

RANCANG BANGUN ALAT PHOTOTHERAPY MENGGUNAKAN LED BERBASIS ARDUINO

Design and Construction of the phototherapy instrument that use LED based on Arduino

Edy Supriyadi, Kasfika Nurman

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta

Abstrak

Alat *phototherapy* adalah alat yang digunakan untuk terapi penyakit kuning atau *hiperbilirubin*. Perancangan ini meliputi tahap perancangan dan realisasi Rancang Bangun Alat Phototherapy menggunakan LED berbasis Arduino. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk membuat alat *phototherapy* menggunakan LED yang dapat mengurangi kadar bilirubin pada bayi kuning.

Secara garis besar alat ini terdiri dari tiga buah subsistem. Subsistem tersebut adalah subsistem input, subsistem pengolahan data dan subsistem output. Subsistem input terdiri dari dua buah komponen, pertama ada sensor LM35 sebagai sensor suhu tubuh bayi dan kedua adanya *push button* untuk mengatur durasi terapi. Subsistem pengolahan data menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai otak dari seluruh sistem. Subsistem output terdiri dari tiga buah komponen, pertama ada blue LED sebagai sumber cahaya terapi, kedua ada buzzer sebagai alarm dan ketiga ada modul Bluetooth HC-05 sebagai perantara koneksi antara alat dengan *smartphone* Android.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada Rancang Bangun Alat Phototherapy menggunakan LED berbasis Arduino terlihat bahwa semua perangkat berfungsi dengan baik. Sensor LM35 dapat digunakan untuk memantau suhu tubuh bayi dengan tingkat keakurasian 98,5 %. Modul *bluetooth* dapat bekerja dengan baik pada jarak 10 meter. Jarak optimal penggunaan alat phototherapy yang dibuat sekitar 20-30 cm agar didapat intensitas cahaya blue LED $\geq 30 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$.

Kata kunci : *Phototherapy, Hiperbilirubin, Arduino uno, LED, Modul bluetooth HC-05*

Abstract

A phototherapy is an instrument's therapy for a newborn infant who get hyperbilirubinemia or jaundice. This thesis covers the design of the instrument and the realization of the phototherapy instrument that use LED based on Arduino. This thesis aims to make a phototherapy instrument with LED that can reduce bilirubin in jaundice infant.

This instrument base on three subsystems. It consist of input subsystem, data processing subsystem and output subsystem. The input subsystem consist of two components, first is LM35 sensor for temperature sensor on infant body, and second is push button for controlling the therapy. The data processing subsystem using Arduino Uno microcontroller as the brain for the whole system. The output system consist of three components, first is blue LED as the source therapy light, second is buzzer as an alarm and the third is module Bluetooth HC-05 as connection between the instrument and smartphone Android.

Based on the test, all the devices work properly. LM35 sensor can use to monitor infant temperature with the level of accuracy 98.5%. The module bluetooth can work properly at a distance 10 meter. The optimal distance on the instrument made around 20-30 cm in order to obtain the intensity of blue LED $\geq 30 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$.

Keywords: *Phototherapy, Hiperbilirubin, Arduino uno, LED, Module bluetooth HC-05*

1. Pendahuluan

Secara konvensional, penyakit kuning diobati dengan mengekspos bayi ke sinar matahari, yang biasanya dilakukan hanya di pagi hari dan dilakukan berulang-ulang sehingga waktu penyembuhan akan lama.

Saat ini, perawatan medis yang paling umum untuk menyembuhkan penyakit kuning adalah menggunakan alat *phototherapy*. Bayi akan terkena cahaya biru yang memiliki kisaran panjang gelombang 450-490 nm untuk jangka waktu tertentu sampai tingkat bilirubin mereka turun ke tingkat yang aman untuk bayi.

Selama ini, alat *phototherapy* hanya dapat dilakukan pemantauan secara langsung di tempat. Sehingga pengguna secara berkala harus mendatangi bayi untuk pemantauan. Dengan adanya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, mempermudah pengguna, seperti perawat ataupun

bidan agar dapat memonitor atau melakukan pemantauan waktu dan suhu melalui *smartphone* pengguna. Tidak mengurangi kewajiban perawat untuk melakukan pemeriksaan pada jam-jam tertentu, tetapi menambah kemudahan dalam pemantauan.

1.1. Pokok Permasalahan

Adapun pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah merancang dan membuat alat *phototherapy* berbasis Arduino menggunakan LED cahaya biru untuk mengurangi kadar bilirubin pada bayi. Perangkat yang dibuat harus memungkinkan pengguna mengatur durasi terapi dan memantau suhu tubuh bayi selama dilakukan *phototherapy* melalui *smartphone* pengguna. Lampu akan mati secara otomatis serta adanya sistem pemberitahuan berupa alarm setelah perawatan selesai dan atau

bilamana mendeteksi kelainan pada suhu tubuh bayi.

