunder (N_s). Dengan demikian didapatkan hubungan bahwa

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \dots\dots\dots (2.5)$$

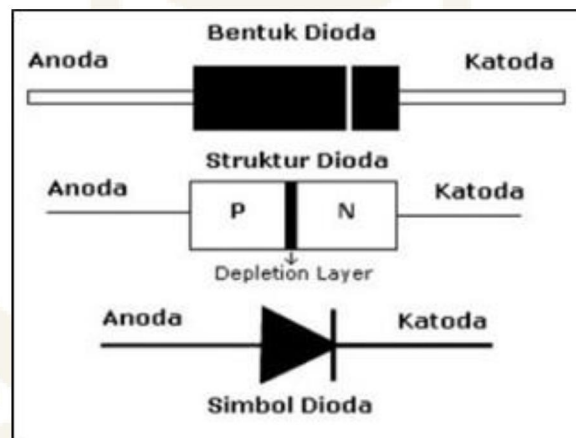
Keterangan:

V_p = Tegangan primer (Volt)	I_p = Arus sekunder (Ampere)
V_s = Tegangan sekunder (Volt)	I_s = Arus primer (Ampere)
N_p = Jumlah lilitan primer (lilitan)	N_s =Jumlah lilitan sekunder (lilitan)

2.18 Dioda

2.18.1. Pengertian Dioda

Dioda adalah sambungan bahan p-n yang berfungsi terutama sebagai penyearah. Bahan tipe-p akan menjadi sisi anoda, sedangkan bahan tipe-n akan menjadi katoda. Bergantung pada polaritas tegangan yang diberikan kepadanya. Dilihat dari simbolnya sudah terlihat bahwa arah arus mempengaruhi sifat dari diode seperti yang diperlihatkan pada gambar 17

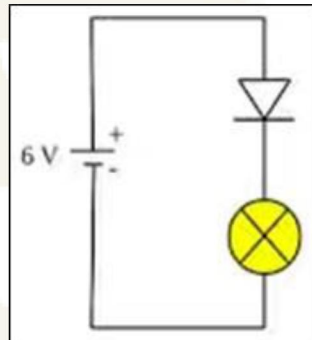


Gambar 17 Bentuk, Struktur dan Simbol Dioda

Komponen ini berfungsi sebagai pengaman apabila terjadi kesalahan arus pada arus listrik yang masuk secara terbalik, sebagai penyearah sinyal tegangan AC menjadi tegangan DC, serta untuk meredam riak (*ripple*) dan penyearah gelombang pada pengaplikasian rangkaian power supply.

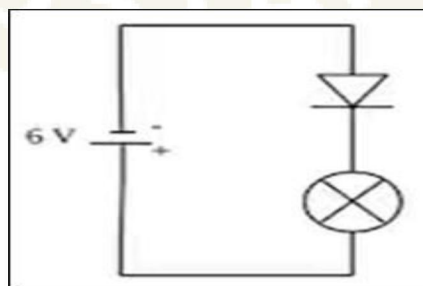
2.18.2. Sifat Dioda

Menurut sistem kerjanya dioda hanya mengalir ke satu arah saja. Ketika anoda mendapat voltase yang lebih positif daripada katoda, maka arus bisa mengalir dengan bebas. Dalam situasi ini dikatakan dioda bias maju. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 18



Gambar 18 Dioda Bias Maju

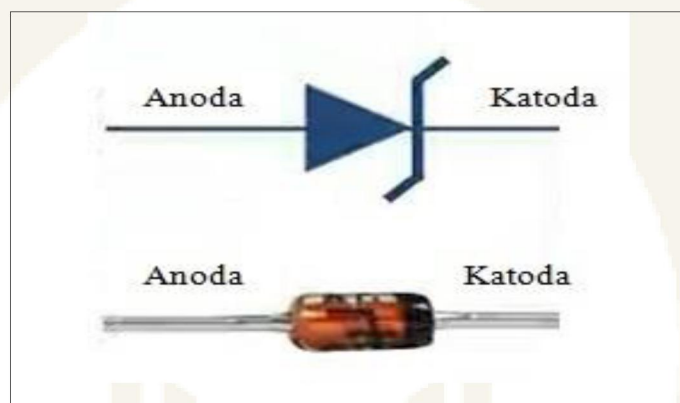
Jika voltase dibalikkan, berarti katoda positif terhadap anoda, arus tidak bisa mengalir kecuali suatu arus yang sangat kecil. Dalam situasi ini dikatakan dioda bias mundur. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 19 Arus yang mengalir ketika dioda dibias mundur disebut arus balik atau arus bocor dari dioda dan arus itu sangat kecil dan kebanyakan diabaikan. Ketika dioda mendapat bias maju voltase harus sebesar $\sim 0.7V$ pada dioda silikon (disingkat dengan Si) dan $\sim 0.3V$ pada dioda germanium (disingkat dengan Ge).



Gambar 19 Dioda Bias Mundur

2.18.3. Dioda Zener

Dioda zener merupakan satu jenis dioda khusus yang juga bisa mengalirkan arus ke arah sebaliknya yang diperlihatkan pada gambar 20. Sifat dari dioda zener sama dengan sifat dari dioda biasa, hanya dioda zener dirancang untuk memiliki voltase *break through* pada voltase tertentu. Voltase *break through* pada dioda zener biasa disebut sebagai voltase zener. Dioda zener biasanya dipakai pada arah balik sehingga voltase pada dioda ini konstan sebesar voltase zenernya.



Gambar 20 Simbol dan Bentuk Dioda Zener

Dalam kasus pencatuan-maju, dioda ini akan memberikan tegangan jatuh (drop voltage) sekitar 0.6V yang biasa untuk dioda silikon. Tegangan jatuh ini tergantung pada jenis dioda yang dipakai. Sebuah dioda zener yang dicatu-balik akan menunjukkan perilaku rusak yang terkontrol dan akan melewatkan arus listrik untuk menjaga tegangan jatuh supaya tetap pada tegangan zener. Sebagai contoh, sebuah dioda zener 3.2V akan menunjukkan tegangan jatuh pada 3.2V jika diberi catu balik. Namun, karena arusnya tidak terbatas, sehingga dioda zener biasanya digunakan untuk membangkitkan tegangan referensi, atau untuk menstabilisasi tegangan untuk aplikasi - aplikasi arus kecil.

