

TUGAS AKHIR

“Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi *Blue Light* pada *Phototherapy*”

Disusun sebagai salah satu syarat menyusun Karya Tulis Ilmiah
Program Studi DIII Teknik Elektromedik
Universitas Widya Husada Semarang



Oleh :

FADHLIKA BAGUS A K

NIM 18.04.030

PROGRAM STUDI D - III TEKNIK ELEKTROMEDIK

UNIVERSITAS WIDYA HUSADA

SEMARANG

2020



UNIVERSITAS WIDYA HUSADA SEMARANG

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi *Blue Light* pada *phototherapy*

NAMA : Fadhlika Bagus A K

NIM : 18.04.030

Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa karya tulis ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa karya tulis ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Ahli Madya Teknik Elektromedik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.

Semarang, 27 Juli, 2021

FADHLIKA BAGUS A K



PERNYATAAN PERSETUJUAN

JUDUL : Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi *Blue Light* pada *Phototherapy*

NAMA : Fadhlika Bagus A K

NIM : 18.04.030

Karya Tulis ini telah di setujui untuk di pertahankan di hadapan penguji ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik UNIVERSITAS Widya Husada Semarang.

Menyetujui

Pembimbing

Inayatun Solekha, S.ST



PENGESAHAN KARYA TULIS ILMIAH

JUDUL : Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi *Blue Light* pada *Phototherapy*

NAMA : Fadhlika Bagus A K

NIM : 18.04.030

Karya Tulis ini telah diujikan dan dipertahankan dihadapan tim penguji Ujian Akhir Program Pendidikan Diploma III Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang pada Hari ... bulan ... tahun ...

Dewan Penguji:

Penguji 1

Sugeng Susanto.MT

NIDK. 883 001 1019

Ka Prodi DIII TEM

Agung Satrio Nugroho, M. Eng

NIDN. 061 905 8101

Penguji 2

Inayatus Solekhah,S.ST

Ketua Penguji

Mulyono,M.Kom

NIDN.060 908 8103

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah yang berjudul *Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi Blue Light pada Phototherapy* ini tepat pada waktunya.

Demikian penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kedua Orang tua yang telah mendukung pendidikan saya selama berada di Universitas Widya Husada Semarang baik dari segi moral maupun material.
3. Bapak Agung Satrio Nugroho, M.Eng. selaku Kepala Prodi DIII Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang
4. Ibu Inayatus, S.ST. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing saya sampai akhir.
5. Para dosen yang telah membimbing dan mendidik saya selama berada di Universitas Widya Husada Semarang.
6. Terimakasih kepada mas Yustian Arga selaku teknisi di PT Famed Calibration dan juga alumni Atem Widya Husada angkatan 2016 telah meminjamkan alat pembanding
7. Terimakasih kepada mas Haedar selaku teknisi biomed di RS COLOMBIA ASIA telah mengizinkan saya melakukan uji banding.
8. Teman-teman seperjuangan angkatan 2018 yang telah berjuang bersama selama 3 tahun.
9. Terimakasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian KTI ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dalam pembuatan karya tulis ilmiah ini penulis menyadari adanya berbagai kekurangan dan ke tidak sempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Saya mengucapkan terima kasih kepada ibu Inayatus, selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing saya dalam membuat karya tulis ilmiah

tugas akhir ini sehingga dapat menambah pengetahuan dan wawasan sesuai dengan bidang studi yang saya tekuni.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membagi sebagian pengetahuannya sehingga saya dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah tugas akhir ini. Saya menyadari, makalah yang saya tulis ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan saya nantikan demi kesempurnaan proposal tugas akhir ini.

Semarang, 27 Juli 2021

(Fadhlika Bagus A K)



INTISARI

Alat yang digunakan dalam terapi hyperbilirubin adalah fototerapi. Pengukuran iradiasi sinar biru (blue light) yang dipancarkan oleh alat fototerapi sangat penting untuk mengetahui kekuatan pada lampu fototerapi agar penyembuhan hyperbilirubin dapat berjalan optimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat “Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi Blue Light pada Fototerapi Dilengkapi Sensor Ultrasound HC-SR04” yang dapat digunakan dalam melakukan proses kalibrasi ataupun perawatan alat fototerapi. Fototerapi menggunakan lampu blue light dengan panjang gelombang 425- 475 nm. Panjang gelombang tersebut dapat ditangkap oleh sensor TCS3200. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak secara otomatis pada saat pengukuran nilai iradiasi lampu blue light.

Metode pengambilan data nilai iradiasi blue light pada lampu fototerapi dilakukan dengan jarak 20cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm memiliki tingkat keakurasian sebesar 97,05% dengan PK 2,7% dan memiliki keakurasian pembacaan iradiasi sebesar 99% dengan PK 1%.

Kata kunci : TCS3200, HC-SR04, fototerapi, blue light, kalibrator

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	i
PERNYATAAN PERSETUJUAN	ii
PENGESAHAN KARYA TULIS ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
INTISARI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Ikterus neonatorum	4
2.2 Cahaya Biru Blue light	4
2.3 Phototherapy Radiometer	5
2.4 Sensor Warna TCS3200	5
2.5 Sensor Jarak HC-SR04	6
2.6 Arduino Software IDE	8
2.7 LCD Karakter 2X16	9
2.8 Resistor	11
2.8.1 Simbol Resistor	12
2.8.2 Kode Warna	12
2.8.3 Perhitungan Rangkaian Seri Resistor	13
2.8.4 Perhitungan Rangkaian Paralel Resistor	14
2.9 Baterai	14
2.10 IC Regulator	15
2.10.1 Jenis IC Regulator	15
2.11 Transformator	16
2.11.1 Pengertian Transformator	17
2.11.2 Fungsi Transformator	17
2.11.3 Prinsip Kerja	18
2.11.4 Jenis-jenis trafo	19

2.11.5	Rumus Transformator	19
2.12	Saklar On/Off	20
2.13	Push Button	21
BAB III	PERANCANGAN ALAT	22
3.1	Blok Diagram	22
3.2	Perencanaan Desain Alat	23
3.3	Perencanaan Rangkaian diagram	24
3.3.1	Rangkaian Power supply dan Rangkaian charger	24
3.3.2	Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04	26
3.3.3	Rangkaian Sensor Warna TCS3200	27
3.3.4	Rangkaian LCD 16X2	28
3.3.5	Rangkaian Tombol Start	28
3.3.6	Rangkaian Tombol Reset	29
3.4	Diagram Alir Program	30
BAB IV	PENGUKURAN DAN PENDATAAN	32
4.1	Pengertian pengukuran	32
4.2	Persiapan Pengukuran	32
4.3	Metode Pengukuran	32
4.4	Hasil Pengukuran	33
4.4.1	Pengukuran TP 1	33
4.4.2	Pengukuran TP 2	33
4.4.3	Pengukuran TP 3	33
4.4.4	Pengukuran TP 4	34
4.5	Pengukuran Jarak dengan Alat Pembanding Meteran	34
4.6	Pengukuran Iradiasi dengan Alat Pembanding	36
BAB V	PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA	38
5.1	Rangkaian Diagram keseluruhan	38
5.2	Analisa Data	39
5.2.1	Analisa TP 1	39
5.2.2	Analisa TP 2	39
5.2.3	Analisa TP 3	40
5.3	Analisa Jarak	40
5.4	Analisa Iradiasi	41
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	42
6.1	Kesimpulan	42
6.2	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Spektrum Elektromagnetik.....	5
Gambar 2. 2 Skema Pin Sensor TCS3200.....	6
Gambar 2. 3 Blok Diagram Fungsional Sensor TCS320.....	6
Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Sensor Jarak HC-SR04.....	7
Gambar 2. 5 Bagian-Bagian dari Aplikasi Arduino IDE.....	8
Gambar 2. 6 LCD 2X16.....	9
Gambar 2. 7 Simbol Resistor.....	12
Gambar 2. 8 Gelang Warna Pada Resistor.....	12
Gambar 2. 9. Rangkaian Seri Resistor.....	13
Gambar 2. 10 Rangkaian Paralel Resistor.....	14
Gambar 2. 11 Baterai LiPo.....	15
Gambar 2. 12 IC Regulator Adjustable.....	15
Gambar 2. 13 Rangkaian Dasar IC LM317.....	16
Gambar 2. 14 Transformator.....	16
Gambar 2. 15 Prinsip Kerja Transformator.....	18
Gambar 2. 16 Transformator Step-Up.....	19
Gambar 2. 17 Transformator <i>Step-Down</i>	19
Gambar 2. 18 Saklar ON/OFF.....	20
Gambar 2. 19 Push Button.....	21
Gambar 2. 20 Prinsip kerja Push Button.....	21
Gambar 3. 1 Blok Diagram.....	22
Gambar 3. 2 Desain Alat.....	23
Gambar 3. 3 Rangkaian power supply dan Rangkaian charger.....	24
Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	27
Gambar 3. 5 Rangkaian Sensor warna TCS3200.....	27
Gambar 3. 6 Rangkaian LCD 16X2.....	28
Gambar 3. 7 Rangkaian Tombol Star.....	28
Gambar 3. 8 Rangkaian Tombol Reset.....	29
Gambar 3. 9 Diagram Alir.....	30
Gambar 4. 1 Alat ILT74CE Hyperbilirubinemia Light Meter/Radiometer.....	36
Gambar 5. 1 Rangkaian Diagram keseluruhan.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Fungsi Pin Pada LCD 2x16.....	10
Table 4. 1 Hasil Pengukuran Iradiasi <i>Blue Light</i>	34
Table 4. 2 Hasil Pengukuran Iradiasi <i>Blue Light</i>	36
Table 4. 3 Hasil Analisa Jarak	40
Table 4. 4 Hasil Analisa Iradiasi	41



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikterus neonatorum merupakan gejala biologis yang timbul akibat tingginya produksi dan rendahnya ekskresi bilirubin selama masa transisi pada neonatus. Pada neonatus produksi bilirubin 2 sampai 3 kali lebih tinggi dibanding dengan orang dewasa normal. Hal ini dapat terjadi karena jumlah eritrosit pada neonatus lebih banyak dan usianya lebih pendek. Banyak bayi baru lahir, terutama bayi dengan berat lahir < 2500 gram atau pada usia gestasi < 37 minggu mengalami ikterus pada minggu pertama kehidupannya.[1]

Phototherapy sudah digunakan sejak tahun 1958 untuk pengobatan *hiperbilirubinemia* pada bayi baru lahir. *Phototherapy* merupakan terapi tindakan pertama yang dilakukan terhadap bayi baru lahir dengan *hiperbilirubinemia*. Pemberian *Phototherapy* yang efektif merupakan faktor utama penanganan yang cepat dari *hiperbilirubinemia*. Efektifitas tindakan fototerapi antara lain ditentukan oleh panjang gelombang sinar lampu, kekuatan lampu (irradiance), jarak antara lampu dengan bayi yang terpapar sinar lampu.[2]

National Academy of Science menyatakan bahwa spektrum penyerapan cahaya maksimum oleh bilirubin berkisar antara 425 nm sampai 475 nm (cahaya biru). Efisiensi penggunaan fototerapi ditentukan oleh iradiasi yang dikeluarkan alat fototerapi dan alat yang digunakan untuk mengukur iradiasi sinar biru pada fototerapi disebut dengan radiometer dengan satuan jumlah energi per satuan luas pada permukaan tertentu $\mu\text{W} / \text{cm}^2$ [3]. Penempatan lampu *Phototherapy* tidak boleh terlalu dekat dengan pasien karena akan menyebabkan overheating pada bayi. Jarak dari sumber cahaya pada fototerapi diletakkan pada jarak 30 cm, 40 cm sampai 50 cm tepat di atas pasien.