1.2. Batasan Masalah

Untuk membatasi masalah yang ada, maka penulis membatasi ruang lingkup masalah sebagai berikut:

1. Menggunakan sistem kerja alat berbasis Arduino yang pemrogramannya tidak dibahas secara khusus
2. Menggunakan LM35 sebagai sensor suhu
3. Menggunakan LCD 16x2
4. Menggunakan modul Bluetooth HC-05
5. Menggunakan rangkaian pengendali LED
6. Menggunakan LED sebagai sumber cahaya terapi

Bab II Dasar Teori

2.1. Ikterus

Hiperbilirubinemia atau ikterus pada bayi yang baru lahir adalah merupakan hal yang wajar dan biasa terjadi pada 1 -2 minggu setelah kelahiran bayi. Berdasarkan statistik, 60% dari jumlah yang baru lahir tubuhnya akan menguning. Hal ini menandakan bahwa kadar bilirubin dalam darah bayi yang tinggi. Kadar bilirubin yang berada dibawah 12 mg/dL dapat ditangani dengan cara menjemur bayi dibawah paparan sinar matahari pagi antara pukul 7 sampai 9 pagi. Namun ada beberapa bayi yang kadar bilirubinnya meningkat hingga 25 mg/dL. Bayi yang lahir prematur memiliki 75% kemungkinan untuk mencapai kadar bilirubin yang tinggi dibandingkan bayi yang lahir dengan normal. Cara yang dilakukan untuk menangani Neonatal Jaundice dengan kadar bilirubin yang tinggi adalah dengan melakukan terapi sinar di rumah sakit atau puskesmas.

2.2. Efektivitas Phototherapy

Panjang gelombang yang paling sesuai berkisar antara 400nm-520nm dengan puncak arus 460nm \pm 10nm dan cahaya biru ditemukan paling dekat yang mendekati spektrum absorpsi bilirubin. Intensitas yang disarankan untuk terapi sinar adalah ≥ 30 μ watt/cm². Untuk memaksimalkan luas permukaan tubuh terbuka, posisi tubuh bayi perlu diubah setiap 2 sampai 3 jam. Semakin besar luas permukaan yang terpapar, semakin besar laju deklinasi bilirubin total. Bayi dengan kulit tebal dan sangat berpigmen dapat mencegah keefektifan *phototherapy*. Semakin lama bayi terkena sinar *phototherapy*, akan meningkatkan keefektifan pengobatan. Untuk pengobatan yang efektif, konsentrasi bilirubin serum harus menunjukkan penurunan lebih dari 2 mg/dL (34 μ mol/L) dalam waktu 4 sampai 6 jam setelah inisiasi dan pengobatan harus dihentikan jika bilirubin di bawah 200 μ mol/L.

2.3. Mikrokontroler Arduino Uno

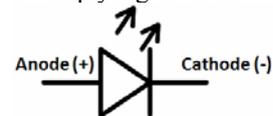
Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input atau output digital di mana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda).

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '8U2 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan.

2.4. Light Emitting Diode (LED)

LED merupakan salah satu aplikasi semikonduktor yang dapat memancarkan cahaya jika diberi tegangan. LED memiliki struktur yang hampir sama dengan dioda. LED dapat bertahan selama 40.000 hingga 100.000 jam dengan efisiensi energi 82% sampai 93%. Oleh karena itu LED dapat dikembangkan sebagai sumber cahaya karena memiliki masa hidup yang lama dan hemat energi.



Gambar 2.1 Skematik LED

2.4.1. Karakteristik LED

LED akan menyala bila ada arus listrik mengalir dari anoda ke katoda. LED memiliki karakteristik berbeda-beda menurut warna yang dihasilkan. Semakin tinggi arus yang mengalir pada LED, maka semakin terang cahaya yang dihasilkan. Namun perlu diperhatikan bahwa besarnya arus dan tegangan yang diperbolehkan sesuai dengan karakteristik masing-masing LED menurut karakter warna yang dihasilkan. Apabila arus yang mengalir lebih dari yang ditentukan, maka LED akan terbakar. Di dalam LED terdapat sejumlah zat kimia yang akan mengeluarkan cahaya jika elektron-elektron melewatinya. Dengan mengganti zat kimia ini (doping), dapat diganti panjang gelombang cahaya yang dipancarkannya, seperti infrared, hijau/biru/merah, dan ultraviolet.

2.4.2. Klasifikasi tegangan LED

Tegangan kerja pada sebuah LED menurut warna yang dihasilkan:

1. Inframerah : 1,6 V
2. Merah : 1,8 V – 2,1 V
3. Oranye : 2,2 V
4. Kuning : 2,4 V
5. Hijau : 2,6 V
6. Biru : 3,0 V – 3,5 V
7. Putih : 3,0 V – 3,6 V
8. Ultraviolet : 3,5 V

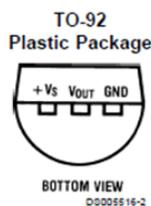
2.5. Transistor sebagai saklar

Transistor merupakan komponen elektronik yang terbuat dari bahan semi konduktor yang terdiri dari tiga bagian, yaitu basis, kolektor, dan emiter. Transistor yang digunakan sebagai saklar adalah dengan memanfaatkan karakteristik transistor ketika berada pada daerah saturasi dan cut-off. Jika sebagai saklar tertutup, maka transistor dalam keadaan saturasi. Sebaliknya, saat menjadi saklar terbuka, maka transistor dalam keadaan cut-off (tersumbat).

Untuk membuat transistor dapat bekerja, maka transistor harus mendapat tegangan bias pada basisnya. Tegangan basis tersebut besarnya sekitar 0,7 Volt untuk transistor dari bahan silikon dan 0,3 Volt untuk transistor dari bahan germanium.