BAB III

PERENCANAAN

3.1. Tahap Perencanaan

Sebelum pembuatan modul dan karya tulis, penulis terlebih dahulu membuat perencanaan modul yang akan dibuat. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pembuatan modul serta karya tulis dan agar hasil yang dicapai sesuai dengan yang direncanakan.

Tahapan – tahapan perencanaan dalam pembuatan modul adalah sebagai berikut :

1. Merancang blok diagram dan *wiring diagram* dari modul yang akan dibuat berdasarkan cara kerja yang diinginkan.
2. Merancang *flowchart* program dari alat yang akan dibuat.
3. Menentukan titik – titik pengukuran untuk pendataan dan analisa rangkaian.
4. Menentukan komponen – komponen yang diperlukan dalam pembuatan modul agar modul dapat bekerja dengan baik sesuai dengan harapan.
5. Membuat modul sesuai dengan *wiring diagram* yang telah dibuat.
6. Membuat program sesuai dengan *flowchart* dan men-*download* program ke mikrokontroler.
7. Pembuatan casing sesuai dengan gambar yang telah dibuat.
8. Menyusun hasil dalam bentuk karya tulis ilmiah berdasarkan pada teori – teori yang relevan serta hasil pendataan modul.

3.2. Spesifikasi Alat

Nama Alat : *Prototype Incubator Analyzer*

Power Supplay :Baterai 11.1V

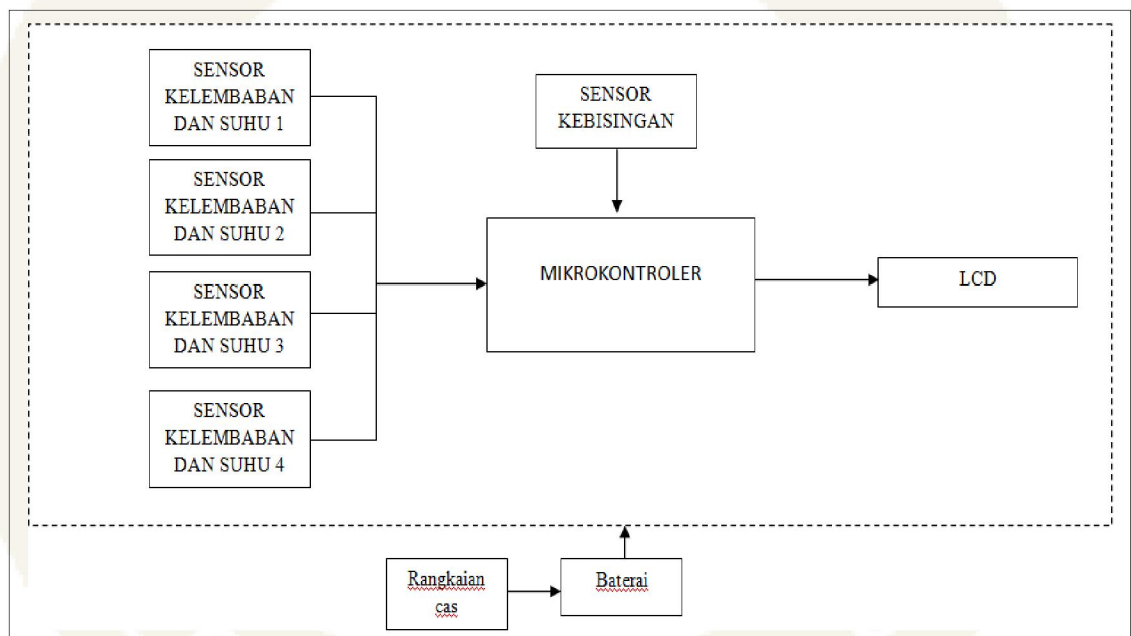
Dimensi :15cm x 15 cm x 10cm

Display :LCD (*Liquid Cristal Display*)

Tombol :Saklar

Selector :*Push Button*

3.3. Perencanaan Blok Diagram



Gambar 21 Blok Diagram

Fungsi masing-masing Blok

1. *Power supplay*:

Untuk memberikan tegangan ke seluruh rangkaian atau komponen

2. Baterai

Sebagai peyimpan arus ketika alat tidak terhubung dengan sumber tegangan 220v AC

3. Mikrokontroler

Sebagai pengolah dan pengontrol masing-masing blok

4. Sensor kebisingan

Sebagai penangkap suara/kebisingan yang menggunakan satuan dB

5. Sensor suhu dan kebisingan

Sensor yang mengukur suhu dan kelembaban sekaligus.

