

## RANCANG BANGUN MESIN TERAPI ROTASI BLUE LIGHT PADA BAYI SESUAI TABEL AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRIC

Fivit Marwita, Ryan Ramadhan  
Program Studi Teknik Elektro FT - ISTN  
Jl. Moh. Kahfi II Jagakarsa, Jakarta Selatan  
Email: [pipitsalman@istn.ac.id](mailto:pipitsalman@istn.ac.id)  
Email: [ryanramadhan6665333@gmail.com](mailto:ryanramadhan6665333@gmail.com)

### ABSTRAK

Alat terapi blue light untuk bayi yang terdiagnosa ikterus sesuai dengan indikator data pada tabel *American Academy Of Pediatric (AAP)* yang berfungsi untuk memberikan terapi pada bayi ikterus agar lebih baik dan aman pada bayi. Menggunakan sensor Load cell untuk menentukan berat pada bayi agar bisa terdata oleh sistem alat untuk menentukan proses fototerapi pada bayi pada pengukuran data berat bayi dan kadar bilirubin yang di data oleh user. Dimana proses fototerapi dengan memutar lampu blue light 360<sup>0</sup>C untuk mendapatkan proses terapi sempurna dengan menggunakan motor DC untuk memutar lampu blue light selama 12 jam fototerapi pada bayi ikterus. Dalam rancangan alat ini juga digunakan Arduino atmega 2560 dan Wemos D1 (R2) sebagai kontrol dan mengolah data sensor-sensor dan LCD 20x4 untuk menampilkan berbagai macam informasi mengenai siklus kerja alat.

Kata Kunci : Fototerapi, load cell, blue light, Arduino atmega 2560, wemos D1 (R2), LCD 20x4, Arduino IDE

### ABSTRACT

*The Blue light therapy tool for babies diagnosed with jaundice according to the data indicators in the American Academy Of Pediatric (AAP) table that serves to provide therapy to jaundice babies to be better and safer for infants. Using a load cell sensor to determine the weight of the baby so that it can be recorded by a system of tools to determine the process of phototherapy in infants on the measurement of the baby's weight data and bilirubin levels recorded by the user. Where is the process of phototherapy by turning the blue light 3600C to get the perfect therapy process by using a DC motor to rotate the blue light for 12 hours of phototherapy in jaundice babies. In this tool design also used Arduino atmega 2560 and Wemos D1 (R2) as a control and process data sensors and LCD 20x4 to display various kinds of information about the work cycle of the tool.*

*keyword : Fototerapi, load cell, blue light, Arduino atmega 2560, wemos D1 (R2), LCD 20x4, Arduino IDE*

### 1. PENDAHULUAN

Kelahiran bayi dengan BBLR (Berat Badan Lahir Rendah) masih menjadi satu masalah kesehatan yang penting dinegara-negara berkembang. Hal ini disebabkan karena angka kejadian, angka kesakitan dan angka kematian yang masih tinggi. Penyakit kuning atau sering juga disebut dengan istilah *ikterus*, merupakan kondisi klinis bayi yang ditandai pewarnaan kuning pada kulit akibat peningkatan *Bilirubin*. *Ikterus* pada bayi usia 2-3 hari pertama kehidupan, merupakan hal yang normal (*fisiologis*) tetapi dapat juga ditemukan kondisi yang tidak normal (*non fisiologis*).

Angka kejadian *ikterus* fisiologis cukup tinggi. Frekuensi pada bayi cukup bulan 50-60% dan kurang bulan 80%. Pada usia 1 minggu pertama, lebih dari 85% bayi cukup bulan kembali dirawat karena kondisi ini. *Ikterus* terjadi akibat penumpukan *Bilirubin* dalam darah, dan akan tampak pada jelas pada kulit bila kadar *Bilirubin* antara 5-7 mg/dL. Cara visual untuk menentukan *ikterus* dilakukan dengan menekan kulit secara ringan memakai jari tangan kemudian lepaskan. Warna kulit dibawah penerangan yang cukup sehingga tampak jelas.

*Ikterus* sulit terlihat bila penerangan kurang, terutama pada bayi dengan warna kulit gelap. Amati warna kulit dan tentukan luasnya daerah *ikterus* pada anggota tubuh. Pemeriksaan *Bilirubin* serum harus tetap dilakukan karena meskipun cara visual mudah dan praktis tetapi hasilnya kurang akurat. Waktu terjadinya *ikterus* juga mempunyai arti yang penting dalam

menentukan kemungkinan diagnosis, faktor penyebab, dan tata laksana. Hal ini meliputi produksi, transportasi, konjugasi dan ekskresi *Bilirubin*.

Fototerapi bekerja memaparkan neonatus pada cahaya dengan intensitas tinggi akan menurunkan *Bilirubin* dalam kulit. Fototerapi menurunkan kadar *Bilirubin* dengan cara memfasilitasi *eksresi Bilirubin* tak terkonjugasi. Pada permasalahan ini untuk mengatasi penyakit pada bayi yang mengalami *ikterus* maka dengan memberikan sinar *blue light* agar nutrisi vitamin pada kulit bayi mengalami pemulihan untuk kadar *Bilirubin* yang sesuai dengan tabel *American Academy of Pediatric (AAP)*. Proses ini akan berlangsung selama bayi mengalami pemulihan pada kulit bayi.

Dengan permasalahan ini di buatlah mesin terapi *blue light* untuk menerapi bayi agar kulit sensitif pada bayi menerima nutrisi sinar biru agar membuat kadar *Bilirubin* pada bayi menjadi normal. Akan tetapi alat terapi *blue light* yang tersebar saat ini masih memiliki banyak kelemahan yaitu :

1. Kurangnya keselamatan pasien, dikarenakan sistem yang di pakai mayoritas menggunakan sistem manual dimana sistem ini di atur oleh user itu sendiri.
2. Sistem pewaktuan menggunakan sistem mekanikal dimana sistem ini tidak terpantau dengan baik dan jelas.
3. Suhu yang terpapar pada bayi kurang terpantau.

Pada penelitian sebelumnya yaitu Rancang Bangun Alat Phototherapy menggunakan LED berbasis Arduino. Perangkat yang dibuat harus memungkinkan pengguna mengatur durasi terapi dan memantau suhu tubuh bayi selama dilakukan phototherapy melalui smartphone pengguna [1].

Dalam tulisan ini akan dibahas alat terapi blue light dengan sistem pengaman yang baik, dan pemberian terapi yang lebih efektif dan juga lebih tepat dalam penanganan..

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Ada 2 jenis *Bilirubin* yaitu *Bilirubin indirek* (*Bilirubin* tak terkonjugasi) dan *direk* (*Bilirubin* terkonjugasi). Produksi *Bilirubin* berasal dari *degradasi heme hemoglobin* dari sel darah merah (*eritrosit*) dalam sirkulasi. Satu gram *hemoglobin* menghasilkan sekitar 35 mg *Bilirubin indirek*, *Bilirubin* ini tidak larut dalam air tetapi larut dalam lemak.