2.6. LM35

Sensor LM 35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk Integrated Circuit (IC), di mana output tegangan keluaran sangat linear terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar 10 mV/°C yang berarti bahwa tiap kenaikan suhu 1° C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV. Jangka sensor mulai dari 0° C sampai dengan 150° C

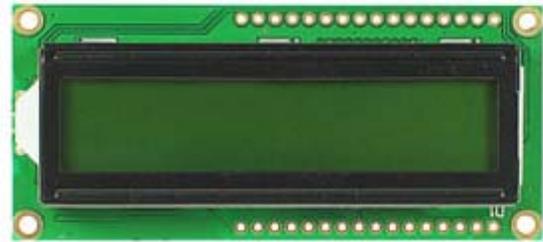


Gambar 2.2 Bentuk fisik sensor LM35

2.7. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) seperti gambar 2.9 adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD yang digunakan dalam pembuatan modul ini adalah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan teks. Pin pada LCD akan terhubung ke Arduino Uno sehingga

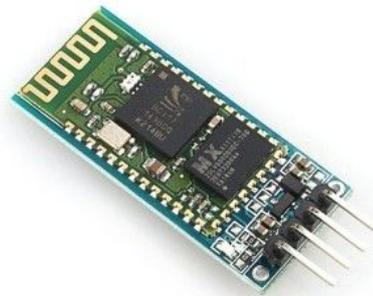
dapat menghasilkan tampilan sesuai yang sudah diprogramkan.



Gambar 2.3 LCD 16x2

2.8. Modul Bluetooth HC-05

HC-05 merupakan bluetooth seri yang terdiri dari modul Bluetooth interface serial dan adapter. Bluetooth serial digunakan untuk mengkonversi port serial Bluetooth. Modul ini memiliki dua mode, yaitu Master dan Slave. Gambar 2.4 merupakan bentuk dari modul HC-05.



Gambar 2.4 Modul Bluetooth HC-05

Komunikasi serial merupakan komunikasi data dengan pengiriman data secara satu per satu pada waktu tertentu. Komunikasi data serial hanya menggunakan dua kabel, yaitu kabel data untuk pengiriman yang disebut transmitter (TX) dan kabel data untuk penerimaan yang disebut receiver (RX). Kelebihan dari komunikasi serial adalah jarak pengiriman dan penerimaan dapat dilakukan dalam jarak yang cukup jauh dibandingkan dengan komunikasi paralel. Namun kekurangannya, kecepatannya lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel. Penggunaan utama dari modul Bluetooth ini adalah menggantikan komunikasi serial via kabel

2.9. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Jenis Buzzer yang sering ditemukan dan digunakan adalah buzzer yang berjenis Piezoelectric, hal ini dikarenakan buzzer Piezoelectric memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke rangkaian elektronika lainnya. Buzzer yang termasuk dalam keluarga Transduser ini juga sering disebut dengan Beeper. Tegangan listrik yang diberikan ke bahan Piezoelectric akan menyebabkan gerakan mekanis.

Gerakan tersebut kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan menggunakan diafragma dan resonator.

Bab III Rancang Bangun Alat

3.1. Konsep Alat

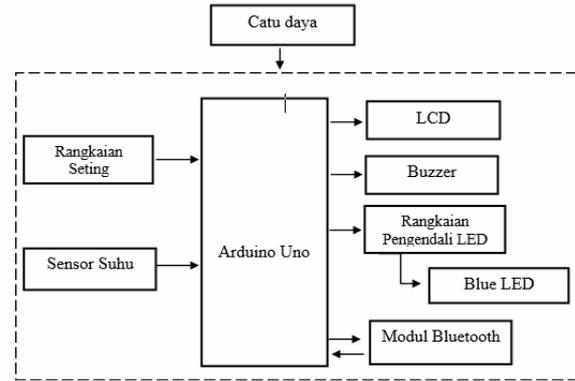
Pada rancang bangun alat phototherapy ini, sumber cahaya yang digunakan untuk penyinaran adalah LED dengan sinar biru. Alat yang akan dibuat juga dilengkapi dengan pewaktu lamanya penyinaran yang bisa diatur oleh pengguna serta adanya sensor suhu untuk memantau kondisi suhu tubuh bayi. Bila waktu penyinaran telah selesai atau suhu tubuh bayi melebihi 38 °C, maka LED padam secara otomatis.

Selain itu, alat juga dilengkapi dengan sebuah layar LCD 16x2. Dengan demikian, user/pengguna dapat memantau kondisi tubuh bayi. Alat juga dilengkapi dengan sistem pemberitahuan berupa alarm. Alarm akan berbunyi bila waktu penyinaran telah selesai atau suhu tubuh bayi melebihi 38 °C.

Tak hanya dipantau melalui layar LCD saja, alat ini juga dapat dipantau dengan smartphone Android yang telah ter-install Aplikasi Phototherapy melalui koneksi bluetooth. Dengan begitu, user dapat leluasa untuk melakukan berbagai aktivitas tanpa harus berada terlalu dekat dengan alat. Aplikasi di smartphone juga dilengkapi dengan sistem notifikasi. Notifikasi akan muncul bersamaan dengan pemberitahuan berupa tone bila suhu tubuh bayi melebihi 38 °C. Selain itu, notifikasi juga akan muncul setiap tiga jam untuk memberitahu bayi perlu asupan ASI dan dua puluh empat jam untuk bayi diambil darahnya.

3.2 Perencanaan Diagram Blok

Sebelum memasuki tahap perancangan, perlu dibuat blok diagram untuk mempermudah dalam memahami cara kerja dan perbaikan alat. Cara kerja dari rancang bangun ini adalah pada saat alat dinyalakan, arduino mendapat inputan dari sensor suhu dan suhu tersebut ditampilkan di LCD. Pengaturan durasi terapi dilakukan dengan menekan push button, saat tombol Start ditekan, timer akan menghitung mundur dan Arduino memberikan instruksi ke rangkaian pengendali lampu untuk menyalakan blue LED. Saat durasi terapi selesai, Arduino memberikan instruksi ke rangkaian pengendali untuk memadamkan blue LED dan mengaktifkan buzzer. Dari cara kerja tersebut maka dibuatlah blok diagram pada gambar 3.1, dimana tiap blok mempunyai fungsi masing-masing tetapi merupakan satu kesatuan yang erat dan saling mendukung untuk dinamakan sebuah alat.