6. LCD

Untuk menampilkan hasil pengukuran dan pengolahan mikrokontroler

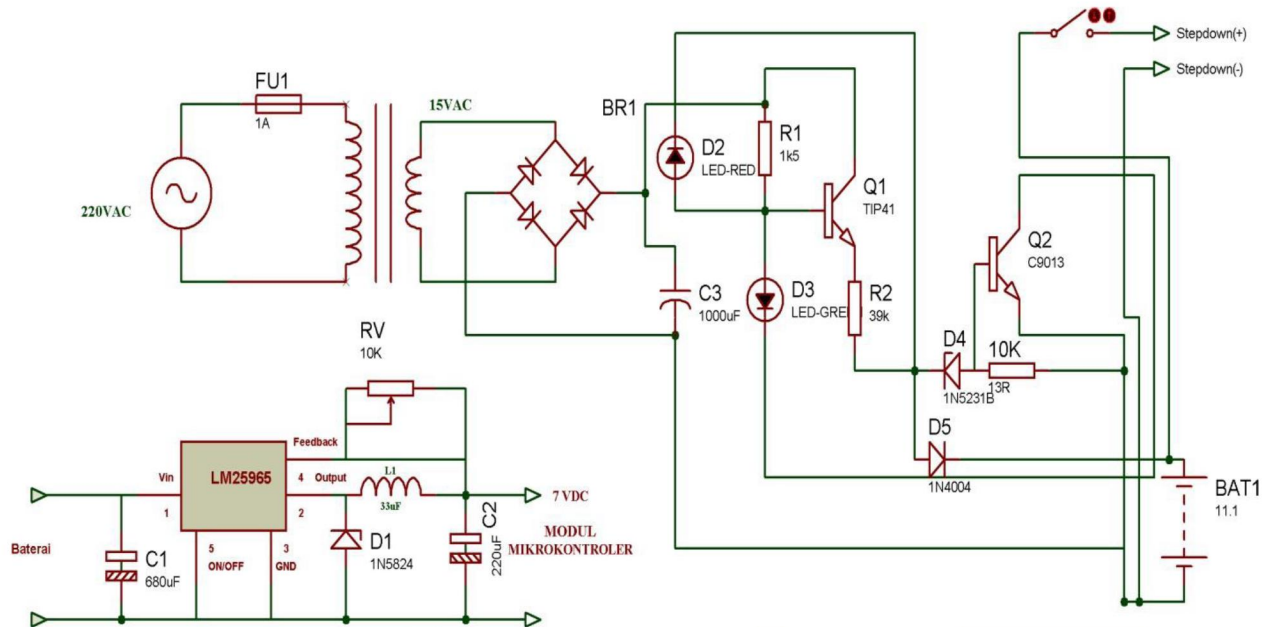
3.4 Cara Kerja Blok Diagram

Ketika proses pengecasan baterai berlangsung tegangan AC akan masuk ke trafo 1A yang berfungsi menurunkan tegangan menjadi 15v setelah itu masuk ke dioda *bridge* untuk di searahkan menjadi tegangan DC dan di regulasi menjadi 12VDC yang digunakan untuk *men-charge* baterai dengan 11,4v.

Kemudian tegangan dari baterai masuk ke LM2596 yang digunakan untuk menurunkan tegangan untuk LCD 16x2, sensor dan mikrokontroler. Pada alat ini sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban dan sensor KY-038 digunakan untuk mengukur kebisingan yang kemudian di tampilkan pada LCD 16x2.

3.5 Perencanaan Rangkaian

3.5.1. Rangkaian Charger



Gambar 22 Rangkaian Charger

Ketika proses pengecasan berlangsung tegangan AC akan masuk ke trafo 1A yang berfungsi menurunkan tegangan menjadi 15V setelah itu masuk ke dioda *bridge* untuk di searahkan menjadi tegangan DC. Kemudian akan masuk ke kapasitor untuk dikurangi tegangan ripplanya agar menjadi arus DC yang searah. Kemudian akan mensuplai rangkaian indikator *charger*.

Pada rangkaian charger ini saat baterai penuh transistor TIP41 akan off. Jika *charger* On dan baterai tidak terhubung maka led hijau akan menyala, saat baterai dihubungkan maka led hijau akan padam dan led merah menyala tanda arus mengalir/*charging*. Saat *breakdown* zener tercapai maka dioda zener akan terbuka dan mengalirkan arus ke basis Q2, maka Q2 mulai on sehingga led hijau mulai menyala sedangkan led merah

meredup, saat Q2 terbuka penuh (*fully on*) maka led hijau menyala terang, led merah padam dan Q1 akan *off* begitu juga proses *charging*.

Pada prinsipnya saat voltase *breakdown* zener tercapai maka zener akan terbuka dan memicu transistor untuk on, arus akan dibuang ke ground. Karena arus dibuang ke *ground* maka arus menuju baterai akan menjadi sangat kecil dan tetap menjaga voltase pada batas yang di tentukan saja. Setelah baterai terpakai, maka voltase baterai menurun, zener kembali menutup, dan proses *charging* berjalan kembali sampai cut off tercapai, begitu seterusnya.

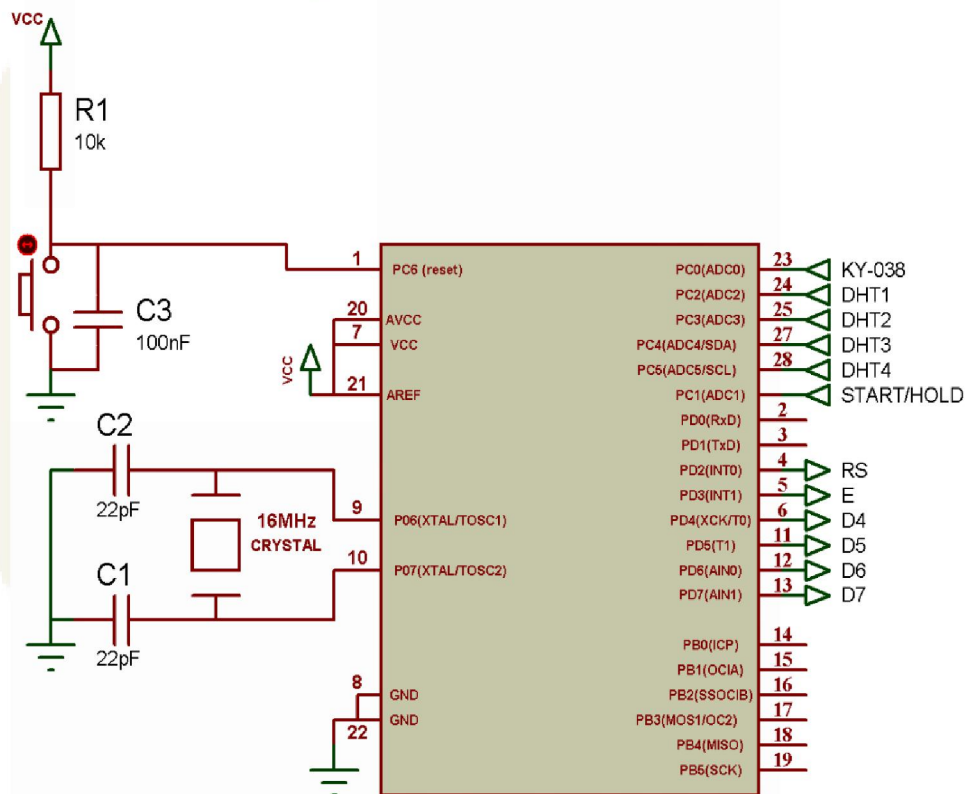
Dioda pada rangkaian charger digunakan sebagai pengaman rangkaian sesuai dengan prinsipnya yaitu dapat menghantarkan arus pada tegangan maju dan menghambat arus pada tegangan balik. Sehingga jika tegangan pada baterai terbalik, maka tidak akan merusak komponen pada rangkaian *charger*.