Pembentukan *Bilirubin* dimulai dengan proses oksidasi yang menghasilkan *biliverdin*. *Biliverdin* mengalami reduksi menjadi *Bilirubin indirek*. Di dalam darah *Bilirubin indirek* berikatan dengan *albumin* dan di transfer (*transportasi*) ke sel hati. Dengan bantuan beberapa enzim di dalam sel hati, terjadi proses konjugasi sehingga berubah menjadi *Bilirubin direk*. *Bilirubin direk* ini larut dalam air dan dieksresikan ke sistem empedu, dan selanjutnya kedalam saluran cerna (usus halus). *Bilirubin direk* dengan bantuan flora normal usus diubah menjadi *urobilinogen* dan sebagian kecil di *hidrolisis* dengan bantuan enzim  $\beta$  *glukoronidase* menjadi *Bilirubin indirek* dan di reabsorpsi ke sel hati (*siklus enterohepatik*). Metabolisme akhir *urobilinogen* menjadi *stercobilin* yang nantinya akan memberi warna kuning pada feses.

*HiperBilirubinemia* adalah tingginya kadar *Bilirubin* di dalam darah yang didapat dari pemeriksaan laboratorium. Faktor penyebab tingginya *Bilirubin* pada bayi baru lahir karena tingginya eritrosit bayi dengan masa hidup yang lebih pendek (70-90 hari), belum matangnya fungsi hati dan meningkatnya reabsorpsi *Bilirubin indirek* dari usus (*siklus enterohepatik*).

Tingginya kadar *Bilirubin* ini terjadi pada bayi usia 2-3 hari pertama, mencapai puncaknya pada hari ke 5-7. Pada *hiperBilirubinemia* fisiologis, kadar *bilirubin* akan turun kembali pada hari ke 10-14. Sesuai dengan tabel indikasi fototerapi pada *neonatus* berdasarkan rekomendasi *American Academy of Pediatric (AAP)*

Tabel 1 Indikator fototerapi pada neonatus rekomendasi AAP.

Tabel Rekomendasi "American Academy of Pediatrics" (AAP) untuk penanganan hiperbilirubinemia pada neonatus prematur (berat dan sakit).  
Total serum bilirubin (mg/dL)

Berat badan	Neonatus sehat		Neonatus sakit	
	Fototerapi	Transfusi tukar	Fototerapi	Transfusi tukar
< 1500 gr	5-8	13-16	4-7	10-14
1500-2000 gr	8-12	16-18	7-10	14-16
2000-2500gr	12-15	18-20	10-12	16-18
>2500 gr	Sesuai dengan penanganan hiperbilirubin berdasarkan usia	Sesuai dengan penanganan hiperbilirubin berdasarkan usia	13-15	18-22

REFERENSI : hiperbilirubinemia.pdf. www.usu.ac.id  
By Coosss Urinal Maret 2022. 149495.

Pada tabel indikasi fototerapi pada *neonatus* rekomendasi AAP menunjukkan bahwa penentuan proses fototerapi di bagi 2 jenis bayi yaitu:

- Pada bayi cukup umur :
  - Untuk berat badan bayi < 1500 gr, maka bisa di lakukan proses fototerapi pada bayi apabila kadar *Bilirubin* besaran 4 sampai 7 mg/dL, untuk dinyatakan bayi di lakukan proses fototerapi.
  - Untuk berat badan bayi 1500 sampai 2000 gr, maka bisa di lakukan proses fototerapi pada bayi apabila kadar *Bilirubin* besaran 7 sampai 10 mg/dL, untuk dinyatakan bayi di lakukan proses fototerapi.
  - Untuk berat badan bayi 2000 sampai 2500 gr, maka bisa di lakukan proses fototerapi pada bayi apabila kadar *Bilirubin* besaran 10 sampai 12 mg/dL, untuk dinyatakan bayi di lakukan proses fototerapi.
  - Untuk berat badan bayi 2000 sampai 2500 gr, maka bisa di lakukan proses fototerapi pada bayi apabila kadar *Bilirubin* besaran 12 sampai 15 mg/dL, untuk dinyatakan bayi di lakukan proses fototerapi.
- Pada bayi tidak cukup bulan :
  - Untuk berat badan bayi < 1500 gr, maka bisa di lakukan proses fototerapi pada bayi apabila kadar *Bilirubin* besaran 5 sampai 8 mg/dL, untuk dinyatakan bayi di lakukan proses fototerapi.
  - Untuk berat badan bayi 1500 sampai 2000 gr, maka bisa di lakukan proses fototerapi pada bayi apabila kadar *Bilirubin* besaran 8 sampai 12 mg/dL, untuk dinyatakan bayi di lakukan proses fototerapi.
  - Untuk berat badan bayi 2000 sampai 2500 gr, maka bisa di lakukan proses fototerapi pada bayi apabila kadar *Bilirubin* besaran 12 sampai 15 mg/dL, untuk dinyatakan bayi di lakukan proses fototerapi.

Ada beberapa cara untuk menentukan derajat *ikterus* yang merupakan faktor resiko terjadinya *kerniterus*, misalnya kadar *Bilirubin* bebas, kadar *Bilirubin* 1 dan 2, atau secara klinis dilakukan dibawah sinar biasa atau *day light*. Terapi sinar (*fototerapi*) bertujuan untuk mengendalikan kadar *Bilirubin* serum agar tidak mencapai nilai yang membahayakan sampai terjadi *Bilirubin ensefalopati* maupun *kern-ikterus*. *Fototerapi* bertujuan mengubah *Bilirubin* menjadi bentuk yang larut dalam air untuk dikeluarkan melalui empedu atau air seni.

Pada saat *Bilirubin* menyerap cahaya, maka terjadi reaksi fotokimia yaitu *isomerisasi* sehingga terjadi konversi ireversibel menjadi *isomer* kimia lainnya yaitu *lumirubin* yang dengan cepat dibersihkan dari plasma melalui empedu. *Lumirubin* adalah produk terbanyak degradasi *Bilirubin* akibat fototerapi. Sejumlah kecil *Bilirubin indirek* diubah oleh cahaya menjadi *dipyrole* yang dikeluarkan lewat air seni. Foto isomer *Bilirubin* lebih polar dibandingkan bentuk asalnya dan secara langsung bisa dikeluarkan melalui empedu ke dalam usus untuk dibuang bersama feses tanpa proses konjugasi oleh Hati, karena hanya produk foto oksidan saja yang bisa dikeluarkan melalui air seni.

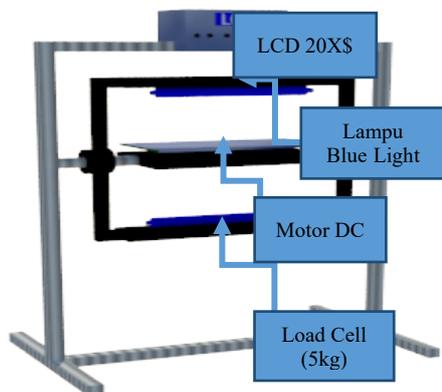
Fototerapi bekerja memaparkan neonatus pada cahaya dengan intensitas tinggi akan

menurunkan *Bilirubin* dalam kulit. Fototerapi menurunkan kadar *Bilirubin* dengan cara memfasilitasi *eksresi Bilirubin* tak terkonjugasi. Pada permasalahan ini untuk mengatasi penyakit pada bayi yang mengalami *ikterus* maka dengan memberikan sinar *blue light* agar nutrisi vitamin pada kulit bayi mengalami pemulihan untuk kadar *Bilirubin* yang sesuai dengan tabel *AAP*. Proses ini akan berlangsung selama bayi mengalami pemulihan pada kulit bayi.