Gambar 3.1. Blok Diagram Phototherapy

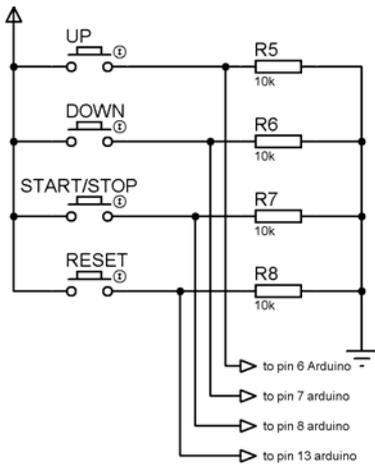
Pada Gambar 3.1 terdapat beberapa komponen untuk membuat Rancang Bangun Alat Phototherapy Menggunakan LED Berbasis Arduino. Komponen-komponen tersebut memiliki fungsi masing – masing dan saling berhubungan. Fungsi dari sensor suhu untuk memonitor kondisi suhu tubuh bayi. LCD akan menampilkan timer dan suhu tubuh bayi. Rangkaian pengendali lampu berfungsi memutus hubungan suplai listrik blue LED yang dikendalikan oleh output Arduino Uno. Buzzer yang berfungsi menandakan bahwa penyinaran telah selesai atau suhu tubuh bayi melebihi 38 °C. Modul bluetooth HC-05 sebagai penghubung komunikasi antara alat dengan smartphone (android). Arduino Uno sebagai pusat kontrol dari keseluruhan sistem.

3.3 Perancangan Perangkat Keras

3.3.1 Perancangan Rangkaian Seting Timer

Dalam rangkaian seting ini menggunakan push button (normaly open) sebagai tombol untuk menaikkan suhu setting (Up), menurunkan suhu setting (Down), tombol untuk memulai terapi (Start/Stop) dan tombol untuk mengulang timer dari awal dan menghentikan seluruh proses timer (Reset).

Tombol push button dihubungkan dengan sumber tegangan sebesar 5 Vdc sedangkan kaki push button yang lain dihubungkan ke arduino serta ke resistor 10kΩ yang telah terhubung ke ground, dapat dilihat pada Gambar 3.2. Sehingga apabila tombol seting ditekan maka akan memberikan tegangan high yang kemudian akan dibaca sebagai masukan logika 1 oleh arduino.

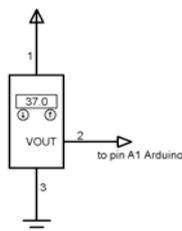


Gambar 3.2 Rangkaian seting timer

3.3.2 Perencanaan rangkaian sensor suhu

Sensor suhu yang digunakan adalah IC LM35 yang cara kerjanya mengubah dari besaran suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisiensi sebesar 10 mV / °C yang berarti bahwa tiap kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV (datasheet). Artinya apabila LM 35 membaca suhu 37 °C keluaran LM35 sebesar 370 mV.

Sensor suhu LM35 memiliki 3 pin yaitu pin 1 merupakan Vcc yang terhubung ke pin keluaran 5 Volt pada board Arduino, Pin 2 atau Vout LM35 terhubung ke input analog pin A1 (PC1/ADC1) dari Arduino dan pin 3 merupakan ground, bisa dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Skematik LM35

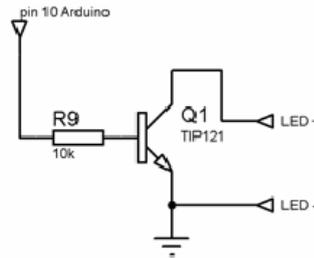
3.3.3 Perencanaan rangkaian pengendali blue LED

Rangkaian pengendali blue LED berfungsi sebagai pengontrol bekerjanya Blue LED. Rangkaian ini dirancang menggunakan transistor TIP121 yang dapat mengontrol tegangan beban yang besar pada kaki kolektor.

Transistor TIP121 memiliki tiga buah kaki yaitu basis (B), kolektor (C), dan emitor (E), seperti pada gambar 3.4. Prinsip kerja dari rangkaian pengendali ini adalah memutus dan mengalirkan tegangan ke blue LED sesuai dengan sinyal yang diterima dari mikrokontroler.

Bila keluaran pada pin 10 Arduino berlogika tinggi maka transistor akan bekerja sehingga blue LED akan menyala karena tegangan pada kolektor akan terhubung ke ground melalui kaki emitor. Bila keluaran pada pin 10 berlogika rendah maka

transistor tidak dapat bekerja dan lampu pun tidak akan menyala.



Gambar 3.4 Skematik rangkaian pengendali blue LED

3.3.4 Perencanaan rangkaian display

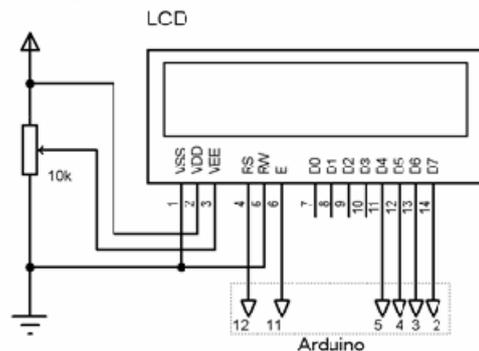
Rangkaian display menggunakan Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 sebagai layar yang berfungsi untuk menampilkan durasi waktu dan suhu, dapat dilihat pada gambar 3.5.