Tabel 5 Komponen rangkaian *charger*

NO	Nama dan Komponen	Tipe\Nilai	Jumlah
1	Trafo	1A	1
2	Dioda Bridge	4A	1
3	Transistor	TIP 41	1
4	Transistor	2N222A	1
5	Fuse	1A	1
6	LED	Merah	1
7	LED	Hijau	1
8	Resistor	39 Ω	1
9	Resistor	1k Ω	1

10	Resistor	1,5k Ω	1
11	Dioda	1N4004	1
12	Dioda Zeneer	11V	1
13	Step Down		1
14	Kapasitor	1nF	1
15	Batterai	3,7v	3
16	Saklar	SPST	1

3.5.2. Rangkaian Microcontroller



Gambar 23 Rangkaian Mikrokontroler

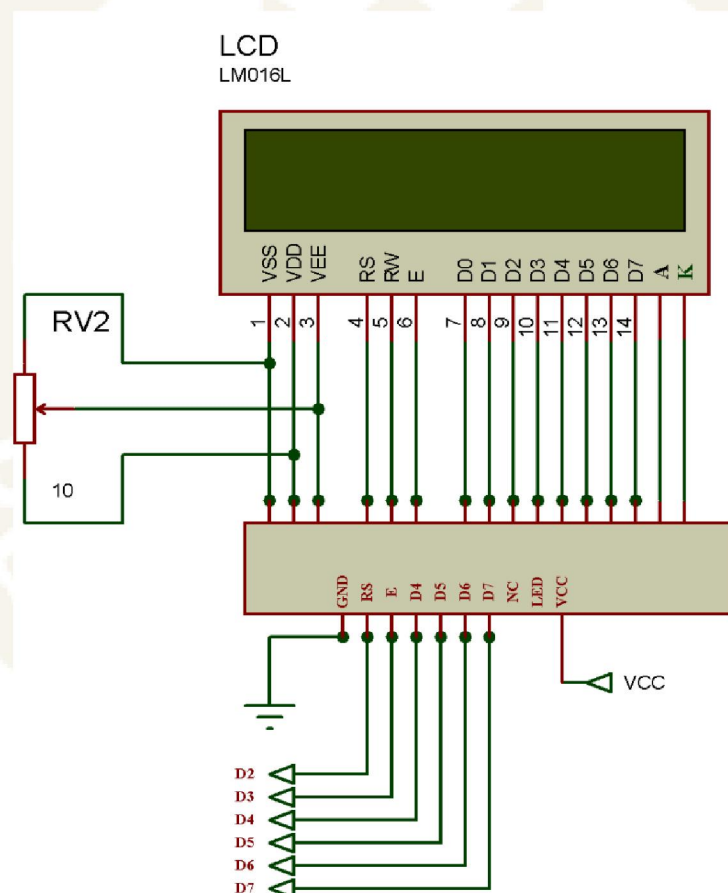
Rangkaian mikro menyala ketika mendapat tegangan dari baterai yang sebelumnya telah diregulasi oleh regulator *stepdown*., Kristal pada mikro berfungsi sebagai pemompa data yang bersifat timer dan memiliki frekuensi atau sebagai pengontrol kecepatan pemrosesan data chip mikrokontroler.

Sedangkan kapasitor untuk menyimpan dan melepaskan muatan listrik pada mikro dan menyaring tegangan agar tegangan yang lebih halus.

Tabel 6 Komponen Mikrokontroler

NO	Nama	Tipe/Nilai	Jumlah
1	Chip Mikro	328	1
2	Krystal	16Mhz	1
3	Kapasitor	22pF	2
4	Saklar	<i>Push Button</i>	1
5	Resistor	<i>10K</i>	1