Radiometer digunakan sebagai alat kalibrasi phototherapy. Kalibrasi adalah kegiatan peneraan untuk menentukan kebenaran nilai penunjukkan alat ukur dan/atau bahan ukur [4]. Tujuan kalibrasi yaitu untuk menjamin hasil pengukuran sesuai dengan standar nasional maupun internasional. Berkaitan dengan UndangUndang Nomor 44 Tahun 2009 Tentang Rumah Sakit Bagian Ketujuh Peralatan Pasal 16 Ayat 2 dijelaskan bahwa peralatan medis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus diuji dan dikalibrasi secara berkala oleh Balai Pengujian Fasilitas Kesehatan dan/ atau institusi pengujian fasilitas kesehatan yang berwenang [5]. Setiap alat kesehatan yang digunakan di pelayanan fasilitas kesehatan dan fasilitas kesehatan lainnya harus dilakukan dan/ atau kalibrasi secara berkala oleh Balai Pengujian Fasilitas Kesehatan atau institusi pengujian fasilitas

kesehatan. Hal ini tercantum dalam Permenkes No 54/Menkes/PER/IV/2015 Tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan [4]. Proses penyembuhan pada pasien akan berjalan lebih lama jika lampu blue light tidak dikalibrasi, karena tidak dapat diketahui berapa besar output dari kekuatan lampu terhadap luas penampangannya. Pada penelitian Abi Abdillah tahun 2016, dengan judul “Rancang Bangun *Phototherapy* Radiometer Menggunakan Sensor TCS3200”. Pada rancangan ini peneliti hanya menggunakan satu kelompok subyek serta melakukan pengukuran sebelum dan sesudah pemberian perlakuan pada subyek dengan jarak 30 cm, 40cm dan 50 cm. Alat *Phototherapy* yang digunakan sebagai alat uji coba ukur adalah *Neonate bilirubin phototherapy equipment*. Berdasarkan pengambilan data panjang gelombang blue light yang dibandingkan dengan “ILT74CE Hyperbilirubinemia Light Meter/Radiometer” Setelah dilakukan uji coba sistem secara keseluruhan alat dapat digunakan sesuai dengan fungsi dan tujuannya. Namun menurut penelitian alat tersebut masih memiliki kelemahan karena alat tersebut belum dilengkapi dengan detector jarak pada saat pengambilan data sehingga pada saat pengukuran iradiasi blue light harus dilakukan secara manual sehingga tidak efisien pada saat proses pengukuran [6]. Detektor jarak berfungsi untuk memudahkan user dalam pengukuran jarak secara otomatis sehingga tidak perlu menggunakan alat ukur jarak saat pengambilan data iradiasi blue light. Berdasarkan kronologis diatas, maka penelitian akan membuat alat yang berkaitan dengan masalah tersebut yaitu “Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi Blue Light pada *Phototherapy* Dilengkapi Sensor Ultrasound HC-SR04”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah adanya alat ukur iradiasi lampu blue light pada *Phototherapy* tidak dilengkapi dengan detector jarak yang tersedia pada lembaga kalibrasi alat kesehatan maka dilakukan penelitian membuat alat radiometer sebagai pengukur iradiasi lampu *blue light* pada *Phototherapy* dilengkapi dengan detector jarak sehingga dapat mengukur jarak secara otomatis.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Penelitian ini adalah merancang alat “Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi *Blue Light* pada *Phototherapy* Dilengkapi Sensor Ultrasound HCSR04” dalam melakukan proses kalibrasi ataupun perawatan alat *Phototherapy*
2. Setelah menganalisa permasalahan yang ada, tujuan khusus pembuatan alat ini antara lain adalah :
 - Membuat rangkaian system minimum microcontroller dengan menggunakan ATmega328P.

- Perancangan alat ukur iradiasi blue light dengan menggunakan sensor TCS3200 dan sensor ultrasonic HC-SR04.
- Perancangan alat ukur iradiasi *blue light* dengan tampilan pada LCD 2x16.
- Membuat software pada pemograman Arduino sebagai pengolah data nilai iradiasi blue light dan nilai jarak pengukuran.
- Menganalisa hasil pengukuran sensor HC-SR04 dan TCS3200

1.4 Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan alat ini tidak terjadi pelebaran masalah dalam penyajiannya, pokok – pokok batasan permasalahan yang akan dibahas yaitu :

1. Alat ini dibuat hanya untuk mengukur iradiasi sinar biru pada lampu *phototherapy* dengan range 0 sampai 1850 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.
2. Menggunakan sensor warna dan sensor ultrasonik untuk mengukur nilai iradiasi sinar biru dan mengukur jarak iradiasi .
3. Membuat dan mengolah sebuah program pada Arduino.
4. Hasil pengukuran iradiasi sinar biru pada alat *Phototherapy* pada tampilan LCD dengan satuan $\mu\text{W} / \text{cm}^2$.
5. Pengukuran dilakukan pada jarak 20cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan bagi mahasiswa Program Pendidikan D3. Teknik Elektromedik Universitas Widya Husada Semarang khususnya pada peralatan kalibrasi.
2. Manfaat Praktis Memudahkan tenaga elektromedis dalam melakukan pengukuran nilai iradiasi lampu biru dengan deteksi jarak secara otomatis pada alat *phototherapy* agar alat dapat dikatakan laik pakai guna mengutamakan keselamatan pasien.

BAB II

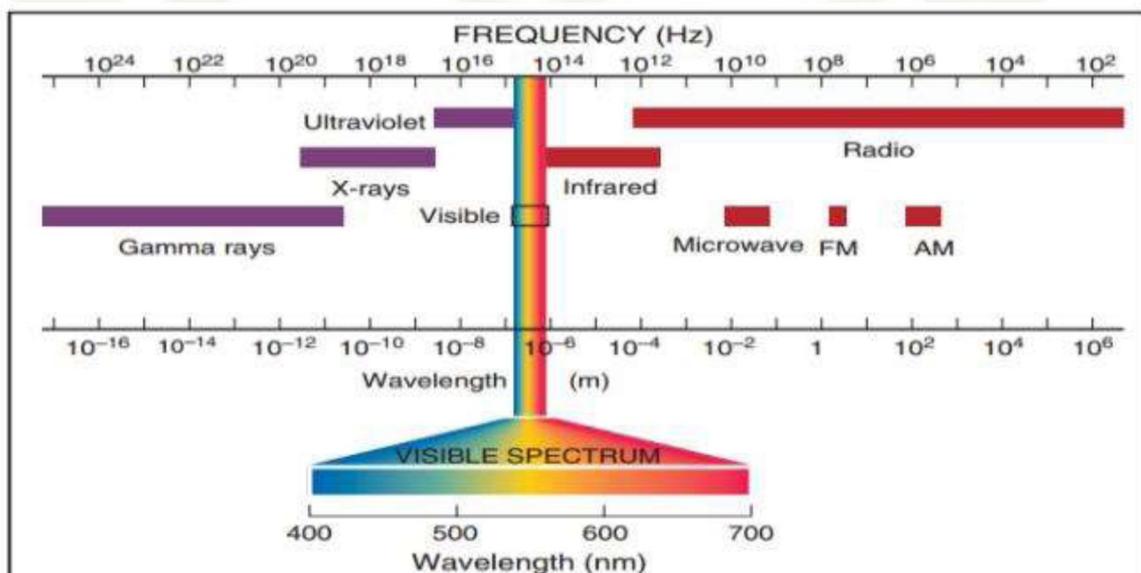
DASAR TEORI

2.1 Ikterus neonatorum

Ikterus neonatorum atau penyakit kuning adalah gejala umum yang sering dijumpai pada bayi baru lahir normal. Munculnya warna kuning pada kulit dan sklera karena terjadinya peristiwa *hiperbilirubinemia* saat bayi berusia 72 jam sampai 120 jam dan akan kembali normal setelah 7 hari sampai 10 hari. *Hiperbilirubinemia* adalah keadaan dimana terjadi peningkatan kadar serum bilirubin dalam darah yaitu diatas 5 mg/dL Bilirubin adalah hasil dari produk pemecahan hemoglobin. Dalam dunia medis, ketika konsentrasi *bilirubin* mencapai level tertentu, *bilirubin* tersebut berubah menjadi neurotoxic yaitu racun yang berasal dari sel saraf sehingga dapat menyebabkan kelumpuhan dan kerusakan otak pada bayi. Efektivitas *Phototherapy* digunakan untuk penurunan kadar *bilirubin* pada bayi.[7]

2.2 Cahaya Biru Blue light

Cahaya biru adalah spektrum pada gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 400 – 500 nanometer dan berada dalam spektrum cahaya tampak sehingga dapat dilihat oleh mata manusia. Sumber cahaya biru terdapat pada matahari, lampu LED (Light Emitting Diode) dan lampu flourescant [8]. Adapun spektrum elektromagnetik dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Spektrum Elektromagnetik

Pada Gambar 2.1 menjelaskan tentang spektrum elektromagnetik dengan sinar gamma memiliki daerah energi tertinggi (panjang gelombang terpendek) dan gelombang radio memiliki daerah energi terendah (panjang gelombang terpanjang). Daerah cahaya tampak memiliki panjang gelombang sekitar 400 – 700 nm.

Dalam bidang kesehatan sinar biru berfungsi sebagai terapi sinar biru ini akan mengubah bilirubin menjadi senyawa yang larut dalam air sehingga dapat dikeluarkan dari tubuh bayi. Berapa lama bayi menjalani terapi sinar biru tergantung pada kadar bilirubin, biasanya sekitar 2-4 hari. Bila kadar bilirubin 12- 15 mg/dl, terapi dilakukan selama 2-3 hari. Bila kadarnya mencapai 15-20 mg/dl terapi dilakukan selama 3-4 hari[9].