Rangkaian display ini menggunakan metode 4 bit yaitu pin D4 sampai pin D7 yang terhubung pada pin 2 sampai pin 5 Ardiuno.

Pin 4 (RS) yang berfungsi untuk memberitahu LCD bahwa sinyal yang dikirim adalah data atau perintah dihubungkan dengan pin 12 Ardiuno dan Pin 6 (E) dihubungkan dengan pin 11 Ardiuno sedangkan pin 5 (RW) dihubungkan dengan ground karena hanya membutuhkan penulisan karakter pada LCD sehingga diberi logika nol atau Low.

Pin 3 (-VEE) digunakan untuk mengatur kontras layar LCD sehingga dihubungkan ke variable resistor. Kontras kecerahan LCD akan berubah jika tegangan yang masuk ke pin VEE diturunkan atau dinaikkan.

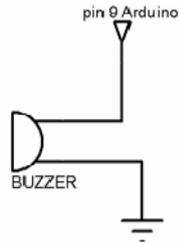
LCD ini membutuhkan catu daya sebesar +5 VDC yang didapatkan dari modul Ardiuno Uno.



Gambar 3.5. SkematikRangkaian display.

3.3.5 Perencanaan rangkaian buzzer

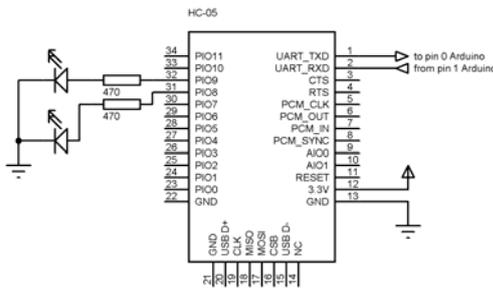
Rangkaian buzzer ini sebagai indikator yang menandakan bahwa waktu penyinaran yang diatur sudah tercapai dan atau apabila suhu tubuh bayi melebihi dari 38 °C. Input dari rangkaian buzzer berasal dari pin 9. Gambar 3.6 merupakan skematik dari rangkaian buzzer.



Gambar 3.6 Skematik rangkaian buzzer

3.3.6 Perencanaan rangkaian bluetooth HC-05

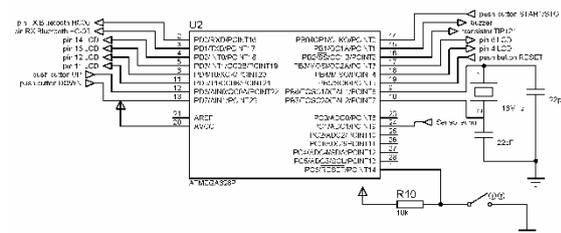
Bluetooth pada perencanaan ini sudah dalam bentuk modul, skematik rangkaian bisa dilihat pada gambar 3.7. Pada Pin 1 (TX) pada Bluetooth HC-05 terhubung dengan pin 0 (RX) pada Arduino Uno. Pin 2 (Rx) pada Bluetooth HC-05 terhubung dengan pin 1 (TX) pada Arduino Uno. VCC dan GND pada modul Bluetooth dihubungkan dengan sumber tegangan 5 VDC dan GND yang ada di Arduino Uno. Pin PIO8 digunakan untuk mengontrol led indikator, akan berkedip jika modul Bluetooth mendapat power. Pin PIO9 digunakan untuk mengontrol indikator pairing, lampu led akan terus menyala apabila ada komunikasi.



Gambar 3.7 Skematik rangkaian Bluetooth HC-05

3.3.7 Perencanaan rangkaian mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler Arduino sangat berperan penting dalam alat ini. Karena hampir semua kinerja rangkaian yang lain berhubungan dengan rangkaian ini. Pada rangkaian ini menggunakan Atmega328 sebagai otak dari Alat Phototherapy. Arduino Uno dipilih pada alat ini karena memiliki kapasitas pin input/output yang cukup sesuai dengan perencanaan yang di buat seperti pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Perencanaan koneksi Arduino Uno Sensor LM35 memberikan inputan ke pin A1 (PC1) yang merupakan masukan analog pada Arduino Uno. Ada 4 buah push button sebagai

inputan untuk mengatur durasi waktu terapi yaitu tombol UP ke pin 6 (PD6); Down ke pin 7 (PD7); START/STOP ke pin 8 (PB0) dan RESET ke pin 13 (PB5) Arduino.

LCD sebagai penampil mendapatkan inputan dari Arduino pin 11 (PD5) sampai pin 14 (PD2) untuk data bus, pin 11 (PB3) Arduino ke pin RS dan pin 12 (PB4) Arduino ke pin E pada LCD.

Pin 0 (RXD) pada Arduino dihubungkan ke pin TX pada modul Bluetooth HC-05 sedangkan pin 1 (TXD) pada Arduino dihubungkan dengan pin RX pada modul bluetooth.

Pin 9 (PB1) Arduino dihubungkan ke buzzer sebagai alarm yang bekerja sesuai dengan instruksi dari Arduino sedangkan pin 10 (PB2) Arduino dihubungkan ke pin transistor TP121 yang berfungsi sebagai saklar untuk menghidup-matikan LED.