3.5.3. Rangkaian Display



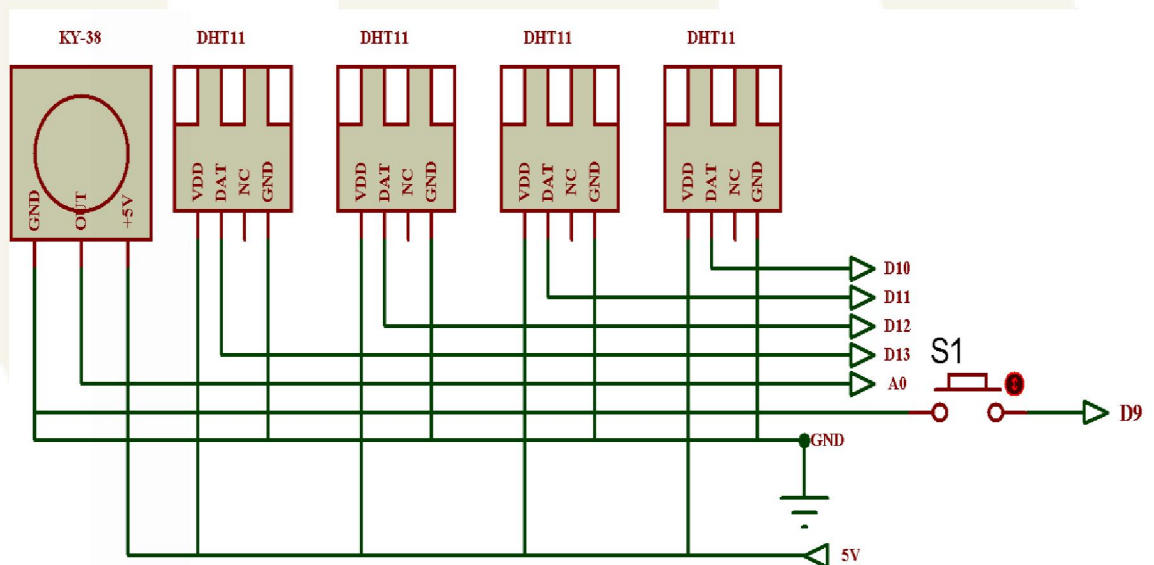
Gambar 24 Rangkaian Display LCD

Pada rangkaian display ini penulis menggunakan lcd 16x2 yang berfungsi untuk menampilkan suhu, kelembaban dan kebisingan. Rangkaian lcd mendapatkan suplay tegangan 5v yang didapat dari pin 5v dan 0 yang terdapat pada *board* arduino uno, kontras lcd dapat diatur oleh potensiometer yang terdapat pada modul pin lcd. Data yang di peroleh dari pin D2-D7 mikrokontroler.

Tabel 7 Komponen LCD

No	Nama	Type/Nilai	Jumlah
1	LCD Modul	2x16	1

3.5.4. Rangkaian Sensor



Gambar 25 Rangkaian Sensor

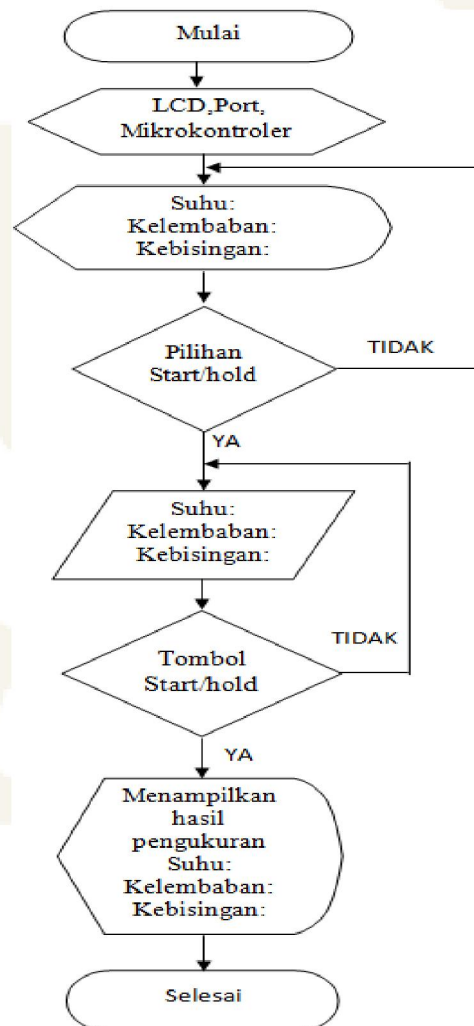
Pada rangkaian ini sensor mendapat *supllay* tegangan 5V dari keluaran *stepdown*, sensor ky-38 merupakan sensor kebisingan keluaran sensor ini berupa analog yang kemudian dihubungkan pada pin A0 pada mikro. Sensor DHT 11 adalah sensor kelembaban dan suhu sensor ini juga mendapatkan tegangan 5V, keluaran dari sensor berupa digital yang masing

masing keluaran masuk pada pin D10,D11,D12,D13 yang terdapat pada mikro.

Tabel 8 Komponen Sensor

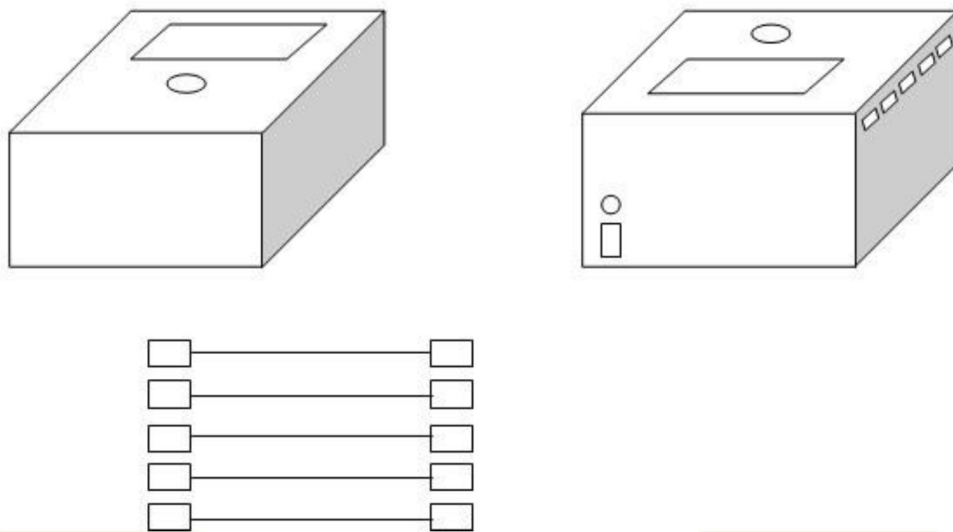
NO	Nama	Tipe/Nilai	Jumlah
1	Sensor suhu & kelembaban	DHT 11	4
2	Sensor Kebisingan	KY-38	1
3	Saklar	<i>Push Button</i>	1

3.6. Flow Chart



Gambar 26 Flow Chart

3.7. Casing



Gambar 27 Casing Alat

3.8. Perencanaan Titik Pengukuran

Untuk mengetahui keluaran dari beberapa komponen pada alat ini, penulis menentukan titik pengukuran sebagai berikut :

1. Titik Pengukuran 1 (TP1)

Titik pengukuran 1 terletak pada keluaran baterai/Inputan ke *step down* LM 2596, tujuannya untuk mengetahui tegangan keluaran dari baterai.