### 3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Fototerapi bekerja memaparkan neonatus pada cahaya dengan intensitas tinggi akan menurunkan *Bilirubin* dalam kulit. Fototerapi menurunkan kadar *Bilirubin* dengan cara memfasilitasi *eksresi Bilirubin* tak terkonjugasi. Pada permasalahan ini untuk mengatasi penyakit pada bayi yang mengalami *ikterus* maka dengan memberikan sinar *blue light* agar nutrisi vitamin pada kulit bayi mengalami pemulihan untuk kadar *Bilirubin* yang sesuai dengan tabel *AAP*. Proses ini akan berlangsung selama bayi mengalami pemulihan pada kulit bayi.

Dengan permasalahan ini maka dibuat Mesin Terapi Rotasi *Blue Light* Pada Bayi Sesuai Tabel *American Academy Of Pediatric (AAP)* untuk terapi bayi agar kulit sensitif pada bayi menerima nutrisi sinar biru agar kadar *Bilirubin* pada bayi menjadi normal. Pada rancangan alat dimana sistem di atur oleh mesin yang terprogram dan terpatau lebih efektif serta sistem penyinaran pada terapi *Blue Light* untuk bayi lebih merata, dimana sistem penyinaran di buat 360° pada kulit bayi. Gambar ilustrasi unit Mesin Terapi Rotasi *Blue Light* Pada Bayi Sesuai Tabel *AAP* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Rancangan Mesin Terapi Rotasi *Blue Light*

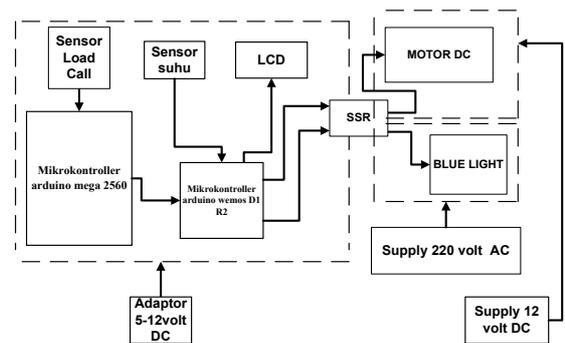
Mesin dirancang, pada saat user meletakkan bayi pada camber, kemudian user melakukan input nama, tanggal pemeriksaan, kadar *Bilirubin*, usia kandungan pada aplikasi, lalu sensor load cell akan membaca berat badan bayi dan menganalisa sesuai tabel *AAP* dan hasil data akan di analisa apakah bayi perlu di lakukan terapi *Blue Light*.

#### 3.1 Perancangan Alat Terapi

Perancangan alat merupakan langkah awal untuk menentukan bentuk alat yang akan dibuat. Tahap

perancangan dilakukan agar pada saat pembuatan alat dapat terselesaikan secara terstruktur, sistematis, serta efektif dan efisien. Rancang bangun alat yang akan dibuat yaitu Mesin Terapi Rotasi *Blue Light* Pada Bayi Sesuai Tabel *AAP*.

Rancangan sistem dalam bentuk diagram blok dan penjelasan hubungan dan fungsi antar blok guna menjelaskan secara teknis dan merinci rancangan sistem penakar timbang otomatis digital. Alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan ini, secara umum didesain seperti diagram blok pada gambar 2.



Gambar 2 Diagram blok Rancang Bangun Mesin Terapi Rotasi *Blue Light*

Berdasarkan diagram blok pada gambar 2, Mesin Terapi Rotasi *Blue Light* dibangun oleh beberapa komponen sistem antara lain :

- *Sensor load cell* yang digunakan kapasitas maksimal 5 kg, sensor pada alat ini berfungsi untuk mengkonversi berat ke besaran listrik, dalam hal ini resistansi. Sensor load cell yang menerima input tegangan dibawah 5VDC dan akan memberikan output tegangan dari perubahan resistansi yang terjadi akibat adanya perubahan posisi penyangga beban, sinyal analog ini diperkuat dan diubah menjadi sinyal digital di amplifier sebelum diumpun ke input yang berada di Mikrokontroler 2560.
- *Amplifier HX 711* adalah penguat instrumentasi yang beroperasi dengan pasokan listrik serendah  $\pm 5VDC$ . Bila sensor load cell mendapat reaksi beban maka sinyal analog yang dikirim ke amplifier lalu diperkuat dan diubah di ADC amplifier untuk menjadi sinyal digital, untuk dikirim ke Mikrokontroler 2560. lalu data dari Mikrokontroler 2560 mengirim data ke Arduino wemos D1 R2 untuk proses pembacaan program pemilihan bayi cukup bulan/bayi tidak cukup bulan (prematuur) dan memproses data berat dan pemilihan bayi di analisa untuk proses fototerapi yang sesuai dengan tabel *AAP*.
- *Mikrokontroler 2560* ini menggunakan IC atmega 2560, Mikrokontroler ini mempunyai sistem kendali yang digunakan untuk mengolah sinyal analog dari load cell diperkuat dan diubah di ADC amplifier untuk membaca berat/beban bayi, lalu dikirim ke pin Mikrokontroler 2560. Mikrokontroler 2560 lalu

mengirim sinyal digital pada arduino wemos D1 R2 untuk proses pembacaan program selanjutnya.

- *Mikrokontroler* D1 R2 menggunakan Chipset ESP8266 memungkinkan Mikrokontroler D1 R2 untuk terhubung dengan jaringan Wi-Fi dan membuat koneksi TCP/IP hanya dengan menggunakan command yang sederhana seperti Hayes-gaya [2]. *Mikrokontroler* ini menerima data dari Mikrokontroler 2560 untuk menentukan berat bayi, Serta *Mikrokontroler* sensor DS18B20 untuk sensor suhu pengendali suhu pada camber bayi yang terpapar oleh lampu *blue light*. Serta mengolah data digital dari program dan dikirimkan data untuk ke LCD dengan secara bersamaan memberikan sinyal perintah untuk dikirim ke driver yang menuju ke SSR untuk mengaktifkan lampu dan motor untuk merotasi lampu *blue light* pada bayi.
- *Motor DC input tegangan 12 Volt Dc*, dimana di pergunakan untuk merotasi lampu *Blue Light* yang akan di pergunakan untuk menerapi bayi terdeteksi penyakit *Ikterus*.
- *LCD input tegangan 5VDC*, merupakan modul LCD dengan tampilan 20x4 (4 baris x 20 kolom) dengan konsumsi daya rendah. LCD akan menampilkan data dari aplikasi yang di perintah oleh wemos D1 R2, dimana nilai berat dan nilai kadar Bilirubin akan di pross oleh program. Mikrokontroler dan diproses lalu dikirim ke LCD, sebagai tampilan berat yang dibutuhkan dan dihasilkan dari berat bayi. Modul LCD tersebut dilengkapi dengan Mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD.