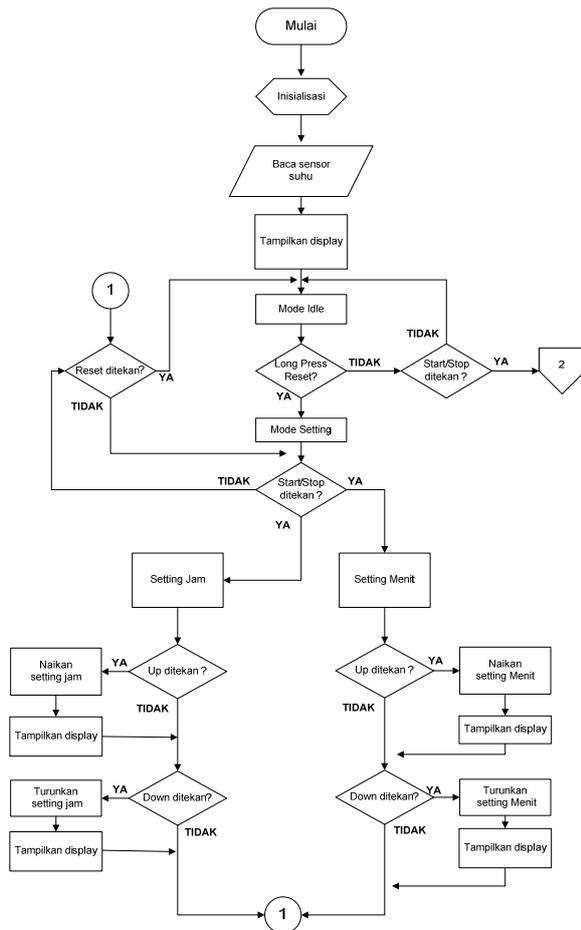
3.4 Perencanaan Perangkat Lunak

3.4.1 Perencanaan Program Arduino

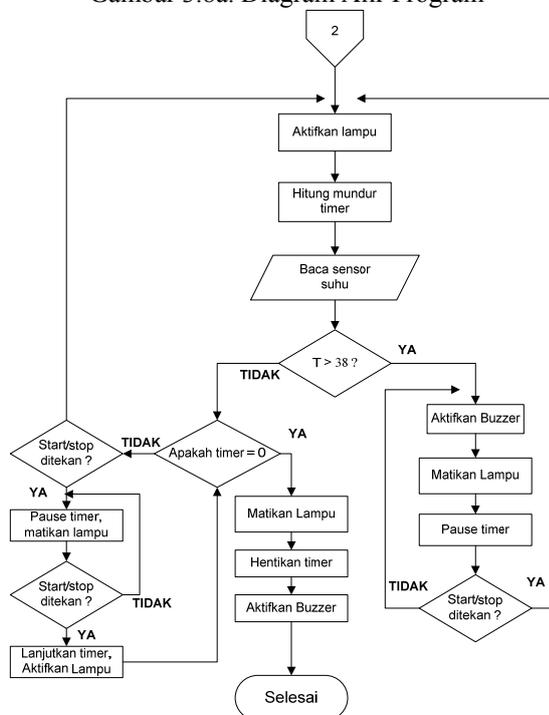
Perangkat lunak yang dirancang, dibuat dengan menggunakan bahasa Arduino. Alogaritma program utama dari perancangan perangkat lunak dapat dilihat dalam diagram alir, yang mana dengan kata lain disebut sebagai diagram yang menyajikan prosedur untuk menjalankan secara berurutan sesuai dengan yang kita harapkan.

Pada saat program dijalankan maka mikrokontroler akan mendeklarasikan semua perintah yang digunakan, seperti konfigurasi LCD dan deklarasi variable. Saat program dijalankan alat melakukan inialisasi kemudian membaca data inputan sensor suhu dan ditampilkan ke LCD. Saat ini alat dalam Mode Idle, untuk mengatur durasi terapi masuk ke Mode Setting dengan menekan dan tahan tombol Reset sampai tampilan LCD berubah ke pilihan pengaturan timer. Untuk merubah pilihan jam dan menit tekan tombol Start/Stop dan tekan tombol Up untuk menaikkan pengaturan waktu dan Down untuk menurunkan pengaturan waktu. Tekan Tombol Reset untuk kembali ke Mode Idle.

Saat tombol Start/Stop ditekan pada Mode Idle, Timer mulai menghitung mundur, Blue Led menyala, serta sensor suhu memberikan data ke Arduino untuk diolah. Apabila suhu lebih dari 38 °C akan mengaktifkan buzzer, timer berhenti dan mematikan LED, tekan Start/Stop kembali untuk mengaktifkan timer dan menyalakan lampu. Timer akan berhenti menghitung mundur saat waktu yang diatur tercapai, Blue Led akan berhenti menyala dan Buzzer akan aktif.



Gambar 3.8a. Diagram Alir Program



Gambar 3.8b. Diagram Alir Program

Untuk memudahkan pengguna dalam memantau suhu dan durasi, alat phototherapy ini juga dapat dioperasikan melalui aplikasi dalam smarhphone Android. Dalam aplikasi ini, pengguna dapat mengatur dan mengetahui lamanya waktu penyinaran, memulai dan memberhentikan pewaktu, serta memantau suhu tanpa harus berada di dekat alat. Aplikasi ini dibuat dan harus di-install terlebih dahulu pada smartphone yang dimiliki oleh pengguna.