2. Titik Pengukuran 2 (TP2)

Titik pengukuran 2 terletak pada keluaran *step down* LM2596 yang bertujuan untuk mengetahui tegangan inputan yang masuk ke mikro.

3. Titik Pengukuran 3 (TP3)

Titik pengukuran 3 terletak pada inputan rangkaian sensor untuk mengetahui inputan tegangan yang masuk ke rangkaian sensor

4. Titik Pengukuran 4

Titik pengukuran 4 merupakan perbandingan pengukuran modul dengan *incu analyzer*.

3.9. Persiapan alat dan bahan

Sebelum pembuatan modul perlu di persiapkan peralatan dan bahan yang akan di gunakan. Adapun alat dan bahan yang di gunakan sebagai berikut :

1. *Project Board*
2. *Tool Set*
3. Alat ukur (Multi meter, Db meter, *Thermometer*)
4. Larutan FeCL
5. PCB
6. Solder dan timah

3.10. Pembuatan Modul

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan modul adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan gambar rangkaian keseluruhan.
2. Menentukan komponen yang di perlukan dalam rangkaian.
3. Menentukan peletakan komponen dan titik pengukuran yang di gunakan pada pcb.
4. Membuat papan rangkaian dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Mempersiapkan papan PCB.
 - b. Merancang tata letak komponen dan jalur-jalur hubungan antara komponen dan dijaga untuk menghindari hubung singkat.

- c. Merancang *layout* rangkaian yang akan digunakan, dalam hal ini dibantu oleh komputer melalui *software eagle*.
- d. Hasil *layout* kemudian dicetak di atas kertas khusus kemudian dipanaskan pada PCB agar gambar *layout* tercetak permanen pada PCB.
- e. Setelah hasil cetak *layout* telah jadi, papan PCB polos dilubangi dengan bor PCB sesuai dengan letak pin komponen yang telah dibuat.
- f. Melarutkan PCB yang telah tercetak gambar *layout* dengan bantuan FeCl_3 dan air panas.
- g. Memastikan tidak ada jalur antar penghantar yang saling bersinggungan.
- h. Memasang komponen yang dibutuhkan di atas papan PCB.
- i. Penggunaan jumper diusahakan seminimal mungkin.

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENDATAAN

4.1. Pengertian Pengukuran

Suatu proses pengukuran dan pengumpulan hasil dari proses pengukuran pada titik-titik pengukuran yang ditentukan berdasarkan kebutuhan dari pembuat alat. Titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara hasil ukur menurut teori terhadap hasil pengukuran langsung terhadap titik-titik pengukuran (praktek).

Data yang diambil dari semua titik pengukuran adalah pengukuran yang dilakukan dengan membandingkan antara titik pengukuran terhadap ground. Hasil pengukuran disajikan secara sistem tabel untuk mempermudah dalam menganalisa data.

Sedangkan perbandingan alat adalah kegiatan membandingkan fungsi alat yang telah dibuat dengan alat pembanding sehingga keakurasian dari alat yang dibuat dapat diketahui dan fungsinya dapat dipertanggung jawabkan.

4.2. Persiapan Pengukuran

Dalam proses pengukuran ini, alat ukur yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. **Multimeter Digital**

Merk : SANWA

Model : CD800A

Buatan : Jepang

b. *Incu Analyzer*

Merk : Fluke

4.3. Metode Pengukuran

Untuk mengetahui keluaran dari beberapa komponen pada alat ini, penulis menentukan titik pengukuran sebagai berikut :

1. Titik pengukuran 1 (TP1) yaitu pada *Input* LM 2596

Untuk mengetahui besarnya tegangan pada baterai. Metode yang digunakan yaitu membandingkan nilai TP1 terhadap *ground*.

2. Titik Pengukuran 2 (TP2) yaitu pada keluaran LM 2596

Untuk mengetahui besarnya tegangan yang akan masuk ke mikro dan rangkaian sensor. Metode yang digunakan yaitu membandingkan nilai TP2 terhadap *ground*.

3. Titik pengukuran 3 (TP3) yaitu pada *input* rangkaian sensor

Untuk mengetahui besarnya tegangan yang masuk ke rangkaian sensor. Metode yang digunakan yaitu membandingkan TP3 terhadap *ground*.


4. Titik Pengukuran 4 (TP4) merupakan perbandingan modul dengan *incu analyzer* dengan setingan suhu 35°C dan 37.°C.

4.4. Hasil Pengukuran

4.4.1. Pengukuran TP1

Setelah dilakukan pengukuran pada TP1, didapatkan hasil sebagai berikut:


Tabel 9 Titik Pengukuran TP1

Titik pengukuran	Hasil	Gambar	Keterangan
TP1	11.44V		Tegangan keluaran baterai

4.4.2. Pengukuran TP2

Setelah dilakukan pengukuran pada TP2, didapatkan hasil sebagai berikut:


Tabel 10 Titik Pengukuran TP2

Titik pengukuran	Hasil	Gambar	Keterangan
TP2	7V		Tegangan keluaran stepdown

4.4.3. Pengukuran TP3

Setelah dilakukan pengukuran pada TP2, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 11 Titik Pengukuran TP3

Titik pengukuran	Hasil	Gambar	Keterangan
TP3	5V		Tegangan Suplai Sensor

4.4.4. Pengukuran TP4

Setelah dilakukan pengukuran pada TP4, didapatkan hasil:

Tabel 12 Hasil pengukuran TP4 dengan *setting suhu 35°C*

Pengukuran dengan <i>incubator analyzer</i>			
Set 35 °C	Suhu	Kelembaban	Kebisingan
1	36,4°C	33.8%	63.3dB
2	35.6°C	33.8%	64.2 dB
3	36.4°C	33.8%	63.2 dB
4	36.4°C	33.9%	63.0 dB
Pengukuran dengan modul			
1	36°C	34%	60.3 dB
2	36°C	35%	59.3 dB
3	37°C	35%	60.1 dB
4	36°C	36%	60.1 dB