2.3 Phototherapy Radiometer

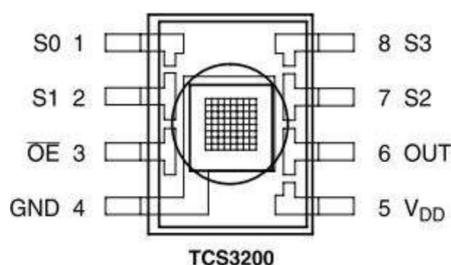
Phototherapy radiometer adalah alat untuk menentukan layak atau tidaknya alat Phototherapy untuk menurunkan kadar bilirubin dalam darah bayi baru lahir yang menderita hiperbilirubin dengan panjang gelombang 425-475 nm. Karena pemberian paparan radiasi cahaya biru mempengaruhi pertumbuhan serta perkembangan bayi, maka Phototherapy harus memberikan dosis radiasi yang efektif dalam pengoperasiannya. Pengukuran nilai panjang gelombang dari lampu sumber *Phototherapy* berguna untuk mengetahui radiasi pengobatan yang terpapar ke permukaan tubuh pasien.[10]

Tidak ada standar untuk alat *Phototherapy* yang diakui, dokter juga mengikuti rekomendasi dari organisasi nasional, misalnya organisasi riset komite *Phototherapy* nasional. Hal ini sangat penting untuk mengukur daya spektral biru yang dipancarkan oleh lampu *Phototherapy* untuk mengoptimalkan pengobatan *hiperbilirubinemia*, mengukur daya keluaran lampu, memantau iradiasi dan dosis yang diberikan ke bayi yang baru lahir, menentukan umur efektivitas lampu, mengganti lampu *Phototherapy* jika keluaran radiasi cahaya biru sudah tidak sesuai.[10]

2.4 Sensor Warna TCS3200

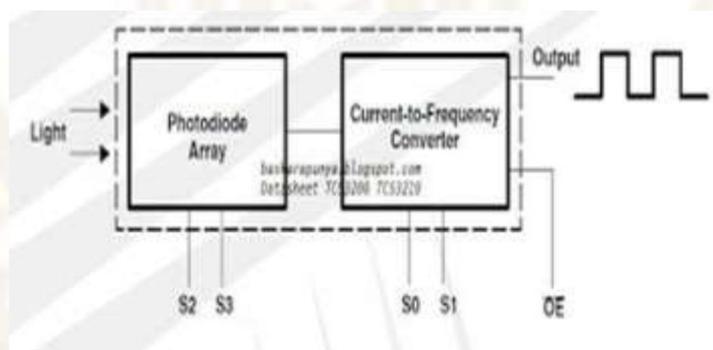
Sensor warna TCS3200 adalah sensor pendeteksi warna cahaya ke nilai frekuensi. Ada dua komponen pembentuk utama sensor ini yaitu photodiode dan pengkonversi arus ke frekuensi. Keluaran dari sensor ini berupa output digital yang berbentuk pulsa – pulsa hasil dari pembacaan warna RGB (Red Green Blue). Sensor TCS3200 dalam prinsip saat

merubah warna cahaya ke frekuensi dilakukan secara serentak dengan cara memfilter pada tiap – tiap warna dasar yaitu membaca 8 foto array photodiode 8 x 8. Terdapat 16 photodiode filter biru, 16 photodiode filter hijau, 16 photodiode filter merah, dan 16 photodiode tanpa filter. Untuk itu diperlukan sebuah pengaturan atau pemrograman untuk memfilter tiap-tiap warna tersebut seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Skema Pin Sensor TCS3200.

Pada Gambar 2.2 dapat dijelaskan bahwa kaki 1 dan kaki 2 berfungsi sebagai saklar pemilih pada frekuensi *output* skala tinggi, kaki 3 adalah *Output Enable* yaitu *input* untuk frekuensi *ouput* skala rendah, kaki 4 berfungsi sebagai *ground*, kaki 5 berfungsi sebagai *supply* tegangan, kaki 6 berfungsi sebagai *output* frekuensi, kaki 7 dan kaki 8 berfungsi sebagai saklar pemilih 4 kelompok *photodiode*[11]. Berikut adalah komponen utama yang terdapat pada sensor TCS3200 seperti pada Gambar 2.3.



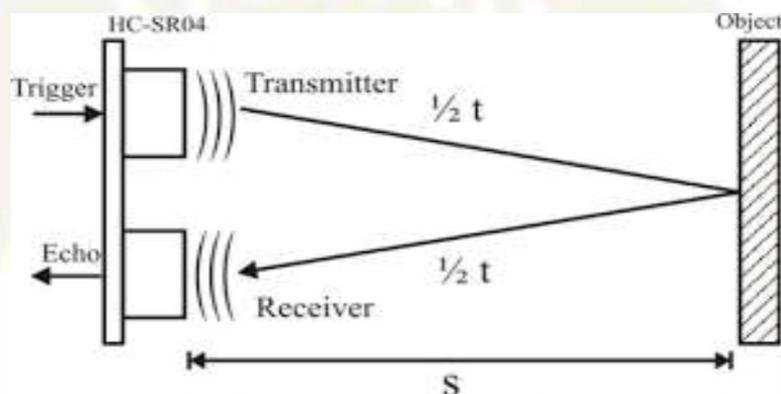
Gambar 2. 3 Blok Diagram Fungsional Sensor TCS320

Pada Gambar 2.3 dapat dijelaskan bahwa sensor TCS3200 memiliki blok diagram fungsional seperti pada dimana pada sensor TCS3200 terdapat 2 komponen utama, yaitu blok photodiode array (kaki S2 dan S3) dan pengkonversi arus ke frekuensi (kaki S0 dan S1)[11].

2.5 Sensor Jarak HC-SR04

HC-SR04 merupakan sensor pengukur jarak yang menggunakan ultrasonik. Sensor ultrasonik terdiri dari dari unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan

penerima sangat sederhana, sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal piezoelectric akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan, dan ini disebut dengan efek piezoelectric. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara dan pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu, dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima [12]. Adapun prinsip kerja dari sensor jarak dapat dilihat pada Gambar 2.4

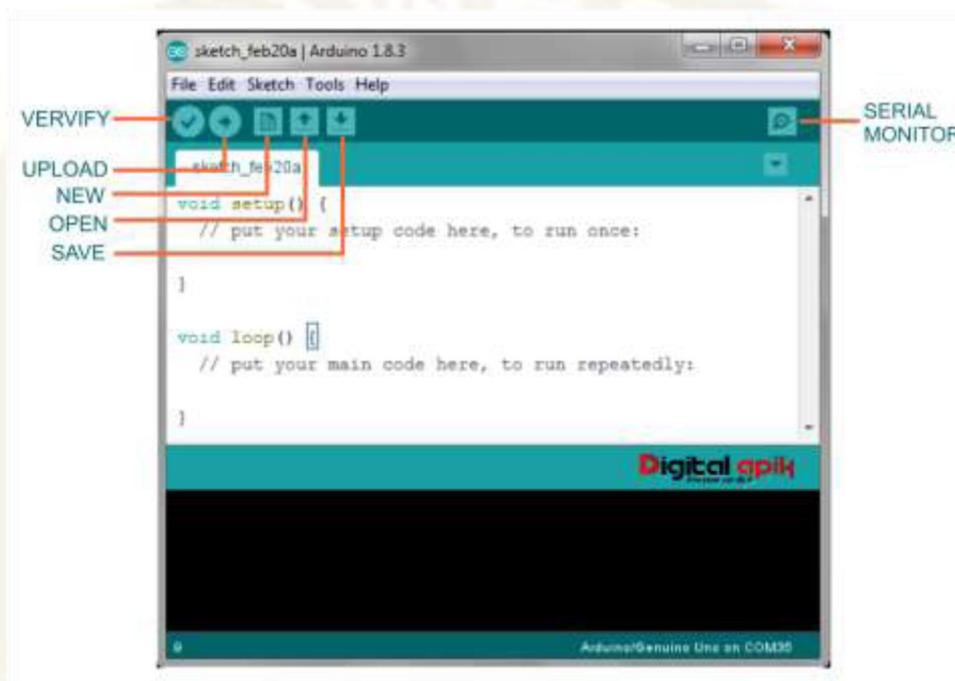


Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Sensor Jarak HC-SR04

Pada Gambar 2.4 dapat dijelaskan bahwa prinsip kerja dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut. *Pin* yang digunakan sebagai jalur data sensor dijadikan *output*. Mikrokontroler memberikan pulsa *trigger* (pulsa *high* dengan t_{out} selama 2 μs sampai 5 μs). Kemudian setelah memberikan *trigger*, *pin* tersebut dijadikan *input*. Sensor memancarkan gelombang ultrasonik sebesar 40 KHz selama 200 μs . Gelombang ultrasonik ini akan merambat diudara dengan kecepatan 344.424 m/detik atau 1 cm setiap 29.034 μs . Gelombang tersebut akan mengenai objek kemudian terpantul kembali ke sensor. Selama menunggu pantulan, sensor akan menghasilkan sebuah pulsa (*high*). Pulsa ini akan berhenti (*low*) ketika gelombang suara pantulan terdeteksi oleh sensor. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus $S = 340.t/2$, dimana S merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan t adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima *receiver*. Sinyal yang diterima oleh rangkaian *receiver* dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap benda.[13]

2.6 Arduino Software IDE

Aplikasi Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah aplikasi yang berguna sebagai text editor untuk membuat, membuka, mengedit, dan juga memvalidasi kode serta untuk di upload ke board Arduino. Program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah “sketch” yaitu file source code arduino dengan ekstensi .ino. Berikut ini adalah bagian-bagian dari aplikasi Arduino seperti pada Gambar 2.5 :

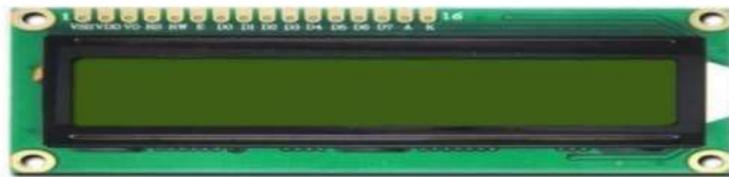


Gambar 2. 5 Bagian-Bagian dari Aplikasi Arduino IDE.

Pada Gambar 2.5 dapat dijelaskan bahwa bagian-bagian aplikasi Arduino IDE. *Verify* pada versi sebelumnya dikenal dengan istilah *compile*. Sebelum aplikasi diunggah ke papan Arduino, program harus diperiksa terlebih dahulu pada sketsa yang dibuat. Jika ada kesalahan pada sketsa, akan muncul *error*. Proses *verify/compile* adalah proses mengubah sketsa ke kode biner untuk diunggah ke mikrokontroler. *Upload* berfungsi untuk menunggah sketsa ke papan Arduino. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memeriksa *source* code saja. *New Sketch* berfungsi untuk membuka lembar kerja baru dan membuat *sketch* baru. *Open Sketch* berfungsi untuk membuka sketsa yang sudah pernah dibuat. *Sketch* yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi *file .ino*. *Save Sketch* menyimpan sketsa, tetapi tidak disertai dengan pembacaan program tiap baris. *Serial Monitor* berfungsi untuk membuka *interface* untuk komunikasi serial. Keterangan pada aplikasi akan muncul di sini, misal “*Compiling*” dan “*Done Uploading*”

ketika verifikasi dan unggah sketsa ke papan Arduino. *Consol log* adalah pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang sketsa. Misal, ketika aplikasi memverifikasi atau ketika ada kesalahan pada sketsa maka informasi *error* dan baris akan diinformasikan di bagian ini. *Sketch Line* adalah untuk menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada sketsa. *Board information* dan *port* adalah bagian yang menginformasikan kaki yang dipakai oleh *board* Arduino.

2.7 LCD Karakter 2X16



Gambar 2. 6 LCD 2X16

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan komponen *display* yang dapat menampilkan berbagai macam karakter, seperti angka, huruf dan simbol. LCD memiliki beberapa ukuran sesuai dengan jumlah karakternya berdasarkan baris dan kolom. LCD karakter 2x16 artinya pada *display* ini memiliki 16 kolom karakter sebanyak 2 baris.[14] Adapun fungsi *pin* pada LCD dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Fungsi Pin Pada LCD 2x16.