Tampilan Aplikasi Phototherapy pada smartphone Android dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Tampilan Aplikasi Phototherapy

Bab IV Pengujian dan Analisa

4.1. Persiapan

Untuk mendukung hasil pengukuran dan pendataan pada Rancang Bangun Alat Phototherapy ini, penulis menggunakan beberapa alat pendukung. Adapun alat-alat yang digunakan sebagai berikut:

1. Stopwatch
2. Environment Meter
(Light meter, Temp. Meter, Humidity meter, Sound level meter)
Merk: Krisbow
Type: KW06-291
3. Bili-Meter
Merk: Olympic
Model 22

4.2. Pengujian Perangkat Keras

4.2.1. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu bertujuan untuk mengetahui keakurasian temperatur. Metode pengujiannya adalah membandingkan tampilan suhu di LCD alat phototherapy dengan hasil pengukuran suhu Environment meter. Pada awal pengukuran kondisi suhu yang dibandingkan adalah suhu normal ruangan lalu kedua sensor suhu dipanaskan menggunakan solder kemudian di catat. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1.

3.4.2 Perencanaan Aplikasi Phototherapy

Tabel 4.1 Hasil pengujian sensor suhu

No	Environment meter (°C)	Tampilan LCD (°C)
1	24,7	24
2	26,3	26
3	29,4	29
4	33,5	33
5	35,6	35
6	38,4	38
7	40,6	40

Setelah data dari hasil pengujian pada tabel 4.1 dihitung persentase kesalahannya, maka didapatkan rata-rata persentase kesalahannya sebesar 1,5%.

4.2.2. Pengujian Timer

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi pewaktu yang ada di Rancang Bangun Alat Phototherapy. Metode pengujiannya adalah dengan cara membandingkan hasil antara timer di alat phototherapy dengan stopwatch.

Tabel 4.2 Hasil pengujian pewaktu

No	Waktu seting (menit)	Stopwatch (menit)		
		Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
1	5	05:05	05:05	05:04
2	10	10:06	10:06	10:06
3	15	15:11	15:12	15:11

Setelah data dari hasil pengujian pada tabel 4.2 di hitung presentase kesalahannya, maka didapatkan rata-rata presentase keakurasiannya sebesar 99,01%.

4.2.3. Pengujian Jarak Transmisi Modul Bluetooth HC-05

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa kemampuan jarak transmisi modul Bluetooth HC-05 dapat mengirim dan menerima data informasi secara serial ke smartphone yang telah ter-install aplikasi Phototherapy, begitupun sebaliknya. Proses pengujian dilakukan dengan cara melakukan pairing terlebih dahulu antara smartphone Android dengan modul Bluetooth HC-05 agar terjadi koneksi.

Tabel 4.3 Hasil pengujian jarak transmisi

Jarak (meter)	Keberhasilan mengirim dan menerima data			
	Phototherapy		Smartphone	
	Kondisi tanpa halangan	Kondisi dengan halangan	Kondisi tanpa halangan	Kondisi dengan halangan
2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
15	Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal
20	Gagal	Gagal	Gagal	Gagal

. Dari hasil pengujian pada tabel 4.3, dapat dilihat jarak kemampuan modul Bluetooth HC-05 untuk mengirim dan menerima data dari dan ke smartphone. Pada keadaan tanpa halangan jarak

maksimum yang berhasil dikirim dan diterima sekitar 15 meter dan keadaan ada halangan sekitar 10 meter. Dengan menggunakan modul Bluetooth HC-05 pada Rancang Bangun Alat Phototherapy ini hanya mampu mengirim dan menerima data kurang lebih sekitar 10-15 meter, yang berarti hanya cukup untuk berkomunikasi antar beda ruangan

4.2.4. Pengujian Intensitas Cahaya

Pengujian intensitas cahaya bertujuan untuk mengetahui apakah LED yang dipakai bisa digunakan untuk terapi cahaya. Tujuan lainnya adalah untuk mengetahui berapa jarak minimal antara alat dengan bayi, nantinya data yang di dapat akan dijadikan panduan jarak pada saat digunakan. Metode yang dilakukan adalah mengukur intensitas cahaya dengan menggunakan alat ukur Bili-meter yang biasa digunakan untuk pengukuran intensitas cahaya phototherapy.

Tabel 4.4 Hasil pengujian Intensitas Cahaya.

Jarak (cm)	Intensitas Cahaya (µW/cm ² /nm)		
	Pengukuran I	Pengukuran II	Pengukuran III
20	79,9	80,3	79,8
30	42	42,1	41,5
40	22,5	22,7	22,9

Dari hasil pengujian pada tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa sumber cahaya (LED) dapat digunakan untuk terapi cahaya pada bayi kuning (ikterus) sesuai dengan standar intensitas yang ada pada tabel 2.1. Jarak minimal alat ini pada saat digunakan untuk terapi adalah sekitar 30-40 cm.

4.3. Pengujian Alat Secara Keseluruhan

4.3.1 Pengujian Hubungan Durasi Terapi, blue LED dan buzzer

Pengujian ini dilakukan dengan cara memulai terapi. Fungsi dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah hubungan antara durasi terapi, blue LED, dan buzzer dapat berjalan dengan baik. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil pengujian durasi terapi, blue LED dan buzzer

No	Kondisi	Status	
		Blue LED	Buzzer
1	Penyinaran dimulai (START)	ON	OFF
2	Penyinaran berhenti (STOP)	OFF	OFF
3	Penyinaran selesai	OFF	ON

Dari tabel 4.5 dapat dilihat bahwa blue LED akan aktif saat penyinaran dimulai dan akan padam saat penyinaran berhenti dan selesai. Buzzer akan aktif saat penyinaran selesai. Pada pengujian ini, blue LED, Buzzer dan durasi terapi berjalan dengan baik.