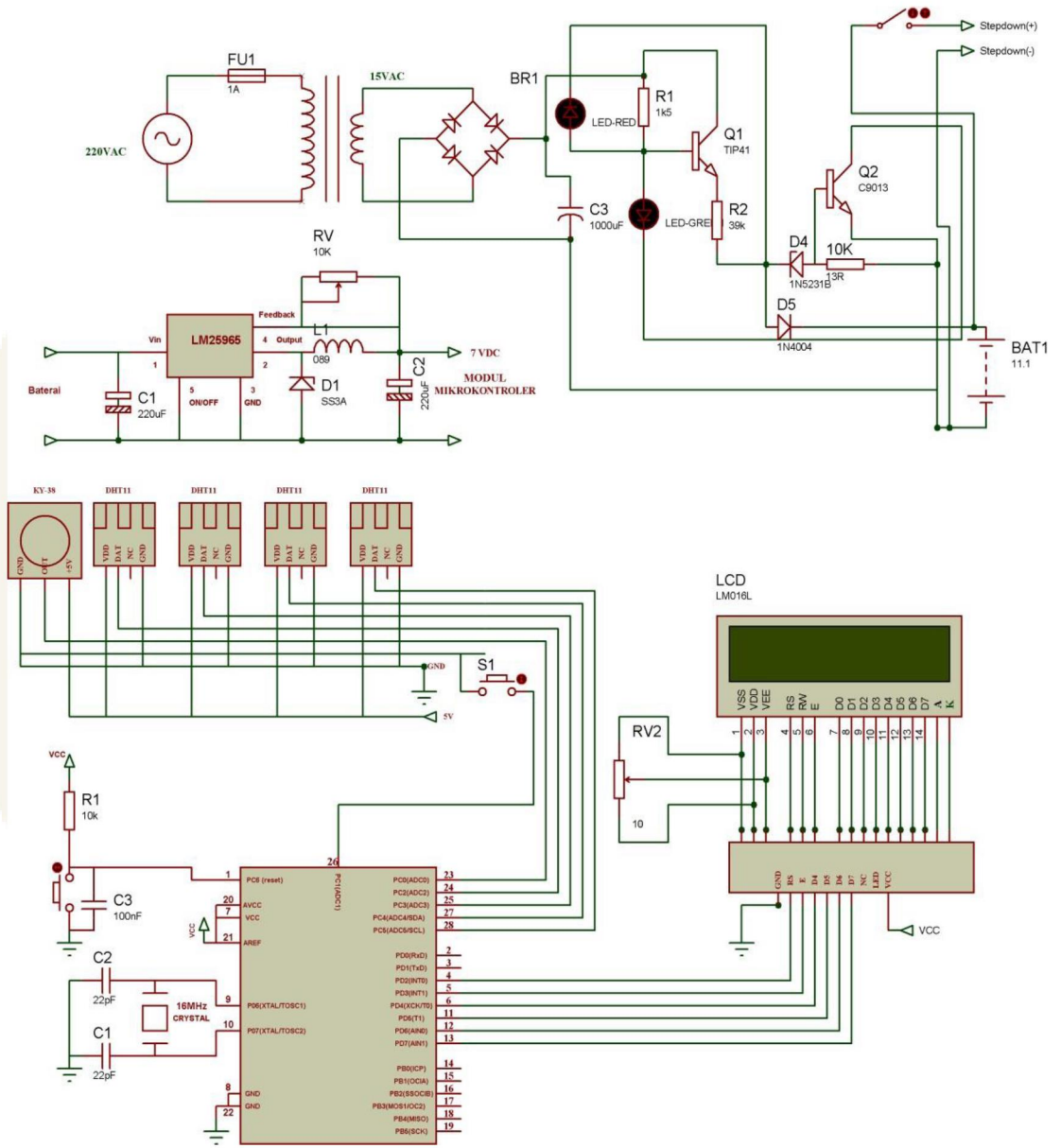
Tabel 13 Hasil pengukuran TP4 dengan setting suhu 35 °C

Pengukuran dengan <i>incubator analyzer</i> dengan setting 37 °C			
Set 37 °C	Suhu	Kelembaban	Kebisingan
1	37.4°C	34.1%	59.2 dB
2	37.4°C	34.1%	60.1 dB
3	37.4°C	34.1%	61.1 dB
4	37.4°C	34.1%	58 dB
Pengukuran dengan modul dengan setting 37 °C			
1	38°C	33%	57.5 dB
2	38°C	35%	58.01 dB
3	39°C	34%	60.5 dB
4	37°C	35%	57.9 dB

BAB V

PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA

5.1. Gambar Rangkaian Alat Secara Keseluruhan



Gambar 28 Wiring Keseluruhan

5.2. Cara Kerja Alat

Tegangan 220 Vac sebagai sumber tegangan akan diturunkan oleh *travo step down* yang kemudian masuk ke diode *bridge* untuk diubah menjadi tegangan DC yang kemudian masuk ke rangkaian baterai, dari baterai tegangan kemudian masuk ke LM2596 yang berfungsi menurunkan tegangan baterai sebelum masuk ke mikrokontroler, rangkaian sensor dan lcd. Tombol digunakan untuk memerintahkan pengukuran dan *freez* untuk menahan hasil pengukuran pada lcd.

5.3. Analisa Data Hasil Pengukuran

Analisa pendataan dilakukan agar dapat melakukan perbandingan antara teori dan praktek. Data yang didapatkan secara teori dan perhitungan secara matematis menggunakan rumus-rumus yang relevan dan juga dari komponen yang dianalisa, sedangkan untuk prakteknya berupa data yang diperoleh dengan pengukuran *test point*.

Analisa data ini diperlukan untuk membandingkan antara hasil perhitungan secara teori dengan hasil secara praktek sehingga dapat diketahui.