PIN	Nama	Fungsi
1	VSS	<i>Ground voltage</i>
2	VCC	+5V
3	VEE	<i>Contrast voltage</i>
4	RS	<i>Register Select</i> 0 = <i>Instruction Register</i> 1 = <i>Data Register</i>
5	R/W	<i>Read/ Write, to choose write or read mode</i> 0 = <i>write mode</i> 1 = <i>read mode</i>
6	E	<i>Enable</i> 0 = <i>start to latch data to LCD character</i> 1 = <i>disable</i>
7	DB0	LSB
8	DB1 – DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	<i>Back Plane Light</i>
16	GND	<i>Ground voltage</i>

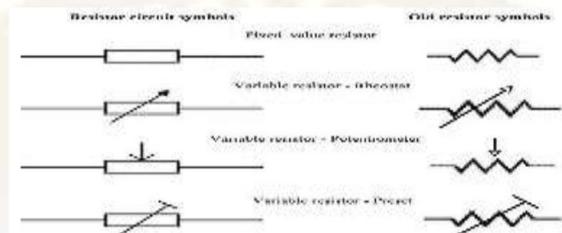
Pada Tabel 2.1 menjelaskan fungsi setiap pin pada LCD. VCC sebagai *supply* 5V DC, Vss sebagai *ground*, dan VEE untuk mengatur kontras pada LCD. Jalur EN dinamakan *Enable*. Jalur ini digunakan untuk memberitahu LCD bahwa anda Mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika low “0” dan *setting* pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, *setting* EN dengan logika “1” dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan datasheet dari LCD tersebut) dan berikutnya set EN ke logika low “0” lagi. Jalur RS (*Register Select*), ketika RS berlogika *low* “0”, data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti *clear screen*, posisi kursor, dan lain-lain). Ketika RS berlogika *high* “1”, data yang dikirim adalah data *text* yang akan ditampilkan pada display LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf “T” pada layar LCD maka RS harus mengatur logika *high* “1”. Jalur RW (*Read/ Write*). Ketika RW berlogika *low* (0), maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika *high* “1”, maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika *low* “0”. Jalur D0 sampai dengan D7 adalah pin data 8 *bit* yang digunakan untuk mengirimkan informasi ke LCD atau membaca isi dari LCD.

2.8 Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian elektronika. Sebagaimana fungsi resistor yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif. Satuan atau nilai resistansi suatu resistor di sebut Ohm dan dilambangkan dengan simbol Omega (Ω). Sesuai hukum Ohm bahwa resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Selain nilai resistansinya (Ohm) resistor juga memiliki nilai yang lain seperti nilai toleransi dan kapasitas daya yang mampu dilewatkannya. Semua nilai yang berkaitan dengan resistor tersebut penting untuk diketahui dalam perancangan suatu rangkaian elektronika oleh karena itu pabrikan resistor selalu mencantumkan dalam kemasan resistor tersebut.

2.8.1 Simbol Resistor

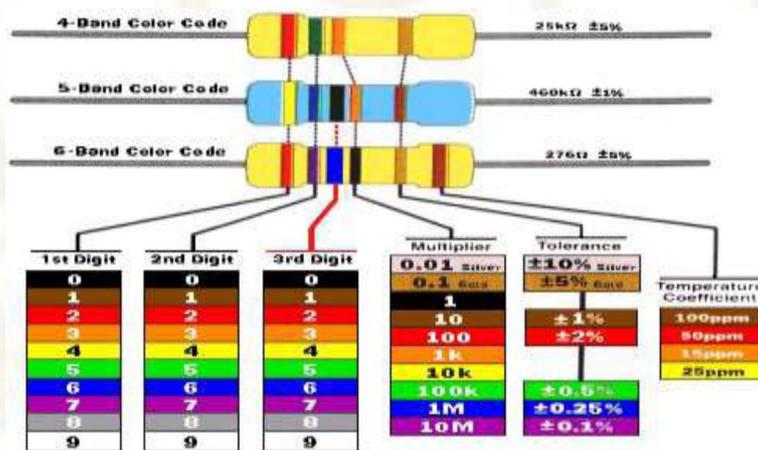
Berikut adalah simbol resistor dalam bentuk gambar yang sering digunakan dalam suatu desain rangkaian elektronika. Resistor dalam suatu teori dan penulisan formula yang berhubungan dengan resistor disimbolkan dengan huruf "R". Kemudian pada desain skema elektronika resistor tetap disimbolkan dengan huruf "R", resistor variabel disimbolkan dengan huruf "VR" dan untuk resistor jenis potensiometer ada yang disimbolkan dengan huruf "VR" dan "POT".



Gambar 2. 7 Simbol Resistor

2.8.2 Kode Warna

Resistor Cincin warna yang terdapat pada resistor terdiri dari 4 ring 5 dan 6 ring warna. Dari cincin warna yang terdapat dari suatu resistor tersebut memiliki arti dan nilai dimana nilai resistansi resistor dengan kode warna yaitu :



Gambar 2. 8 Gelang Warna Pada Resistor

a. Resistor dengan 4 cincin kode warna

Maka cincin ke 1 dan ke 2 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke 3 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warna ke 4 menunjukkan nilai toleransi resistor.

b. Resistor dengan 5 cincin kode warna

Maka cincin ke 1, ke 2 dan ke 3 merupakan digit angka, dan cincin kode warna ke 4 merupakan faktor pengali kemudian cincin kode warna ke 5 menunjukkan nilai toleransi resistor.

c. Resistor dengan 6 cincin warna

Resistor dengan 6 cincin warna pada prinsipnya sama dengan resistor dengan 5 cincin warna dalam menentukan nilai resistansinya. Cincin ke 6 menentukan koefisien temperatur yaitu temperatur maksimum yang diijinkan untuk resistor tersebut.

2.8.3 Perhitungan Rangkaian Seri Resistor

Rangkaian seri resistor adalah sebuah rangkaian yang terdiri dari 2 buah atau lebih resistor yang disusun secara sejajar atau berbentuk seri. Dengan Rangkaian seri ini kita bisa mendapatkan nilai resistor pengganti yang kita inginkan.

Rumus dari Rangkaian Seri Resistor adalah :

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

R_{total} = Total Nilai Resistor

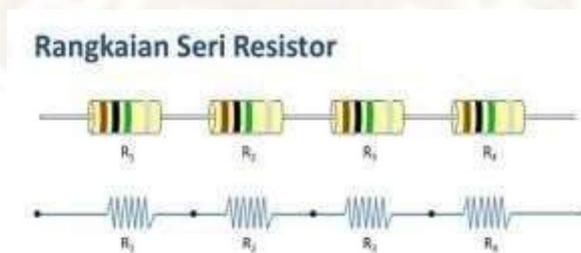
R_1 = Resistor ke – 1

R_2 = Resistor ke – 2

R_3 = Resistor ke – 3

R_n = Resistor ke – n

Berikut ini adalah gambar bentuk Rangkaian Seri :



Gambar 2. 9. Rangkaian Seri Resistor

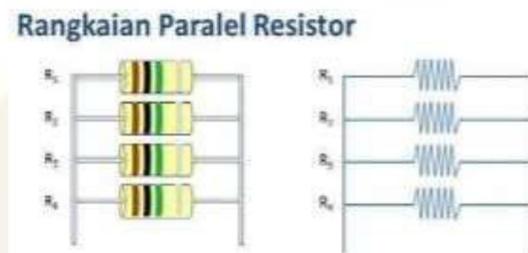
Rumus:

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \dots \dots \dots (2.2)$$

2.8.4 Perhitungan Rangkaian Paralel Resistor

Rangkaian paralel resistor adalah sebuah rangkaian yang terdiri dari 2 buah atau lebih resistor yang disusun secara berderet atau berbentuk paralel. Sama seperti dengan Rangkaian seri, rangkaian paralel juga dapat digunakan untuk mendapatkan nilai hambatan pengganti. Perhitungan rangkaian paralel sedikit lebih rumit dari rangkaian seri.

Berikut ini adalah gambar bentuk Rangkaian Paralel :



Gambar 2. 10 Rangkaian Paralel Resistor

Rumus :

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

R_{total} = Total Nilai Resistor

R_1 = Resistor ke-1

R_2 = Resistor ke-2

R_3 = Resistor ke-3

R_n = Resistor ke-n

2.9 Baterai

Baterai Lithium Polimer atau biasa disebut dengan LiPo adalah salah satu jenis baterai yang sering digunakan dalam dunia RC. Baterai ini merupakan Baterai tercanggih dan paling maju dalam dunia Baterai saat ini. Keunggulan utamanya adalah Ratio Power to Weight nya yang memungkinkan baterai dicetak sesuai dengan keinginan. Baterai Lipo didasarkan pada Lithium Polymer kimia yang memungkinkan baterai ini memiliki kepadatan energi yang sangat tinggi dibandingkan dengan jenis lain dari baterai. Sebuah baterai dengan kepadatan energi yang lebih tinggi akan mampu menahan lebih banyak energi dibandingkan dengan baterai lain dari berat yang sama, itu sebabnya baterai Lipo biasanya digunakan untuk RC pesawat dan drone

Baterai LiPo tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion.

Dengan metode ini baterai LiPo dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Diluar dari kelebihan arsitektur baterai LiPo, terdapat juga kekurangan-nya, yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan penurunan pada charging dan discharging rate.



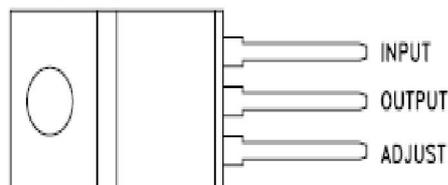
Gambar 2. 11 Baterai LiPo

2.10 IC Regulator

IC regulator atau IC voltage regulator adalah sebuah komponen yang banyak dipakai pada rangkaian elektronika. Dikatakan sebagai IC atau Integrated Circuit karena voltage regulator ini tersusun dari puluhan bahkan ratusan transistor, kapasitor, dioda dan resistor yang saling berintegrasi sehingga membentuk komponen IC regulator. IC regulator mempunyai fungsi untuk menurunkan tegangan pada level tertentu (sesuai dengan nilai pada IC regulator), sehingga seolah - olah IC regulator ini menahan tegangan pada nilai tegangan tertentu secara otomatis.

2.10.1 Jenis IC Regulator

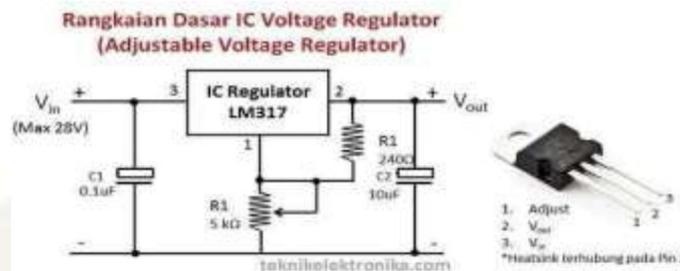
Adjustable Voltage Regulator Adjustable voltage regulator adalah jenis pengatur tegangan yang nilai tegangan output nya dapat diubah - ubah. IC regulator jenis ini mempunyai range tegangan output yang dapat dihasilkan



Gambar 2. 12 IC Regulator Adjustable

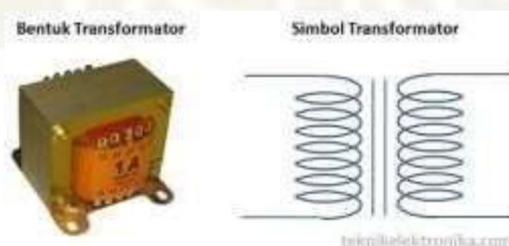
Sama seperti fixed voltage regulator, adjustable voltage regulator juga memiliki 2 tipe yaitu adjustable voltage regulator positif dan adjustable voltage regulator negatif. Contoh dari adjustable voltage regulator positif yaitu IC LM317 dengan range tegangan output 1,2V sampai dengan 37 V.