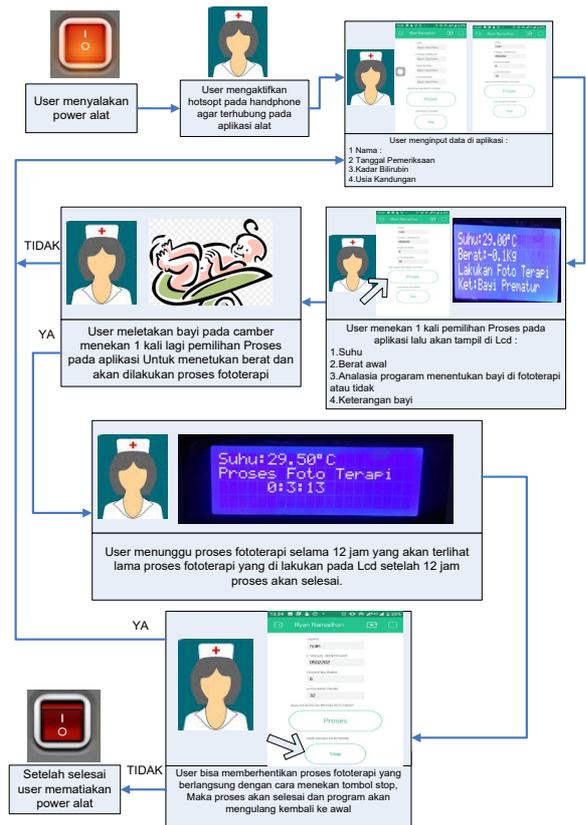
Keseluruhan proses yang dijelaskan seperti diatas digambarkan dengan diagram alir proses pengoperasian, terdiri dari persiapan hingga proses yang terjadi didalam Mikrokontroler mega 2560 dan Wemos D1 R2 yang mengeluarkan output proses penentuan bayi dan menganalisa sesuai dengan tabel AAP. Diagram alir proses pengoperasian rancang bangun mesin terapi rotasi *blue light* pada bayi sesuai tabel AAP bisa dilihat di gambar 3.

Diagram alir pada gambar 3, menjelaskan proses kerja dari keseluruhan sistem rancang bangun mesin terapi rotasi *blue light* pada bayi sesuai tabel AAP. Dimulai dari user menghidupkan alat lalu menghubungkan handphone agar terhubung dengan aplikasi alat. User menginput data-data pasien dan lcd menampilkan data pasien dan keterangan jenis bayi, selanjutnya user menekan tombol proses 1 kali pada aplikasi dan meletakkan bayi pada camber alat untuk proses penentuan berat untuk menentukan proses fototerapi.

Tampilan LCD akan menentukan bayi dilakukan fototerapi atau tidak. Lalu user menekan tombol proses 1 kali lagi, maka alat akan kembali ke proses input data pasien dan user bisa melanjutkan proses analisa proses

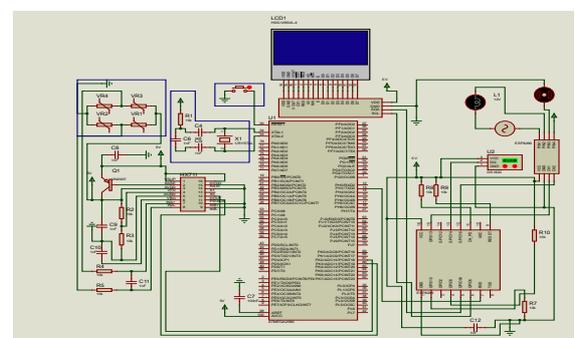
fototerapi dengan bayi yang selanjutnya yang akan di analisa untuk menentukan proses fototerapi.

Apabila dinyatakan harus di lakukan fototerapi, maka user menekan tombol proses 1 kali lagi pada aplikasi maka akan di lakukan proses fototerapi selama 12 jam pada bayi yang dinyatakan ikterus. Setelah 12 jam maka alat akan otomatis stop proses fototerapi. Setelah selesai user bisa mematikan alat. Apabila user ingin memberhentikan proses fototerapi sebelum 12 jam user menekan tombol stop pada aplikasi maka proses akan selesai dan alat akan kembali ke proses user melakukan input data pasien.



Gambar 3 Diagram alir proses pengoperasian mesin terapi rotasi *blue light*

### 3.3. Rangkaian Keseluruhan



Gambar 4 Diagram skematik lengkap rangkaian mesin terapi rotasi *blue light*

Pada gambar 4 skematik lengkap dari rancang bangun mesin terapi rotasi *blue light* pada bayi sesuai tabel AAP yang berbasis Mikrokontroler

arduino, terdiri dari Mikrokontroler arduino mega 2560 sebagai kontroler utama dari load cell, serta Wemos D1 R2 sebagai kontrol pada sistem suhu pada sensor DS18B20 dan lcd untuk terhubung dengan aplikasi/wifi [2].

Sensor load cell menggunakan 4 resistor variable yaitu RV1, RV2, RV3 dan RV4. Rangkaian ini disebut strain gauge yang berfungsi mengkonversi besaran massa ke besaran sinyal analog. Dimulai dari koneksi load cell antara RV1 dan RV3 menerima tegangan 5VDC dari E+/AVDD amplifier dan koneksi antara RV2 dan RV4 menerima tegangan 0V dari E-/AGND amplifier. Lalu koneksi antara RV1 dan RV2 mengirim tegangan 0VDC ke A-/INA- amplifier dan koneksi antara RV3 dan RV4 mengirim tegangan 1mV sampai 5mV ke A+/INA+ amplifier.

Amplifier HX711 berfungsi memperkuat tegangan analog dari load cell dan mengubah tegangan analog menjadi sinyal digital untuk dikirim ke Mikrokontroler. Dimulai dari koneksi VDD/VSUP amplifier HX 711 menerima tegangan 5V dari pin power Mikrokontroler dan koneksi GND/AGND amplifier terhubung tegangan 0V ke pin GND Mikrokontroler. koneksi E+/AVDD amplifier mengirimkan tegangan 5V ke koneksi RV1 dan RV3 load cell dan tegangan 0V dari E-/GND amplifier ke koneksi RV2 dan RV4, koneksi A-/INA- amplifier menerima tegangan 0V dari koneksi antara RV1 dan RV2 load cell dan A+/INA+ amplifier menerima tegangan 1mV sampai 5mV koneksi antara RV3 dan RV4 load cell, lalu tegangan analog ini diperkuat menjadi 4.999.610.070 $\mu$ V dan diubah menjadi sinyal digital menjadi 1677215 desimal yang berada di amplifier, kemudian sinyal digital ini dikirim per bit nya dari amplifier koneksi DT/Dout ke pin A2(ADC2) Mikrokontroler, koneksi SCK/PD-SCK menerima sinyal digital dari pin A3(ADC3) yang berada di Mikrokontroler.

Mikrokontroler mega 2560 sebagai perangkat untuk memproses data dari amplifier dari load cell untuk menghasilkan data berat yang akan di kirim dari pin TX ke pin RX untuk di proses sesuai program yang di berikan pada wemos D1 R2. Untuk hasil satuan berat, Mikrokontroler memperbandingkan data berat dari load cell dengan nilai setting pada pemilihan bayi antara bayi cukup bulan dan bayi tidak cukup bulan sesuai program yang di sesuaikan pada tabel AAP.

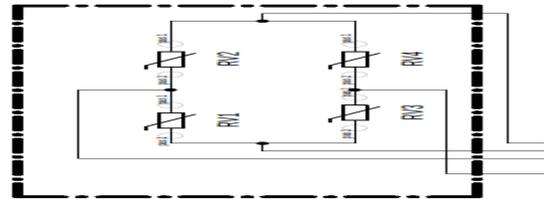
Wemos D1 R2 sebagai perangkat yang memproses sinyal masukan dari inputan data dari aplikasi dan pengelola sensor DS18B20 untuk keamanan suhu pada camber bayi. Sensor DS18B20 mengirim data digital berbentuk Volt sesuai dengan suhu yang di baca yang dikirim dari out pada sensor DS18B20 ke pin D5 wemos D1 R2 untuk mengelola data suhu [2]. Lalu wemos D1 R2 mengirim sinyal High / low untuk mengontrol SSR untuk menghubungkan supply tegangan pada motor pemutar lampu Blue Light dan lampu *Blue Light*. Untuk mengontrol motor pemutar lampu Blue Light dan lampu *Blue Ligh*. Wemos D1 R2 mengirim sinyal high ke SSR dari pin D6 dan D7 ke pin CH1 dan CH2 pada port SSR.