4.3.2 Pengujian Hubungan Sensor suhu, Blue LED dan Buzzer

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apabila suhu melebihi dari 38 °C maka blue LED akan padam dan Buzzer akan aktif. Fungsi dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah hubungan sensor suhu, blue LED dan buzzer berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil pengujian sensor suhu, Blue LED dan buzzer.

No	Kondisi	Status	
		Blue LED	Buzzer
1	Suhu 35 °C	ON	OFF
2	Suhu 36 °C	ON	OFF
3	Suhu 37 °C	ON	OFF
4	Suhu 38 °C	OFF	ON
3	Suhu 39 °C	OFF	ON

Dari tabel 4.6, ketika suhu melebihi 38 °C maka otomatis blue LED akan padam dan buzzer akan aktif. Dari percobaan ini terlihat bahwa hubungan antara sensor suhu, Blue LED dan buzzer berjalan baik.

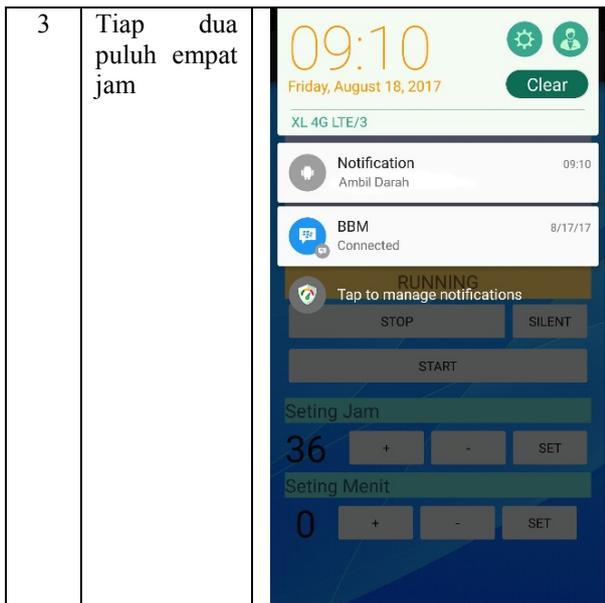
4.3.3 Pengujian Notifikasi Aplikasi Arduino

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah Arduino berhasil mengirimkan instruksi ke Aplikasi Phototherapy dan mengeluarkan notifikasi sesuai dengan kondisi-kondisi yang direncanakan. Hasil dari pengujian notifikasi ini dapat dilihat pada tabel 4.7.

Dari tabel 4.7 terlihat bahwa Aplikasi Phototherapy dapat mengeluarkan notifikasi pada kondisi-kondisi yang direncanakan, berarti pengujian notifikasi ini berjalan dengan baik.

Tabel 4.7. Hasil pengujian notifikasi

No	Kondisi	Notifikasi
1	Suhu \geq 38 °C	
2	Tiga jam pertama	



Bab V Simpulan

Berdasarkan pada perencanaan, pengujian analisa data, pengamatan, dan dasar teori yang menunjang serta hasil data-data pengukuran maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Alat *Phototherapy* berbasis Arduino ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan dan standar yang berlaku.
2. Jarak maksimum antara alat dengan *smartphone* pengguna adalah 10 meter dengan kondisi ada halangan.
3. Untuk mendapatkan intensitas $\geq 30 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$, jarak antara alat dengan bayi sekitar 30-40 cm saat penyinaran.
4. Berdasarkan analisa data maka didapat tingkat keakurasian sensor suhu adalah 98,5%.

Daftar Pustaka

- [1] **Vinod K. Bhutani., & the Committee on Fetus and Newborn.** (2011). *Phototherapy to Prevent Severe Neonatal Hyperbilirubinemia in the Newborn Infant 35 or More Weeks of Gestation*. DOI: 10.1542/peds.2011-1494 <http://pediatrics.aappublications.org/content/128/4/e1046.full.html>
- [2] **Maisels MJ, McDonagh AF.** (2008). *Phototherapy for neonatal jaundice*. N Engl J Med. 358(9):920 –928
- [3] **Maisels M. J.** (1996). *Why use homeopathic doses of phototherapy* *Pediatrics*; 98: 283-87
- [4] **Cloe A.** (2010) *How phototherapy works on Jaundice*
- [5] **H. Wibisono, Y. Purwanto., & W. A. Prasetyanto.** (2015). *Rancang Bangun Sistem Komunikasi Data Game Controller*

- Menggunakan Bluetooth Pada Robot Humanoid Soccer*. The 3 rd Indonesian Symposium on Robot Soccer Competition, Yogyakarta
- [6] **Arduino,** (2014). Arduino Broad Uno (<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>)
 - [7] **Siyamta.** (2005,) “*Pengantar Teknologi Bluetooth*”. [Online] <http://IlmuKomputer.com>
 - [8] **Siregar,** (2011), *Membongkar Source Code berbagai Aplikasi Android*, Gava Media, Yogyakarta
 - [9] **M. Bangun Agung.,** (2014). *Arduino for Beginner*. Jakarta
 - [10] **Hari Santoso.** *Membuat sensor suhu presisi dengan Arduino + LM35*. <http://www.elangsakti.com/2015/05/rangkaian-arduino-sensor-suhu-lm35.html>. Diakses pada tanggal 9 Mei 2017.
 - [11] **Malvino, Albert Paul.** (2003). *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Penerbit: Salemba Teknika