Prosentase kesalahan (PK) dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini:

$$PK = \left| \frac{HASIL\ TEORI\ (HT) - HASIL\ UKUR\ (HU)}{HASIL\ TEORI} \right| \times 100\%$$

Adapun analisa data untuk masing-masing TP adalah sebagai berikut:

5.3.1 Analisa TP1

TP1 merupakan keluaran tegangan pada baterai saat kondisi baterai full. Secara teori keluaran baterai 11,1 Volt adalah tegangan DC 11,1 Volt. Diketahui hasil ukur TP1 sebesar 11 pada saat baterai masih penuh.

$$PK = \left| \frac{HASIL\ TEORI\ (HT) - HASIL\ UKUR\ (HU)}{HASIL\ TEORI} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{11,1 - 11,4}{11,1} \right| \times 100\%$$

$$PK = 2,7\%$$

5.3.2 Analisa TP2

TP2 merupakan keluaran dari hasil modul LM2596 untuk sumber daya rangkaian mikrokontroler. Menurut *datasheet* modul LM2596 mempunyai keluaran minimal 4 v dan maksimal 35 V. Nilai tegangan yang di rencanakan sebesar 7 V.

Diketahui hasil ukur TP2 sebesar 7 V, maka tegangan TP2 sudah sesuai dengan *datasheet* modul LM2596.

$$PK = \left| \frac{HASIL\ TEORI\ (HT) - HASIL\ UKUR\ (HU)}{HASIL\ TEORI} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{7 - 7}{7} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0\%$$

5.3.3 Analisa TP3

TP3 merupakan titik pengukuran pada tegangan input yang menyuplai rangkaian sensor, yang masing masing sensor membutuhkan tegangan sebesar 5 V. Dari hasil pengukuran didapat tegangan sebesar 5volt.

$$PK = \left| \frac{HASIL\ TEORI\ (HT) - HASIL\ UKUR\ (HU)}{HASIL\ TEORI} \right| \times 100\%$$

$$PK = \left| \frac{5 - 5}{5} \right| \times 100\%$$

$$PK = 0\%$$

5.3.4 Hasil Perbandingan Alat

Pengujian dilakukan dengan menggunakan media *Baby Incubator Ohmeda Ohio Care Plus* dan dibandingkan dengan *fluke incu analyzer*. Menggunakan *setting* suhu 35 dan 37. Hasil pengujian suhu, kelembaban dan kebisingan dapat dilihat pada tabel 13 dan 14.

Tabel 14 Pengukuran dengan *Incu Analyzer*

No.	Suhu <i>Setting</i>	Suhu	Kelembaban	Kebisingan
1	35	36,4°C	33.8%	63.3dB
2		35.6°C	33.8%	64.2 dB
3		36.4°C	33.8%	63.2 dB
4		36.4°C	33.9%	63.0 dB
Rata-rata		36.2°C	33.82%	63.42 dB
5	37	37.4°C	34.1%	59.2 dB
6		37.4°C	34.1%	60.1 dB
7		37.4°C	34.1%	61.1 dB
8		37.4°C	34.1%	58 dB
Rata-rata		7.4°C	34.1%	59.55 dB

Tabel 15 Pengukuran dengan modul

No.	Suhu <i>Setting</i>	Suhu	Kelembaban	Kebisingan
1	35	36°C	34%	60.3 dB
2		36°C	35%	59.3 dB
3		37°C	35%	60.1 dB
4		36°C	36%	60.1 dB
Rata-rata		36.25°C	35%	59.95 dB
5	37	38°C	33%	57.5 dB
6		38°C	35%	58.01 dB
7		39°C	34%	60.5 dB
8		37°C	35%	57.9 dB
Rata-rata		38°C	34.24%	58.28 dB

5.3.5 Analisa Hasil Perbandingan Alat

Maka secara teori besarnya presentasi kesalahan dan nilai akurasi yang didapat pada pengujian pemodelan modul dengan alat kalibrasi *baby incubator* adalah sebagai berikut :

1. Rumus perhitungan presentase kesalahan:

$$PK = \left| \frac{(\text{rata - rata pembanding}) - (\text{rata - rata modul})}{\text{rata - rata pembanding}} \right| \times 100\%$$

2. Rumus nilai akurasi:

$$\text{Akurasi} = PK - 100\%$$

Tabel 16 Analisa hasil perbandingan

NO	Parameter	Setting	Setting	PK	Akurasi
		35	37		
1	Suhu	0,1%	1,6%	0.85%	99,15%
2	Kelembaban	3,5%	0,4%	1.9%	98,1%
3	Kebisingan	5,5%	1.6%	3.55%	96,45%

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Pada bab ini penulis akan menyampaikan beberapa uraian yang penulis dapat dari proses pembuatan *Prototype Incubator Analyzer*, melakukan pendataan dan analisa data dari hasil pengujian modul dengan teori dasar yang ada, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan bahwa *Prototype Incubator Analyzer*

1. *Prototype Incubator Analyzer* yang telah dibuat dapat digunakan untuk mengkalibrasi suhu, kelembaban, kebisingan.
2. Berdasarkan perbandingan menggunakan data 2 settingan suhu yaitu 35°C dan 37°C didapatkan nilai akurasi suhu sebesar 99.15%, kelembaban 98.1% dan kebisingan 96.45%.
3. Berdasarkan pengujian *Prototype Incubator Analyzer* yang telah dibuat dapat digunakan untuk mengkalibrasi *baby incubator*.

6.2 Saran

Penulis memiliki saran untuk pengembangan dalam pembuatan alat ini sebagai berikut :

1. Menggunakan baterai yang memiliki kapasitas lebih besar.
2. Menambahkan penyimpanan hasil ukur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Surasmi, A., Handayani, S., dan Kusuma, H.N. 2003. *Perawatan Bayi Risiko Tinggi*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- [2.] <http://djokosoeprijanto.blogspot.com/2013/04/sekilas-tentang-infant-incubator-poly.html>
- [3.] <http://egsean.com/cara-membuat-sistem-minimum-mikrokontroler-atmega-328p/>
- [4.] <http://playground.arduino.cc/Main/DHT11Lib>
- [5.] <http://aryutomo.wordpress.com/tag/factor/ripple>
- [6.] Andrianto, Heri, dan Aan Darmawan. 2015. *Arduino Belajar Cepat Dan Pemrograman*. Bandung. Informatika Bandung.