Gambar 2. 13 Rangkaian Dasar IC LM317



Regulator tegangan variabel merupakan rangkaian regulator yang memiliki tegangan output dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan. Rangkaian regulator tegangan variabel pada saat ini telah tersedia dalam bentuk chip IC regulator tegangan variabel 3 pin. Salah satu contoh regulator tegangan variabel adalah IC LM317. IC LM317 merupakan chip IC regulator tegangan variable untuk tegangan DC positif. Untuk membuat power supply dengan tegangan output variabel dapat dibuat dengan sederhana apabila menggunakan IC regulator LM317. Rangkaian internal LM317 Fungsi bagian pada regulator tegangan positif LM317 Voltage Reference adalah jalur atau bagian yang berfungsi memberikan tegangan referensi kontrol tegangan output pada regulator LM317. Input tegangan referensi diambil dari rangkaian pembagi tegangan variabel R1 36 dan R2 pada rangkaian. IC regulator tegangan variabel LM317 memiliki kemampuan mengalirkan arus maksimum sebesar 1,5 Ampere dan mampu memberikan tegangan output variabel dari 1,2 volt DC sampai dengan 37 volt DC.

2.11 Transformator



Gambar 2. 14 Transformator

2.11.1 Pengertian Transformator

Transformator atau sering disebut dengan istilah trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Maksud dari perubahan taraf tersebut diantaranya seperti untuk menurunkan tegangan AC dari 220VAC ke 12 VAC ataupun menaikkan tegangan dari 110VAC ke 220 VAC.

Transformator atau trafo ini bekerja mengikuti prinsip induksi elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC).

2.11.2 Fungsi Transformator

- Distribusi dan Transmisi Listrik

Seperti yang kita ketahui bahwa jarak antara pembangkit listrik dengan beban listrik yang digunakan oleh pelanggan relatif terlalu jauh. Sehingga akan terjadinya *drop* tegangan.

Untuk itu kita harus menaikkan tegangan sebelum distribusi dan transmisi listrik jarak jauh agar drop tegangan tidak terlalu besar serta lebih murah karena kabel yang digunakan lebih kecil (semakin besar tegangan besar maka arus semakin kecil sesuai dengan hukum kekekalan energi).

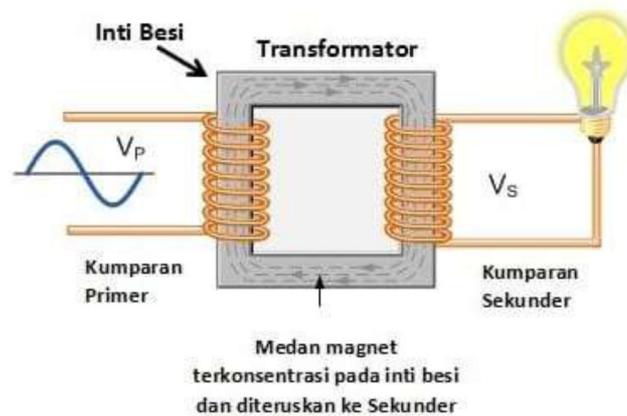
- Rangkaian Kontrol

Pada peralatan elektronik seperti komputer, *charger* dan berbagai macam peralatan lainnya, transformator sering kali digunakan untuk menurunkan tegangan agar dapat digunakan pada tegangan kontrol (5 Volt, 12 Volt, 16 Volt). Begitu juga rangkaian kontrol motor pada pabrik, trafo dipakai untuk *mengenergize* dan *mengdienergize* kontaktor yang dipakai untuk menghidupkan dan mematikan motor induksi.

- Rangkaian Pengatur Frekuensi

Dalam dunia radio frekuensi, transformator juga sering kali digunakan untuk mengatur besaran frekuensi yang dihasilkan. Hanya saja bentuk dan dimensinya jauh lebih kecil di bandingkan trafo yang sering kali digunakan pada rangkaian kontrol apalagi transformator atau trafo transmisi listrik.

2.11.3 Prinsip Kerja



Gambar 2. 15 Prinsip Kerja Transformator

Pada sebuah Trafo yang sederhana pada dasarnya terdiri dari dua lilitan atau kumparan kawat yang terisolasi yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Kebanyakan transformator, kumparan kawat terisolasi ini dililitkan pada sebuah besi yang dinamakan inti besi (Core).

Ketika kumparan primer dialiri arus AC (bolak-balik) maka akan menyebabkan medan magnet atau fluks magnetik disekitarnya. Kekuatan medan magnet (densitas fluks magnet) tersebut di pengaruhi pada besarnya arus listrik yang dialirinya.

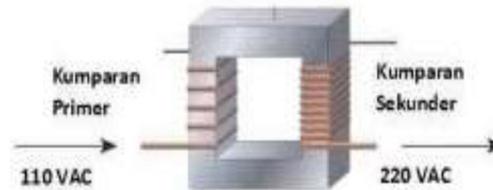
Semakin besar arus listriknya maka semakin besar pula medan magnetnya. Fluktuasi medan magnet yang terjadi pada kumparan pertama (primer) akan menginduksi GGL (Gaya Gerak Listrik) dalam kumparan kedua (sekunder) dan akan terjadi pelimpahan daya pada kumparan primer ke kumparan sekunder.

Maka, terjadilah perubahan taraf tegangan listrik ini baik dari tegangan rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi maupun dari tegangan tinggi menjadi tegangan yang rendah.

Sedangkan inti besi pada transformator atau trafo pada umumnya ialah kumpulan lempengan-lempengan besi tipis yang terisolasi dan ditempel berlapis-lapis dengan gunanya untuk mempermudah jalannya Fluks Magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik kumparan dan untuk mengurangi suhu panas yang sering ditimbulkan.

2.11.4 Jenis-jenis trafo

- Transformator *Step-Up*

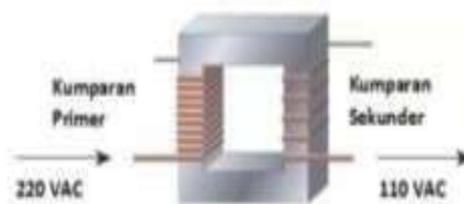


Gambar 2. 16 Transformator Step-Up

Transformator *Step-Up* berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik bolak-balik (AC).

Ciri-ciri transformator *step-up* :

1. $N_s > N_p$ (jumlah lilitan sekunder lebih banyak dibandingkan jumlah lilitan primer).
 2. $V_s > V_p$ (tegangan sekunder lebih tinggi dari pada tegangan primer).
 3. $I_s < I_p$ (Kuat arus listrik sekunder lebih kecil daripada kuat arus primer).
- Transformator *Step-Down*



Gambar 2. 17 Transformator *Step-Down*

Transformator *step-down* berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik bolak-balik (AC).

Ciri-ciri transformator *step-down* :

1. $N_s < N_p$ (jumlah lilitan sekunder lebih sedikit dibandingkan jumlah lilitan primer).
2. $V_s < V_p$ (tegangan sekunder lebih rendah daripada tegangan primer).
3. $I_s > I_p$ (Kuat arus listrik sekunder lebih besar daripada kuat arus primer).

2.11.5 Rumus Transformator

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

N_p = Jumlah lilitan (kumparan) primer

N_s = Jumlah lilitan (kumparan) sekunder

V_p = Tegangan pada kumparan primer (masukkan)

V_s = Tegangan pada kumparan sekunder (keluaran)

I_p = Arus pada kumparan primer

I_s = Arus pada kumparan sekunder Rumus Efisiensi Trafo

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\eta = \frac{V_s \cdot I_s}{V_p \cdot I_p} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

η = Efisiensi

P_s = Daya listrik sekunder (Watt)

P_p = Daya listrik primer (Watt)

Efisiensi transformator merupakan perbandingan antara daya primer (masukan) dengan daya sekunder (keluaran). Simbol efisiensi trafo disebut “*eta*”. Ketika trafo sedang bekerja maka akan menimbulkan panas. Jika terjadi panas, maka ada energi yang hilang kemudian menjadi energi kalor atau panas. Dalam kehidupan sehari-hari, sangat jarang trafo yang memiliki efisiensi 100%.

2.12 Saklar On/Off

Suatu komponen atau perangkat yang di gunakan untuk memutuskan atau menghubungkan aliran listrik, saklar yang bahasa inggris di sebutkan dengan switch ini merupakan salah satu komponen yang paling sering di gunakan hampir semua peralatan elektronika dan listrik memerlukan saklar untuk menghidupkan atau mematikan alat listrik yang di gunakan.



Gambar 2. 18 Saklar ON/OFF

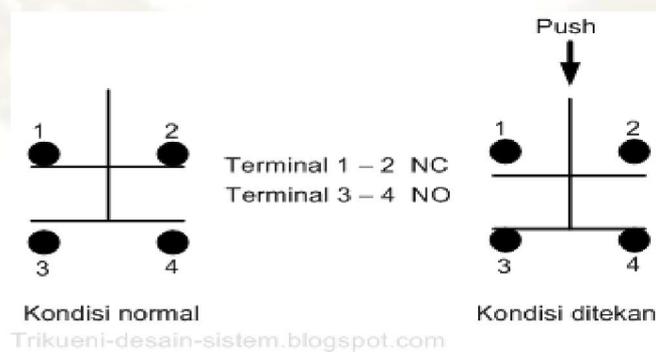
2.13 Push Button

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 2. 19 Push Button

Sebagai device penghubung atau pemutus, push button switch hanya memiliki 2 kondisi, yaitu On dan Off (1 dan 0). Istilah On dan Off ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi On dan Off. Karena sistem kerjanya yang unlock dan langsung berhubungan dengan operator, push button switch menjadi device paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti push button switch atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian On dan Off.

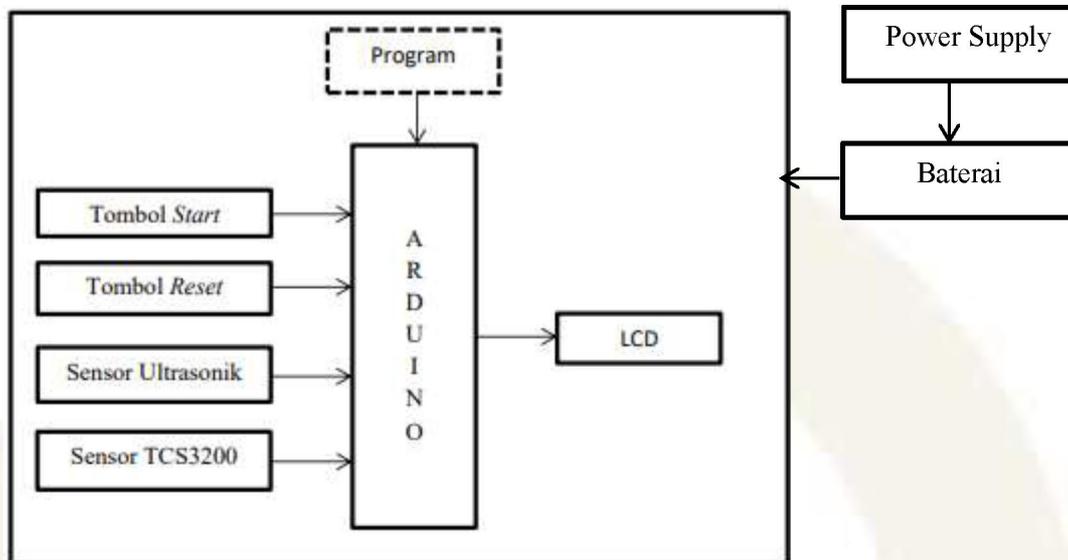


Gambar 2. 20 Prinsip kerja Push Button

BAB III

PERANCANGAN ALAT

3.1 Blok Diagram



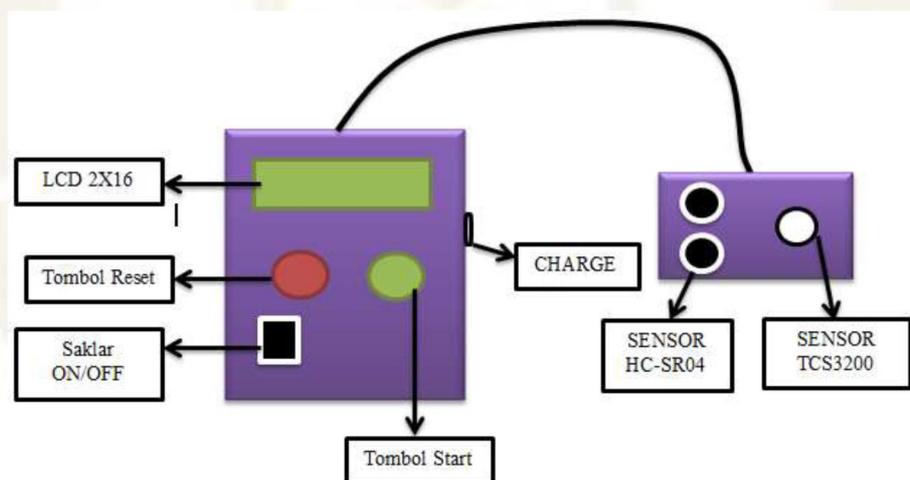
Gambar 3. 1 Blok Diagram

Keterangan :