Penampil atau lcd untuk menampilkan informasi hasil pemrosesan dari perangkat input antara lain sensor load cell, suhu, analisa proses fototerapi yang telah

diproses oleh Mikrokontroler. Dimana Lcd menggunakan module 12 C Pin SDA dan SCL di hubungkan ke port SDA dan SCL pada wemos D1 R2.

### 3.3.1. Rangkaian sensor load cell

Rangkaian load cell CZL635, Sensor load cell yang digunakan kapasitas 1 kg sampai 5 kg. Rangkaian skematik hubungan antar pin dari load cell ke pin amplifier dan ke pin Mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 5.



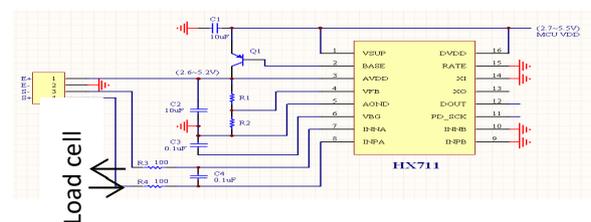
Gambar 5 Rangkaian skematik hubungan koneksi load cell.

Pada gambar 5 tegangan 5V masuk ke load cell koneksi antara RV1 dan RV3 terhubung dengan E+/AVDD amplifier, koneksi antara RV2 dan RV4 terhubung 0V ke E-/AGND amplifier dan untuk tegangan 1mV sampai 5mV keluar dari load cell koneksi antara RV3 dan RV4 terhubung dengan A+/INA+ amplifier, koneksi RV1 dan RV2 terhubung 0V ke A-/INA- amplifier.

Load cell CZL635 dengan berat maksimal yang dapat diukur adalah sebesar 5000 gram. load cell ini memiliki karakteristik sensitifitas dalam satuan (mV/V), yaitu perbedaan tegangan keluar terhadap tegangan eksitasi. Bahwa nilai keluaran dari sensor ini adalah sebesar 1mV/V, dengan tegangan eksitasinya adalah sebesar 5V dengan kapasitas 5000 gram.

### 3.3.2. Rangkaian amplifier

HX 711 presisi 24-bit analog to digital converter (ADC), HX 711 adalah modul timbangan yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya kedalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada didalamnya. Pada gambar 6 merupakan rangkaian skematik HX 711. Rangkaian ini dapat beroperasi yaitu adanya catu daya, clock dan reset.



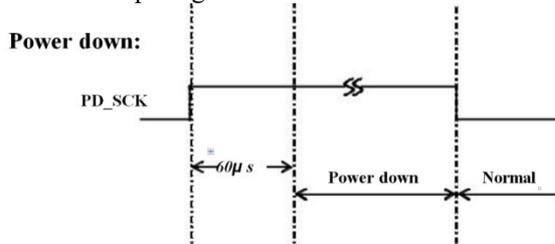
Gambar 6 Rangkaian skematik HX 711

Gambar 6 Rangkaian skematik HX711, berikut catu daya berada di pin 1(VSUP), pin 3(AVDD) dan pin 16(DVDD). Untuk pasokan daya listrik DVDD harus sama dengan power supply MCU catu daya. AVDD tegangan ini dirancang dengan minimal 100mV di bawah tegangan VSUP

dan Pin VFB harus terhubung ke ground dan kapasitor 0.1uF.

Clock menghubungkan pin XI ke ground, maka osilator pada chip diaktifkan. Tingkat data nominal output ketika menggunakan osilator internal adalah 10 sample per second (tingkat = 0) atau 80 sample per second (tingkat = 1). Kristal atau clock eksternal dapat digunakan, kristal dapat dihubungkan secara langsung di pin XI dan XO. Bila menggunakan kristal atau clock eksternal, osilator internal secara otomatis power dalam keadaan rendah.

Reset dan power down, chip daya pada sirkuit akan otomatis mereset chip. Pin input PD\_SCK digunakan untuk power down pada HX711. Ketika pin PD\_SCK input rendah, chip dalam mode kerja normal. Bisa dilihat pada gambar 7.

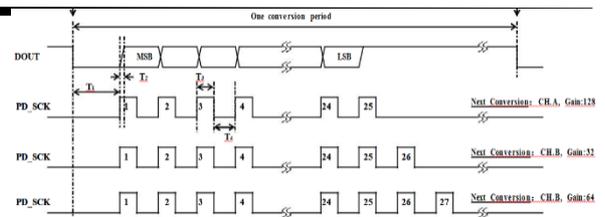


Gambar 7 Diagram pewaktuan reset.

Pada gambar 7 ketika pin PD\_SCK berubah dari rendah ke tinggi dan tetap tinggi selama lebih dari 60µs, HX711 memasuki mode power down. Ketika PD\_SCK kembali ke rendah, chip akan mereset dan masuk ke mode operasi normal. Pin DOUT berfungsi sebagai data out dan format dengan menggunakan osilator pada chip, data out adalah biasanya 10 SPS (tingkat = 0) atau 80 SPS (tingkat = 1).

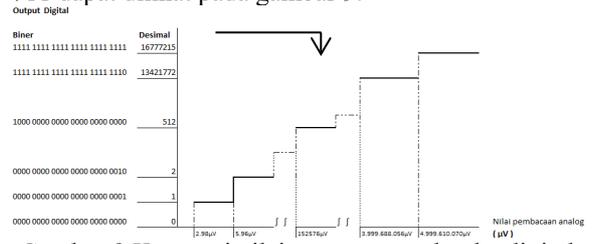
Ketika menggunakan clock eksternal atau kristal, kecepatan data output berbanding lurus dengan frekuensi clock atau kristal. Menggunakan 11.0592MHz clock atau kristal hasil dalam 10 (RTE = 0) atau 80SPS (tingkat = 1) kecepatan data output. Ketika sinyal input berbeda kurang dari 24 bit, output data akan jenuh di 800000 h (MIN) atau 7FFFFFFh (MAX), sampai sinyal input datang kembali ke berbagai masukan.

Serial Interface, pin PD\_SCK dan DOUT digunakan untuk pengambilan data, pemilihan input, seleksi gain dan power down. Ketika output tidak siap untuk pengambilan data, pin digital output DOUT akan tinggi. Serial clock input PD\_SCK harus rendah. Ketika DOUT rendah, ini menunjukkan data siap untuk pengambilan. Dengan menerapkan 25 ~ 27 clock pulse positif di pin PD\_SCK, data bergeser keluar dari pin DOUT output. Pulse PD\_SCK masing-masing bergeser keluar, dimulai dengan MSB bit pertama, sampai semua 24 bit bergeser keluar. Pulse ke 25 PD\_SCK input akan menarik pin DOUT kembali ke tinggi. Data output, input dan mendapatkan pilihan waktu dan kontrol dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 diagram pewaktuan DOUT dan PD\_SCK.

Pada gambar 8, pemilihan input dikendalikan oleh jumlah pulse input PD\_SCK, clock pulse tidak boleh kurang dari 25 atau lebih dari 27 dalam satu periode konversi, untuk menghindari menyebabkan kesalahan komunikasi serial. Konversi nilai tegangan analog ke digital didalam ADC HX 711 dapat dilihat pada gambar 9.