1. Power Supply Berfungsi untuk mengisi tegangan pada batrai
2. Program Berfungsi untuk mengatur kinerja alat
3. Sensor TCS3200 Berfungsi untu menangkap nilai iradiasi blue light pada lampu fototerapi.
4. Sensor HC-SR04 Untuk mengukur jarak lampu secara otomatis pada saat kalibrasi. LCD 2X16 Reset Start Power Probe Input Charger Baterai Sensor TCS3200 Sensor HC-SR04.
5. LCD 2x16 Display untuk menampilkan hasil pengukuran berupa angka, huruf dan simbol.
6. Baterai yang berfungsi Mensupply tegangan pada keseluruhan alat
7. Tombol Reset yang berfungsi untuk mengembalikan ke kondisi awal.
8. Tombol Start yang berfungsi pada saat memulai proses pengukuran.
9. Arduino berfungsi mengolah data dan mengontrol alat.

Cara kerja diagram blok sistem pada Gambar 3.1 adalah ketika tombol power dihidupkan atau on dan lampu indicator baterai akan menyala, maka supply dari baterai 5V DC akan memberikan tegangan ke seluruh rangkaian. Sensor ultrasound HC-SR04 akan bekerja untuk memberikan sinyal kepada penampang lampu fototerapi berupa gelombang bunyi dan dipantulkan kembali oleh obyek tersebut. Gelombang pantulan akan ditangkap kembali oleh sensor ultrasound HC-SR04. Hasil deteksi dari sensor jarak tersebut akan diproses pada mikrokontroler. Selanjutnya sensor TCS3200 akan menangkap cahaya biru pada lampu fototerapi. Output data dari sensor TCS3200 merupakan data digital yang langsung diumpankan ke mikrokontroler.. Selanjutnya, mikrokontroler akan membaca berapa frekuensi sinar blue light yang diterima. Nilai frekuensi akan dirubah menjadi satuan iradiasi ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) dengan program arduino dan ditamikan pada LCD. Tombol reset digunakan untuk memulai menghapus semua data pada saat pengukuran. Setelah melakukan pengukuran tekan power on/off dalam posisi off agar seluruh rangkaian dalam posisi mati.

3.2 Perencanaan Desain Alat



Gambar 3. 2 Desain Alat

Rumus dari IC adjustable LM317 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 R10 &= R11 \times \left(\frac{V_{out}}{1,25} \right) - 1 \\
 &= 470 \times \left(\frac{7,74}{1,25} \right) - 1 \\
 &= 470 \times 6,19 \\
 &= 2910 \text{ ohm} \\
 &= 3000 \text{ ohm atau } 3K \text{ ohm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= V_{ref} \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) \\
 &= 1,25 \left(1 + \frac{3000}{470} \right) \\
 &= 1,25 (7,3) \\
 &= 9,125 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Baterai yang digunakan adalah Baterai jenis Lithium yang tersusun dari 2 buah cell yang memerlukan tegangan 4,2V untuk pengisian tiap cell nya dari rangkaian power supply. Dioda berfungsi sebagai penyearah agar tidak mengalami tegangan balik, Saat pengisian baterai LED hijau akan menyala dan saat kondisi baterai sudah terisi penuh maka LED hijau akan mati. Ketika tegangan baterai kosong, maka rangkaian charger akan mensuplai daya ke baterai secara langsung dan transistor C945 akan bekerja sehingga menghidupkan LED hijau. Saat tegangan baterai sudah melebihi tegangan zener yaitu 4,2 V maka transistor C945 akan bekerja menjadi saklar tertutup sehingga LED hijau akan mati yang menandakan baterai dalam kondisi full. Rangkaian charger ini digunakan sebagai indikator pemberitahuan kondisi baterai saat pengisian baterai dan saat kondisi baterai sudah terisi penuh yang ditandai dengan nyalanya LED secara bergantian. Ketika tegangan baterai kosong, maka rangkaian charger akan mensuplai daya ke baterai secara langsung dan transistor C945 akan bekerja sehingga menghidupkan LED hijau.

1. Pada saat baterai *full*

$$\begin{aligned}
 ADC &= \left(\frac{4,2v}{5v}\right) 1023 \\
 &= (0,84V \times 1023) \\
 &= 859,3 \text{ (data ADC)} \\
 y &= 0,719 \times \text{data ADC} - 517,98 \\
 &= 0,719 \times 859 - 517,98 \\
 &= 99,641 \\
 &= 100
 \end{aligned}$$

2. Pada saat baterai *low*

$$\begin{aligned}
 ADC &= \left(\frac{3v}{5v}\right) 1023 \\
 &= (0,6 V \times 1023) \\
 &= 613,8 \text{ (data ADC)} \\
 y &= 0,719 \times \text{data ADC} - 517,98 \\
 &= 0,719 \times 736 - 517,98 \\
 &= 11,204 \\
 &= 11 \%
 \end{aligned}$$

Rumus rangkaian pembagi tegangan :

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{in} \\
 &= \frac{10}{10 + 10} \times 8,4 = 4,2V
 \end{aligned}$$

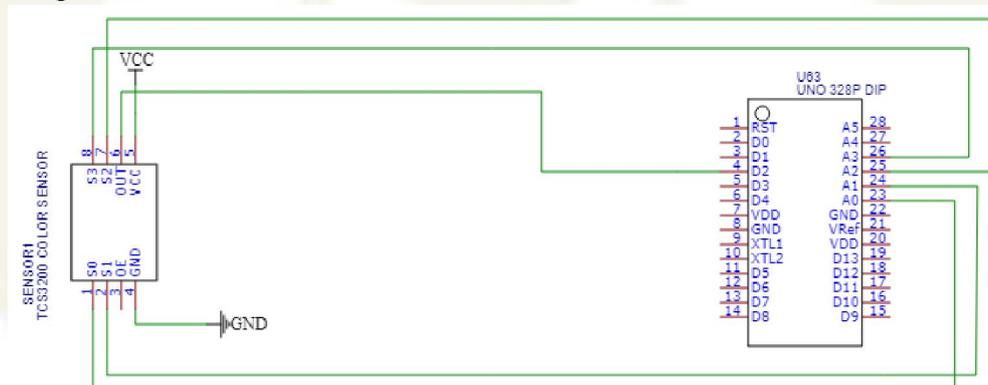
3.3.2 Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada Gambar 3.4 dapat dijelaskan ketika sensor mendapatkan tegangan +5 V maka input sensor (pin trigger) yang dihubungkan pada PD0 mikrokontroler ATmega328 selama 10 us, sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz. Pin trigger disebut juga sebagai sinyal transmitter. Selanjutnya sinyal akan diterima oleh pin echo (pin receiver) yang dihubungkan pada PD1 mikrokontroler ATmega328P untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut. Untuk mendapatkan nilai jarak pada saat penekanan, maka sinyal tersebut diolah oleh mikrokontroler dengan menggunakan software arduino dengan satuan cm.

3.3.3 Rangkaian Sensor Warna TCS3200



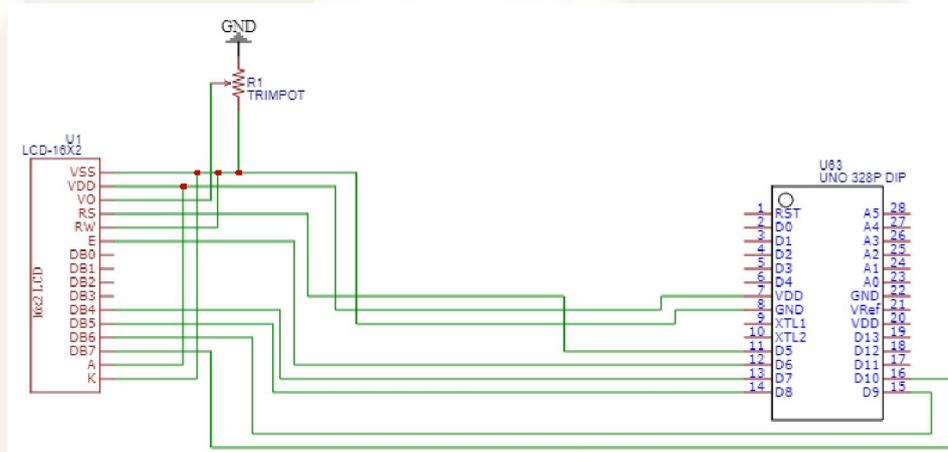
Gambar 3. 5 Rangkaian Sensor warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor pendeteksi warna cahaya ke nilai frekuensi. Ada dua komponen pembentuk utama sensor ini yaitu photodiode dan pengkonversi arus ke frekuensi. Adapun skematik rangkaian sensor TCS3200 yang dihubungkan dengan sistem minimum ATmega328P.

Input sensor TCS3200 dihubungkan pada pin analog ATmega328P. Input sensor pin S2 dihubungkan ke ADC2/PC2 dan pin S3 dihubungkan ke ADC3/PC3. Pin S2 dan S3 berfungsi sebagai pemilih photodiode secara array. Dimana pada saat melakukan pengukuran blue light pada fototerapi. Cahaya biru dari lampu akan ditangkap oleh pin S2

dan S3 untuk pemiihan 4 tipe photodioda yaitu red, green, blue,dan no filter.Kemudian arus yang masuk ke sensor Akan dirubah menjadi bentuk frekuensi oleh pin S0 dan S1. Input sensor S0 dihubungkan ke ADC0/PC0 dan pin S1 dihubungkan ke ADC1/PC1.Output sensor ini sudah berupa output digital sehingga ke pin digital pada ATmega328P. Pin Output sensor dihungkan ke PD2.Setelah output sensor menghasilkan frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya (irradiance) yaitu berupa output digital yang berbetuk pulsa–pulsa hasil dari pembacaan warna RGB. Kemudian sinyal frekuensi tersebut diolah oleh mikokontroller dengan menggunakan softwarearduino untuk diubah menjadi satuan $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

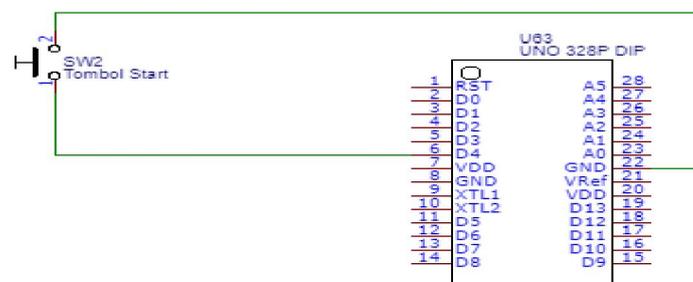
3.3.4 Rangkaian LCD 16X2



Gambar 3. 6 Rangkaian LCD 16X2

Pada perencanaan ini penulis menggunakan *LCD 16X2* karakter sebagai *display*. *LCD* ini berfungsi untuk memudahkan untuk melihat secara *visual* terhadap tampilan hasil pengukuran.