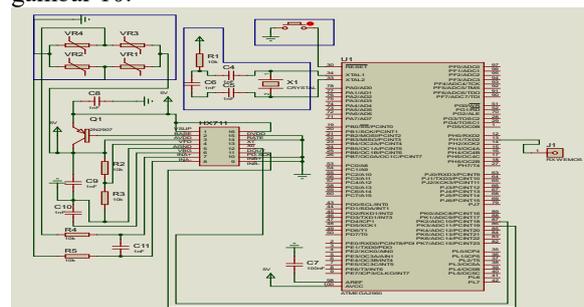


Gambar 9 Konversi nilai tegangan analog ke digital

Pada gambar 9 dengan digital selebar 24bit. dengan nilai tersebut, ADC memiliki 16777215 level kuantisasi sehingga menghasilkan bilangan desimal setara dengan 16777215 pada nilai maksimal, dengan resolusi tegangan ADC adalah sebesar  $5/16777215 = 298\mu V$ . Saat nilai analog menerima 0V, maka ADC akan menghasilkan output yang setara dengan bilangan desimal 0. Saat sinyal analog menerima tegangan sebesar 5V maka ADC akan menghasilkan output yang setara dengan maksimum digital yaitu 16777215 (desimal).

### 3.3.3. Mikrokontroler

Arduino mega 2560, pada gambar 3.12 merupakan rangkaian skematik dari minimum sistem. Minimum sistem adalah sistem minimal yang diperlukan agar Mikrokontroler dapat beroperasi yaitu adanya pin tegangan, sumber denyut (clock) dan rangkaian reset. Pin tegangan pada mega 2560 memiliki sepuluh pin tegangan yaitu lima pin VDD (pin 10, pin 31, pin 61, pin 80 dan pin 100) dan lima pin GND (pin 11, pin 32, pin 62, pin 81 dan pin 99). Kapasitor C19, C21 dan C22, berfungsi untuk mengurangi noise yang berasal dari catu daya. Rangkaian sistem minimum dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar10 Rangkaian sistem minimum Mikrokontroler mega 2560.

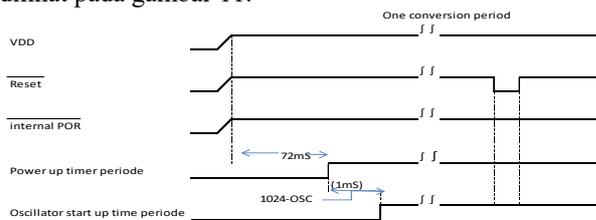
Sumber denyut (clock) terdiri dari crystal - XTAL1, -XTAL2. Rangkaian ini berfungsi membangkitkan denyut/clock dalam frekuensi 16MHZ, output rangkaian clock diterima Mikrokontroler melalui pin 33 dan pin 34. Tiap clock yang diterima berfungsi sebagai triger agar Mikrokontroler menjalankan instruksi pada tiap clocknya. Tiap satu siklus instruksi terdiri dari empat periode clock, sehingga dengan nilai crystal 16MHZ, Mikrokontroler memiliki kecepatan pemrosesan sebesar 16MIPS (*Million instruction per second*).

Reset ( ) adalah kondisi yang menyebabkan Mikrokontroler akan melakukan restart program sehingga program akan dijalankan mulai dari awal, yaitu jalur reset yang melalui sebuah kapasitor, kondisi reset terjadi saat pin reset menerima low (sebesar  $0,2 \times V_{dd}$ ) selama minimal 2 $\mu$ S.

Saat rangkaian Mikrokontroler dinyalakan (*start up*), Mikrokontroler akan mengaktifkan rangkaian *power on reset internal* dan membangkitkan *pulsa power on reset*. Selanjutnya Mikrokontroler akan mengaktifkan rangkaian internal *power up timer* dan menghitung hingga 72 mS. Setelah hitungan *power up timer* selesai, rangkaian internal *oscillator start up timer* akan menghitung hingga 1024 periode clock. Setelah ketiga hal tersebut selesai, barulah Mikrokontroler keluar dari kondisi *reset (reset state)* dan mulai menjalankan program.

*Reset manual* terjadi saat saklar TS42 ditekan, hal ini terjadi karena arus yang mengalir melewati kaki saklar no 1 akan langsung menuju ground sehingga tegangan pada pin reset akan sangat rendah (mendekati 0V) dan pin tersebut berlogika low.

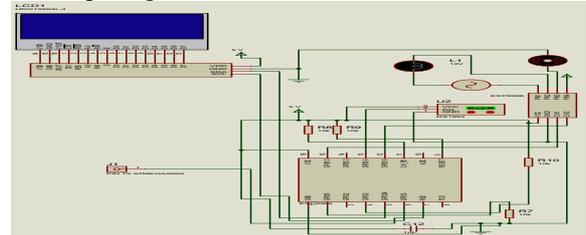
Diagram pewaktuan startup dan reset dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11 Diagram pewaktuan startup dan reset.

Pada gambar diagram pewaktuan saat *start up* dan *manual reset* ditunjukkan pada gambar 11. Saat rangkaian Mikrokontroler dinyalakan (*start up*), Mikrokontroler akan mengaktifkan rangkaian *power on reset internal* dan membangkitkan *pulsa power on reset*. Selanjutnya Mikrokontroler akan mengaktifkan rangkaian internal *power-up timer* dan menghitung sampai 72 mS. Pin input dan output Mikrokontroler mega 2560 yang digunakan adalah pin A2 dan pin A3, pin ini digunakan untuk mengirim dan menerima sinyal digital yang dikirim dari HX 711. Sebelumnya sinyal analog yang dikirim load cell menuju amplifier, lalu sinyal analog ini diperkuat dan diubah menjadi sinyal digital didalam HX 711 amplifier, lalu dikirim ke pin A2 (ADC2) dan pin A3 (ADC3) Mikrokontroler mengirim sinyal digital ke HX 711 amplifier.lalu data sinyal digital menentukan berat bayi di kirim ke Arduino wemos D1 R2.

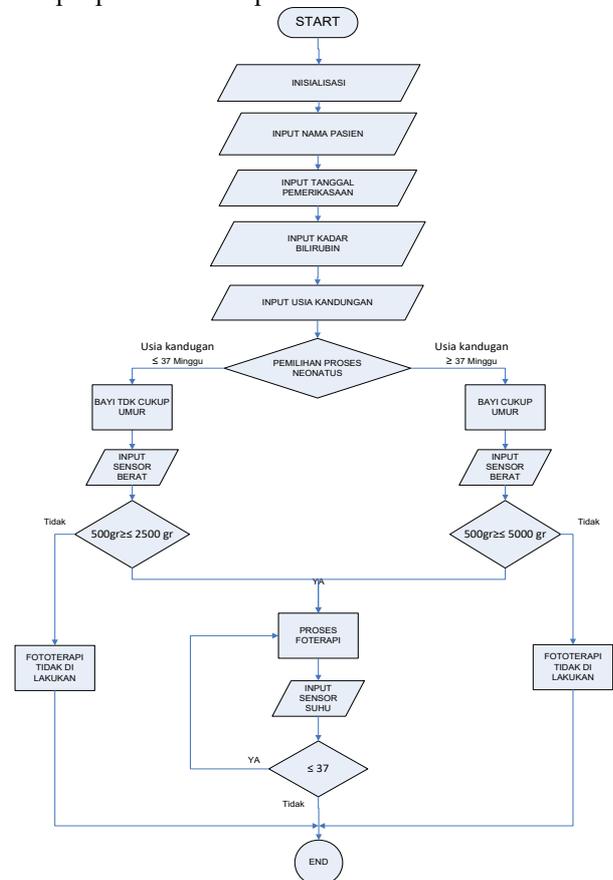
Arduino Wemos D1 R2, pada gambar 12 merupakan rangkaian skematik dari minimum sistem. Minimum sistem adalah sistem minimal yang diperlukan agar Mikrokontroler dapat beroperasi yaitu adanya pin tegangan, sumber denyut (clock) dan rangkaian reset serta sebuah sistem wireless berbasis Mikrokontroler. Rangkaian sistem minimum dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12 Rangkaian Mikrokontroler Wemos

Pada wemos D1 R2 Port SDA dan SCL di hubungkan pada module 12 C pin SDA dan SCL untuk menampilkan data pada tampilan Lcd. Pada pin D5 wemos di terhubung dengan output sensor DS18B20 untuk menerima sinyal digital yang di berikan dari sensor suhu. Dimana mengatur ketika suhu  $>37^{\circ}\text{C}$  camber lampu blue light akan mati.

Pada pin D6 dan D7 di hubungkan dengan pin Ch1 dan Chn2 pada SSR dimana wemos mengirimkan sinyal high/low untuk mengaktifkan SSR agar supply 220 volt AC terhubung dengan lampu blue light dan menghubungkan 12 volt DC untuk mengaktifkan motor DC pemutar lampu blue light, dimana proses ini akan terus berlangsung sampai proses fototerapi selesai.



Gambar 13 Diagram alur proses kerja Mesin Terapi Rotasi Blue Light

Setelah tahap inialisasi, Mikrokontroler wemos D1 R2 mengaktifkan program Blink untuk menghubungkan antara aplikasi dengan program alat dimana proses ini di lakukan oleh ESP8266 sebagai modul Mikrokontroler nirkabel. Mikrokontroler wemos memerintahkan LCD yang terhubung dengan module 12C dimana pin D15 (SDA) dan pin D14 (SDL) pada wemos dihubungkan, untuk menampilkan data yang perlu di input oleh user ke data pada wemos.

Mikrokontroler Wemos D1 R2 akan konversikan data ketika usia kandungan bayi di pilih >37 minggu maka program yang akan di pilih adalah bayi cukup bulan, apabila usia kandungan <37 Minggu maka program yang di pilih adalah bayi tidak cukup bulan ( prematur ) dimana proses penentuan fototerapi sesuai dengan tabel *American Academy Of Pediatric (AAP)*. Sensor load cell bekerja dimana sinyal analog di ubah menjadi sinyal digital yang di hubungkan pada HX711 pin Dout terhubung dengan pin A2 (ADC02) pin Sck pada HX711 terhubung dengan pin A3 (ADC02) pada mikrokontroler 2560.

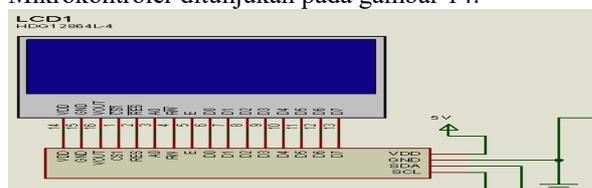
Mikrokontroler mengirimkan sinyal digital dari pin TX mikrokontroler atmega 2560 terhubung dengan Pin D0 (RX) untuk mengirimkan data berat pada bayi. Dimana pembacaan berat bayi serta peinputan billirubin oleh user akan di analisa oleh program untuk menentukan proses fototerapi. Jika jenis bayi, berat dan kadar Bilirubin tidak sesuai dengan tabel *AAP* maka proses fototerapi tidak akan di lakukan.

Setelah proses analisa menentukan fototerapi maka wemos akan membaca membaca suhu pada camber dimana pin Output sensor DS18B20 yang mengirimkan sinyal analog yang di buah ke digital untuk di proses pada wemos yang terhubung pada pin D5 untuk memantau suhu pada camber bayi. Setelah suhu terbaca dan analisa bayi di lakukan fototerapi atau tidak proses selanjutnya wemos D1 R2 mengirim sinyal Hight/low dari pin D6 dan D7 terhadap pin ch1 dan ch2 SSR.

SSR akan mendriver sebagai saklar untuk menghidup/matikan lampu blue light dan motor pemutar lampu blue light. Proses akan berlangsung dan bisa berhenti ketika suhu camber >37<sup>0</sup> C maka progrm pada wemos memerintahkan pin D6 dan D7 aktif low untuk mematikan proses fototerapi sampai suhu kembali < 37<sup>0</sup> C.

### 3.3.4. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD 4X20 (4 baris X 20 kolom), skematik LCD ini berfungsi sebagai tampilan menu yang dibutuhkan dan dihasilkan dari mesin terapi rotasi *blue light*. LCD ini berfungsi sebagai tampilan pilihan menu set jenis bayi cukup bulan / tidak, berat bayi, suhu, proses fototerapi berlangsung yang dibutuhkan dan dihasilkan dari Mesin Terapi Rotasi *Blue Light*. Gambar rangkain skematik penampil LCD dengan pin Mikrokontroler ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14 Rangkaian skematik penampil LCD

Proses pengolahan data di lakukan menggunakan program lcd 4x 20 yang di hubungkan dengan module 12C catu daya penampil LCD berada pada pin 1 (Gnd) dan pin 2 (Vcc) dihubungkan dengan tegangan 5 VDC. Pin 3 (Vee) digunakan untuk mengatur kontras, pin ini dihubungkan ke trimpot R10 agar tingkat ketajaman dapat diatur dengan memutar trimpot. Pin 17 (A+) dan pin 18 (C-) digunakan untuk cahaya backli

## 4. PENGUJIAN

Pengujian dilakukan untuk memverifikasi apakah alat yang dibuat telah sesuai dengan rancangan atau terdapat penyimpangan. Poin-poin yang diuji adalah setiap hal yang dapat menjawab pokok permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya.

### 4.1. Pengujian berat

Gambar 15 adalah foto mesin terapi rotasi *Blue Light* pada bayi sesuai tabel AAP.



Gambar 15 Foto mesin terapi rotasi *Blue Light*

Pengujian berat menggunakan beban dimaksudkan untuk mengetahui seberapa akuratnya sistem penentuan berat otomatis pada alat dibandingkan dengan alat penimbang manual. Disamping itu juga untuk menguji fungsi sensor load cell alat dengan timbangan yang lain.

Pengujian dilakukan dengan alat dan juga timbangan manual lalu di bandingkan dengan sistem penimbangan pada alat. Hasil uji ditampilkan pada gambar 16a dan gambar 16b.



Gambar 16a hasil penimbangan manual



Gambar 16b hasil penimbangan alat

Setelah saklar ON pada alat, akan ada proses inialisasi alat. User meninput data pasien nama, tgl pemeriksaan, kadar Bilirubin, usia kandungan melalui aplikasi blink. Hasilnya akan terlihat pada gambar 17a dan 17b.