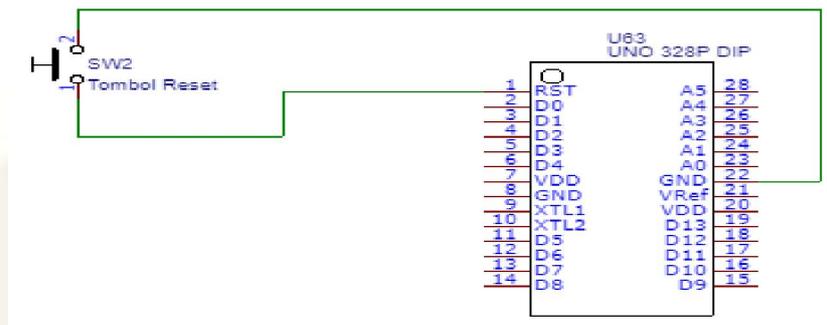
3.3.5 Rangkaian Tombol Start



Gambar 3. 7 Rangkaian Tombol Star

Push Button star adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop (memberhentikan) dan kontak NO akan berfungsi sebagai start (menjalankan) biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industri.

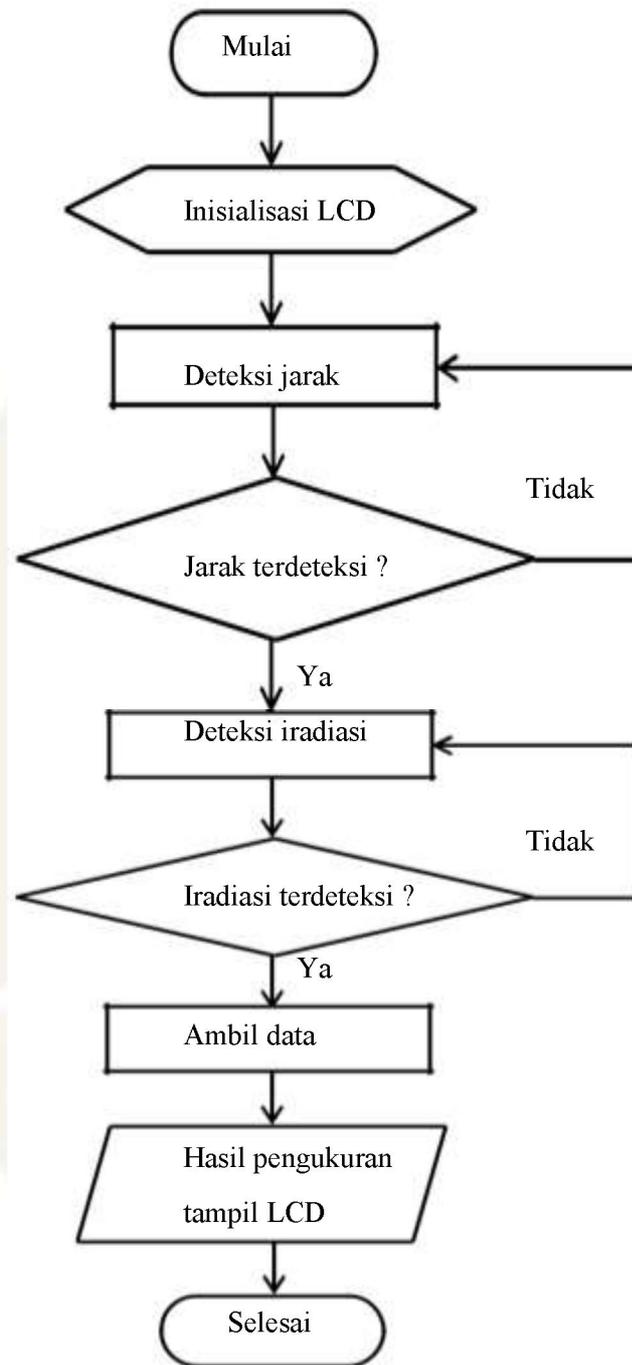
3.3.6 Rangkaian Tombol Reset



Gambar 3. 8 Rangkaian Tombol Reset

Push Button Reset adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop (memberhentikan) dan kontak NO akan berfungsi sebagai start (menjalankan) biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industri.

3.4 Diagram Alir Program



Gambar 3. 9 Diagram Alir

Penjelasan Gambar 3.9 diatas adalah sebagai berikut. Saat alat dinyalakan selanjutnya melakukan proses inialisasi LCD. Kemudian, Sensor jarak akan melakukan persiapan untuk mengukur jarak antara penampang pasien menuju sensor jarak. Sensor jarak akan memancarkan gelombang ultrasonik, lalu akan diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari obyek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan obyek, sehingga didapat jarak sensor dengan obyek yang bisa ditentukan dengan persamaan. Setelah itu *receiver* akan menerima gelombang pantulan dari obyek penampang pasien.

Kemudian saat pengukuran iradiasi cahaya biru pada lampu *phototherapy* ditangkap oleh sensor TCS3200 dan akan diumpankan ke arduino. Pada prinsipnya pembacaan warna pada TCS3200 dilakukan secara bertahap yaitu membaca frek buensi warna dengan cara memfilter pada tiap tiap warna dasar. Frekuensi sinar biru yang ditangkap akan dikonversikan ke iradiasi cahaya.

Nilai hasil output sensor TCS3200 akan di rata-rata pada program untuk menghasilkan keakurasian nilai pembacaan intensitas blue light yang akan ditampilkan pada LCD. Untuk mengakhiri proses pengukuran harus menekan tombol power, maka proses pengukuran akan berakhir.

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENDATAAN

4.1 Pengertian pengukuran

Pendataan adalah suatu pencatatan hasil dari pengukuran pada titik-titik pengukuran yang ditentukan berdasarkan kebutuhan dari pembuatan alat. Titik pengukuran ditentukan berdasarkan kebutuhan untuk membandingkan antara hasil ukur menurut teori terhadap hasil pengukuran.

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

4.2 Persiapan Pengukuran

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

Multimeter Digital

Merek	: Multimeter Digital
Model	: DT-9205A
Buatan	: CHINA
Battery	: 9V

4.3 Metode Pengukuran

Metode yang digunakan yaitu metode pengukuran menggunakan multimeter pada beberapa titik pengukuran. Titik-titik pengukurannya adalah sebagai berikut :

1. Titik Pengukuran (TP1)

Titik pengukuran (TP1) terletak output dioda bridge.

2. Titik Pengukuran (TP2)

Titik Pengukuran (TP2) terletak pada *Output power supply* untuk mensupply tegangan ke mikro

3. Titik Pengukuran (TP3)

Titik Pengukuran (TP3) terletak pada Output sensor baterai masuk ke mikro

4. Titik Pengukuran (TP4)

Titik Pengukuran (TP4) terletak pada kaki Basis Transistor yang terdapat di power supply.

4.4 Hasil Pengukuran

Pengukuran ini dilakukan pada titik pengukuran yang telah penulis tentukan pada Bab III. Hasil pengukuran ini penulis menggunakan multimeter digital pada masing titik yang telah ditentukan sebagai berikut ini:

4.4.1 Pengukuran TP 1

Gambar	Hasil	Keterangan
	13,97V	Output dioda bridge.

4.4.2 Pengukuran TP 2

Gambar	Hasil	Keterangan
	08,01V	<i>Output power supply</i>

4.4.3 Pengukuran TP 3

Gambar	Hasil	Keterangan
	03,93V	Output sensor baterai

4.4.4 Pengukuran TP 4

Gambar	Hasil	Keterangan
	00,61V	kaki Basis Transistor saat baterai full

4.5 Pengukuran Jarak dengan Alat Pembanding Meteran

Hasil pengukuran jarak pada modul penelitian dengan pembanding meteran dengan pengambilan data sebanyak 4 kali. Pengambilan data dilakukan pada jarak 20 cm, 30 cm, 40 cm, dan 50 cm. Hasil rata-rata dari pengambilan data tersebut hampir selalu mendekati nilai pada pembanding meteran. Adapun hasil pengukuran jarak pada modul penelitian dengan pembanding meteran dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Table 4. 1 Hasil Pengukuran Iradiasi *Blue Light*

NO	Gambar	Meteran	Modul KTI
1		20cm	21cm

2		30cm	31cm
3		40cm	41cm
4		50cm	50cm

4.6 Pengukuran Iradiasi dengan Alat Pemanding

Tabel 4.2 merupakan hasil pengukuran iradiasi lampu fototerapi dengan modul penelitian yang di bandingkan dengan alat ILT74CE Hyperbilirubinemia Light Meter/Radiometer dan di lakukan di RS COLOMBIA ASIA.



Gambar 4. 1 Alat ILT74CE Hyperbilirubinemia Light Meter/Radiometer .

Spesifikasi Alat :

- Switchable pembacaan di $\mu\text{W} / \text{cm}^2$ atau $\mu\text{W} / \text{cm}^2 / \text{nm}$ unit optik
- Built-in auto penutup dan terus fitur
- Respon spectral 425-475 nm
- Batre 9 volt dioperasikan
- Kabel detector 3 kaki

Table 4. 2 Hasil Pengukuran Iradiasi *Blue Light*

Pengukuran Ke-	Gambar	ILT74CE($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	Pembacaan Modul ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
1		1149	1190

2		1292	1300
3		848	850
4		732	736
5		572	570

5.2 Analisa Data

Sebagai tolak ukur dari keakuratan fungsional alat dan sebagai bahan pertanggungjawaban atas kebenaran data hasil pengukuran, maka pada bab ini penulis sertakan analisa data pada tiap - tiap titik pengukuran yang ada.

5.2.1 Analisa TP 1

Tp 1 merupakan tegangan yang keluar dari dioda Bridge yang sudah menjadi Tegangan 15 VDC, yang masuk ke rangkain pengisian baterai. Pada titik pengukuran ini nilai yang di hasilkan 13,97V. Dalam perhitungan sebagai berikut:

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

$$PK = \left| \frac{(15 - 13,97)}{(15)} \right| \times 100\%$$

$$PK = 6,87 \%$$

5.2.2 Analisa TP 2

TP 2 merupakan output dari keseluruhan *power supply*, untuk mensupplay tegangan ke mikrokontroller. Keluaran dari rangkaian keseluruhan *power supply* adalah tegangan DC minimal 6V dan maksimal 8,4V. Dalam perhitungan sebagai berikut :

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

$$PK = \left| \frac{(8,4 - 8,01)}{(8,4)} \right| \times 100\%$$

$$PK = 4,64\%$$

5.2.3 Analisa TP 3

TP 3 merupakan output sensor baterai yang masuk ke mikrokontroler. Dalam perhitungan sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{(R2)}{(R1 + R2)} \times V_{in}$$

$$V_{out} = \frac{(10)}{(10 + 10)} \times 8,4$$

$$V_{out}(HT) = 4,2$$

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

$$PK = \left| \frac{(4,2 - 3,93)}{(4,2)} \right| \times 100\%$$

$$PK = 6,4 \%$$

5.3 Analisa Jarak

Sensor Ultrasonik merupakan sensor untuk mengukur jarak pada alat HC-SR04

Maka dilakukan pengukuran agar mengetahui jarak satuan cm pada alat tersebut.