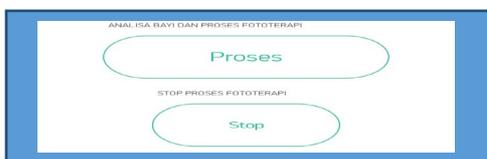


Gambar 17a Tampilan aplikasi



Gambar 17b Tampilan LCD

User menekan tombol proses satu kali untuk menampilkan data suhu, proses hasil analisa penentuan jenis bayi, pada aplikasi blink 18a Tampilan berat dapat dilihat dan 18b.



Gambar 18a Tampilan aplikasi



Gambar 18b Tampilan lcd

Dengan menekan tombol proses satu kali lagi pada aplikasi untuk melakukan fototerapi jika analisa harus di lakukan fototerapi dan tampilan suhu. Tampilan suhu dan proses fototerapi dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19 Tampilan LCD.

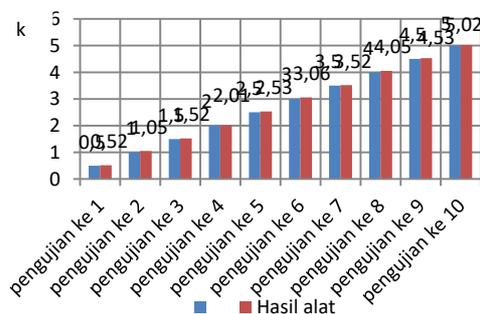
#### 4.1.3. Hasil pengujian

Setelah dilakukan pengujian maka didapat data yang ditunjukkan melalui tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian berat

(a)	(b)	(c)	(d)
1.	0,5	0,52	0,02
2.	1	1,05	0,05
3.	1,5	1,52	0,02
4.	2	2,01	0,01
5.	2,5	2,53	0,03
6.	3	3,06	0,06
7.	3,5	3,52	0,02
8.	4	4,05	0.05
9.	4,5	4,53	0.03
10.	5	5,02	0,02

Keterangan table 2: (a) Nomor pengujian, (b) timbangan manual (kg), (c) Hasil alat (kg), (d) Selisih (c)-(b) (kg). Representasi grafik selisih (c) – (b) ditunjukkan pada gambar 20.



Gambar 20 Grafik selisih berat

Dari gambar 20 bahwa keakuratan kerja alat hasil otomatis dibanding hasil pembandingan terdapat selisih, namun relative kecil rata-rata 0.0023 %.

Hasil dari penimbangan otomatis sudah mendekati keauratan dengan timbangan manual agar tidak salah dalam mendiagnosa bayi untuk di lakukan fototerapi. Hasil acuan dengan hasil otomatis terdapat selisih dengan rata-rata 0,023 Kg dan selisih antara hasil otomatis dengan hasil pembandingan terdapat selisih 0.023 %, bahwa fungsi penakaran berat alat ini didapatkan setting data berfungsi dengan baik.

#### 4.2 Pengujian suhu

Tujuan pengujian suhu untuk mengetahui seberapa akuratnya sistem perbandingan suhu sensor ds18b20 dengan sensor pada avo meter (sebagai pembandingan) untuk keamanan suhu bayi ketika di fototerapi.

Pengujian suhu pada sensor ds18b20 lalu di bandingkan dengan suhu pada avometer akan tampil parameter berat yang di timbang seperti gambar 21.



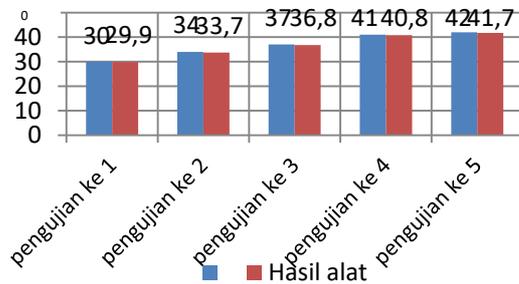
Gambar 21 Tampilan selisih prameter suhu avo meter dengan suhu alat.

Setelah dilakukan pengujian maka didapat data yang ditunjukkan melalui tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian suhu

(a)	(b)	(c)	(d)
1.	30	29,9	0,1
2.	34	33,7	0,3
3.	37	36,8	0,2
4.	41	40,8	0,2
5.	42	41,7	0,3

Keterangan table 3: (a) Nomor pengujian, (b) Suhu pada avo meter ( $^{\circ}\text{C}$ ), (c) Hasil pada alat ( $^{\circ}\text{C}$ ), (d) Selisih suhu (c)-(b). Representasi grafik selisih suhu (c) – (b) ditunjukkan pada gambar 22.



Gambar 22 Grafik selisih suhu

Dari gambar 22 bahwa keakuratan kerja alat hasil suhu alat dibanding hasil pembanding terdapat selisih, namun relative kecil rata-rata 0,22 %.

Hasil dari parameter suhu pada alat mendekati keakuratan dengan sensor suhu avo meter agar tidak salah dalam mendiagnosa pengaman suhu camber bayi yang di lakukan fototerapi. Hasil acuan dengan hasil suhu terdapat selisih dengan rata-rata  $1,1^{\circ}\text{C}$  dan selisih antara hasil suhu dengan hasil pembanding terdapat selisih 0.22 %, bahwa fungsi keamanan suhu bayi berfungsi dengan baik.

## 5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa maka dapat ditarik kesimpulan.

1. Penggunaan alat pada mode manual menghasilkan simpangan yang cukup besar, akibat adanya kesalahan human error dalam ketepatan menentukan berat dan kadar Bilirubin untuk menentukan proses fototerapi. Simpangan dalam menakar berat pada mode manual dan kadar Bilirubin tidak sesuai dengan tabel AAP.
2. Penggunaan alat pada mode otomatis menghasilkan penyimpangan sangat kecil yaitu dimana sistem penentuan berat dan kadar billirubin sesuai dengan tabel AAP.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Supriyadi and K. Nurman, “Rancang Bangun Alat Phototherapy Menggunakan Led Berbasis Arduino,” *Sinusoida J. Penelit. dan Pengkaj. Elektro*, vol. 19, no. 2, pp. 38–47, 2018, doi: 10.37277/s.v19i2.160.
- [2] H. H. Abrianto, K. Sari, and I. Irmayani, “Sistem Monitoring Dan Pengendalian Data Suhu Ruang Navigasi Jarak Jauh Menggunakan WEMOSD1 Mini.pdf,” *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 38–49, 2021, doi: <https://doi.org/10.32672/jnkti.v4i1>.
- [3] Proses fototerapi, Buku Seminar kebidanan Universitas Indonesia.
- [4] Hari Santoso. Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula. Trenggalek : Elang Sakti. 2015.
- [5] Cara Mengukur Kebutuhan Pemakaian PK AC Sesuai Ruangan. <https://embeddednesia.com/v1/wemos-d1-board-esp8266-yang-kompatible-dengan-arduino/>
- [6] <https://www.openhacks.com/uploads/productos/wemos-d1-r2-schematic.pdf>
- [7] Cara Menyambung LCD ke Arduino. <https://inkubator-teknologi.com/cara-menyambung-lcd-kearduino/>. (diakses, Jumat, 7 Juni 2023).
- [8] <https://embnesia.wordpress.com/2015/12/2/pull-up-danpull-down/>. (diakses, Jumat, 7 Juni 2023).
- [9] <https://forum.hobbycomponents.com/viewtopic.php?t=2125>
- [10] Handayani Saptaji W. Mudah Belajar Mikrokontroler Dengan Arduino. Jakarta : Widya Media. 2016.
- [11] Heri Andrianto AD. Ardiino Belajar Cepat dan Pemrograman. Bandung. Penerbit Informatika 2017.