Table 4. 3 Hasil Analisa Jarak

No	Alat Ukur (cm)	Modul HC-SR04 (cm)	Presentase Kesalahan	Akurasi (%)
1	20cm	21cm	5%	95%
2	30cm	31cm	3,3%	96,7%
3	40cm	41cm	2,5%	97,5%
4	50cm	50cm	0%	100%
Rata-Rata			2,7%	97,05%

5.4 Analisa Iradiasi

Table 4. 4 Hasil Analisa Iradiasi

No	ILT74CE (uW/cm ²)	Modul Warna TCS3200 (uW/cm ²)	Presentase Kesalahan (%)	Akurasi (%)
1	1149	1190	3,56%	96,44%
2	1292	1300	0,6%	99,4%
3	848	850	0,2%	99,8%
4	732	736	0,5%	99,5%
5	572	570	0,3%	99,7%
Rata-Rata			1%	99%

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Pada bab ini penulis akan mengambil kesimpulan yang didapat berdasarkan dari dasar teori, perencanaan, pengujian dan hasil pengujian modul alat “*Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi Blue Light pada Phototherapy*”. Kesimpulannya sebagai berikut:

- 1) Setelah dilakukan pengujian pada modul yang dirancang melalui uji fungsi alat, maka hasil yang diperoleh dinyatakan bahwa modul dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan standar operasional prosedur.
- 2) Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi *Blue Light* pada *phototherapy* dapat berkerja dengan baik karena memiliki tingkat keakurasian iradiasi sebesar 99% dengan PK 1% dan pembacaan jarak 97,05% dengan PK 2,7%

6.2 Saran

Dalam penggunaan alat *phototherapy* radiometer disarankan untuk :

1. Memposisikan sensor TCS3200 dengan tepat dibawah lampu blue light.
2. Pada pemakaian sensor dapat menggunakan sensor lain seperti sensor pabrikan yang lebih peka agar pembacaan iradiasi blue light lebih cepat.
3. Penelitian lebih lanjut untuk keakuratan intensitas cahaya blue light, pengambilan data dilakukan pada beberapa macam model alat fototerapi untuk menganalisis keakuratan pengukuran

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. F. Maulida, "PROFESI Volume 10 / September 2013 – Februari 2014," IKTERUS NEONATORUM, vol. 10, no. 26, p. 1, 2014.
- [2] T. Shinta, "Fototerapi Terhadap Kadar Bilirubin Total," Parahyangan-Jawa Barat, 2008.
- [3] F. P. Facchini, "Standardizing the calibration of," J. Pediatr., vol. 77, p. 67, 2001.
- [4] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Peraturan menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2015 Tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan. Indonesia, 2015, p. 4.
- [5] M. P. R. R. Indonesia, Undang-Undang republik Indonesia Nomor 44 tahun 2009 tentang Rumah Sakit. Indonesia, 2009, p. 13.
- [6] A. Abdillah, "Rancang Bangun Phototherapy Radiometer Menggunakan Sensor TCS3200," Poltekkes Kemenkes Surabaya, 2016.
- [7] C. O. P. I. T. NEWBORN, "Final_Report_of_the_Committee_on_Phototh.pdf," Natl. Acad. Sci., vol. 74-7911-, pp. 1–41, 1974.
- [8] T. W. Leung, R. W. H. Li, and C. S. Kee, "Blue-light filtering spectacle lenses: Optical and clinical performances," PLoS One, vol. 12, no. 1, pp. 1– 15, 2017.
- [9] R. A. Koestoer, "Fototerapi untuk Bayi Kuning," 2013. [Online]. Available: <https://koestoer.wordpress.com/pengabdian-masyarakat/fototerapi-untuk-bayi-kuning/> [Accessed: 24-Jun-2021].
- [10] Dale Technology Service Department, DALE40 Phototherapy Radiometer Operating Manual.
- [11] F. B. Diagram, PROGRAMMABLE COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER Texas Advanced Optoelectronic Solutions Inc . PROGRAMMABLE, no. 972. 2004, pp. 1–10.
- [12] S. Hani, "Sensor Ultrasonik SRF05 sebagai Memantau Kecepatan Kendaraan Bermotor," J. Teknol., vol. 3, no. 2, pp. 120–128, 2010.
- [13] Y. K. Mahfuzah, "No Title," Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016.
- [14] P. Phoo, "Rangkaian LCD 2x16 Lengkap Dengan Program Arduino," 2013. [Online]. Available: <http://roboticbasics.blogspot.co.id/p/about-us.html> .[Accessed: 24-jun-2021].
- [15] "Resistor," [Online]. Available: <http://zoniaelektro.net/resistor-karakteristik-nilai-dan-fungsinya/> [Diakses 9 mei 2020].
- [16] "Prinsip kerja trafo,": [Online]. Available <https://teknikelektronika.com/pengertian-transformator-prinsip-kerja-trafo/> [Diakses 15 mei 2020].
- [17] "Kapasitor,": [Online]. Available} <https://www.gurupendidikan.co.id/pengertian-kapasitor/> [Diakses 2 juni 2020].

LAMPIRAN

Listing Program

```
#include <LiquidCrystal.h>
```

```
LiquidCrystal lcd(5, 6, 7, 8, 9, 10);
```

```
//RS,E,D4,D5,D6,D7
```

```
// TCS230 or TCS3200 pins wiring to Arduino
```

```
#define S0 A0
```

```
#define S1 A1
```

```
#define S2 A2
```

```
#define S3 A3
```

```
#define sensorOut 2
```

```
//tombol START
```

```
#define tombol 4
```

```
//sensor jarak
```

```
#define triger 1
```

```
#define echo 0
```

```
#define BAT A4
```

```
int blueFrequency=0;
```

```
int uw;
```

```
//jarak
```

```
int mydistance;
```

```
float rawV;

float batC;

//int batC//

//int graph;;

void setup()
{
  // Setting the outputs
  pinMode(S0, OUTPUT);
  pinMode(S1, OUTPUT);
  pinMode(S2, OUTPUT);
  pinMode(S3, OUTPUT);

  // Setting the sensorOut as an input
  pinMode(sensorOut, INPUT);
  pinMode(tombol, INPUT_PULLUP);
  pinMode(echo, INPUT_PULLUP);
  pinMode(triger, OUTPUT);

  // Setting frequency scaling to 20%

  digitalWrite(S0,HIGH);

  digitalWrite(S1,LOW);
```

```
lcd.begin(16, 2);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("RADIOMETER");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("UKUR BLUE LIGHT");

delay(1000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("FADHLIKA BAGUS A K");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("1804030");

delay(800);

}

void loop()

{

while(1)

{

lcd.clear();
```

```
lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("MULAI PENGUKURAN");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("TEKAN START ");

if(digitalRead(tombol)==LOW)break;

delay (100);

}

lcd.clear();

delay(200);

while(1)

{

int jarak=read_ultra();

rawV=analogRead(4);

batC=(rawV*5)/1024;

if(blueFrequency <= 3)

{

uw=1;

}

}
```

```
else if(blueFrequency ==3)
{
uw=1998*(blueFrequency)-3995;
}
else if(blueFrequency >= 3 && blueFrequency <= 4)
{
uw=-149*(blueFrequency)+2446;
}
else if(blueFrequency >= 4 && blueFrequency <= 5)
{
uw=-531*(blueFrequency)+3974;
}
else if(blueFrequency >= 5 && blueFrequency <= 6)
{
uw=-19*(blueFrequency)+1414;
}
else if(blueFrequency >= 6 && blueFrequency <= 7)
{
uw=-110*(blueFrequency)+1960;
}
else if(blueFrequency >=7 && blueFrequency<=10)
```

```
{  
  
uw=-146*(blueFrequency)+2310;  
  
}  
  
else if (blueFrequency>=10&&blueFrequency<=13)  
  
{  
  
uw=-56.667*(blueFrequency)+1416.7;  
  
}  
  
else if (blueFrequency>=13&&blueFrequency<=15)  
  
{  
  
uw=-50*(blueFrequency)+1320;  
  
}  
  
else if (blueFrequency>=15&&blueFrequency<=17)  
  
{  
  
uw=-25*(blueFrequency)+945;  
  
}  
  
else if (blueFrequency>=17&&blueFrequency<=20)  
  
{  
  
uw=-15.667*(blueFrequency)+786.33;  
  
}  
  
else if (blueFrequency>=20&&blueFrequency<=23)  
  
{
```

```
uw=-19.333*(blueFrequency)+859.67;
}
else if (blueFrequency>=23&&blueFrequency<=26)
{
uw=-21*(blueFrequency)+898;
}
else if (blueFrequency>=26&&blueFrequency<=30)
{
uw=-12.75*(blueFrequency)+683.5;
}
else if (blueFrequency>=30&&blueFrequency<35)
{
uw=-5.2*(blueFrequency)+457;
}
else if (blueFrequency>=35&&blueFrequency<=40)
{
uw=-7.6*(blueFrequency)+541;
}
else if (blueFrequency>=45&&blueFrequency<=50)
{
uw=-4.4*(blueFrequency)+410;
```

```
}  
  
else if (blueFrequency>=50&&blueFrequency<=55)  
{  
uw=-3.8*(blueFrequency)+380;  
}  
  
else if (blueFrequency>=55&&blueFrequency<=60)  
{  
uw=-3.2*(blueFrequency)+347;  
}  
  
else if (blueFrequency>=65&&blueFrequency<=75)  
{  
uw=-1.7*(blueFrequency)+252.5;  
}  
  
else // (>=75)  
{  
uw=0;  
}  
  
lcd.clear();  
  
lcd.setCursor(0,0);  
  
lcd.print("Jarak :");  
  
lcd.print(jarak);
```

```
lcd.print("CM");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("uW/cm2:");

lcd.print(uw);

//lcd.setCursor(10,1);

//lcd.print("B:");

//lcd.print(blueFrequency);

lcd.setCursor(12,1);

lcd.print(batC);

lcd.setCursor(15,1);

lcd.print("V");

bacabiru_TCS3200();
}}

float read_ultra()
{
float mydistance;

// suara ultrasonik on

digitalWrite(triger, HIGH);

delayMicroseconds(10);
```

```
// suara ultrasonik off

digitalWrite(triger, LOW);

// baca pulsa dan konvert ke cm

mydistance=(float)pulseIn(echo,HIGH)/58;

return mydistance;
}

void bacabiru_TCS3200()
{
unsigned long buf=0;
for(int i=0;i<800;i++)
{
digitalWrite(S2,LOW);
digitalWrite(S3,HIGH);

//delay(10);

// Reading the output frequency

blueFrequency= pulseIn(sensorOut, LOW);

buf+=blueFrequency;

//delay(100);

}

blueFrequency = buf/800;

}
```