

PERANCANGAN INSTALASI PADA SISTEM AUTOMATIC PHOTOTHERAPY BERBASIS ARDUINO

Triongko Priyono¹, Novrian Idris²
Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana
triongkopriyono@unkris.ac.id, aderayent@gmail.com

Abstrak - Perkembangan ilmu pengetahuan dibidang teknologi elektro pada saat ini begitu pesat yang berdampak terhadap peralatan kesehatan. Pergantian dari sistem analog ke digital dan dari digital ke system mikrokontroler ataupun sistem komputerisasi telah terciptanya peralatan-peralatan kesehatan yang jauh lebih efektif, efisien, dan akurat dalam membantu tenaga medis melakukan pekerjaannya, sehingga mutu pelayanan kesehatan dapat meningkat. Phototherapy merupakan salah satu peralatan kesehatan yang digunakan sebagai alat terapi. Pesawat phototherapy diperuntukan bagi Bayi Baru Lahir (BBL) atau Neonatus, yang mengalami hiperbillirubinemia dan terapi tersebut menggunakan lampu *blue light* yang merupakan salah satu cara untuk menetralsisir penyakit kuning tersebut menjadi normal.

Adapun tahap pertama yaitu perencanaan sistem automatic pada alat ini dirancang dengan menggunakan motor stepper yang telah mengatur jarak penyinaran *phototherapy* berdasarkan tingkat kadar billurubin pada bayi. Lalu tahap kedua adalah melakukan pengujian kelistirikan pada *power supply unit* telah didapati nilai drop tegangannya 0,32 Vdc, kelistrikan pada motor memiliki pesentase kesalahan 0,14% dan sensor sensitivitas jarak ketinggian serta lama waktu penyinaran alat phototherapy ini memiliki nilai kesalahan 0,13%. Dengan demikian alat yang dibuat berjalan dengan baik.

Kata Kunci : *Phototherapy, bayi kuning, billirubin, mikrokontroler, motor stepper, power supply.*

Abstract - *The development of science in the field of electrical technology is currently increasing which has an impact on health equipment. Substitution from analog to digital systems and from digital to microcontroller systems or computerized systems has created health equipment that is far more effective, efficient, and accurate in helping medical personnel do their work, thereby increasing health services that can be improved. Phototherapy is one of the health equipment used as a therapeutic tool. The phototherapy plane is accelerated for newborns (neonates) or neonates, which restore hyperbillirubinemia and the therapy uses a blue light which is one way to neutralize jaundice that becomes normal.*

So, first, the automatic system planning for this tool is designed using a stepper motor that has been equipped with phototherapy irradiation distances based on the level of billurubin levels in infants. Then click the second to test the electricity on the power supply unit which has found a voltage drop value of 0.32 Vdc, the electricity on the motor has a percentage error of 0.14% and the distance sensitivity sensor and the exposure time of this phototherapy device have an error value of 0.13%. Thus the tools made go well.

Keywords: *Phototherapy, yellow baby, billirubin, microcontroller, stepper motor, power supply.*

I. PENDAHULUAN

Pelayanan kesehatan terhadap masyarakat tidak terlepas dari keberadaan peralatan kesehatan. Perkembangan ilmu pengetahuan pada saat sekarang ini sangat cepat sekali terutama dibidang teknologi elektro yang berdampak juga terhadap perkembangan peralatan kesehatan. Pergantian dari sistem analog ke digital dan dari digital ke system mikrokontroller ataupun sistem komputerisasi telah memungkinkan terciptanya peralatan-peralatan kesehatan yang jauh lebih efektif, efisien, cepat dan akurat dalam membantu tenaga medis melakukan pekerjaannya, sehingga mutu pelayanan kesehatan dapat meningkat. pelayanan kesehatan yang dilakukan secara tepat dan cepat, pada akhirnya dapat menyembuhkan dan bahkan menyelamatkan jiwa pasien. Phototherapy merupakan salah satu peralatan kesehatan yang digunakan sebagai alat terapi.

Pesawat phototherapy diperuntukan bagi Bayi Baru Lahir (BBL) atau Neonatus, yang mengalami hiperbilirubinemia. Hiperbilirubinemia atau disebut juga dengan ikterus dapat ditemukan pada minggu pertama kelahiran neonatus, Billirubin merupakan produk yang bersifat toksin (racun) yang harus dikeluarkan oleh tubuh. Kelebihan kadar bilirubin dalam tubuh dapat menimbulkan gangguan menetap bahkan dapat megakibatkan kematian.

Untuk pengembangan dan peningkatan fungsi alat phototherapy di dunia medis penulis merancang tentang penempatan lampu peralatan phototherapy pada titik jarak yang sesuai dari bayi neonates dan menerapkan prototype newborn yang bisa mengontrol paparan suhu dan mengontrol penempatan lampu pada bayi secara otomatis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyakit Kuning (Hiperbilirubinemia)

Kuning merupakan suatu keadaan yang sering terjadi pada neonatus. Salah satu penyebab mortalitas pada bayi baru lahir adalah ensefalopati bilirubin yang merupakan komplikasi ikterus neonatorum yang paling berat. Ikterus merupakan gambaran klinis berupa pewarnaan kuning pada kulit dan mukosa karena *unconjugated bilirubin* yang tinggi.

Tata laksana hiperbilirubinemia bertujuan untuk mencegah agar kadar bilirubin

indirek dalam darah tidak mencapai kadar yang neurotoksik. Tata laksana terkini, meliputi dengan salah satu cara yaitu, fototerapi. Penggunaan fototerapi sebagai salah satu terapi hiperbilirubinemia telah dimulai sejak tahun 1950 dan efektif dalam menurunkan insiden kerusakan otak (kern ikterus) akibat hiperbilirubinemia. Fototerapi mengurangi hiperbilirubinemia melalui proses fotoisomerisasi dan isomerisasi structural. Efektivitas fototerapi tergantung pada kualitas cahaya yang dipancarkan lampu (panjang gelombang), intensitas cahaya (iradiasi), luas permukaan tubuh, jarak lampu fototerapi.



Gambar 1. Bayi dengan *Hiperbilirubinemia*

2.2 Phototherapy

Fototerapi merupakan terapi sinar untuk menurunkan kadar bilirubin darah dengan cara memfasilitasi ekskresi bilirubin tak terkonjugasi sehingga mudah dipecah dan larut dalam air. Fototerapi diberikan jika kadar bilirubin total > 13 mg/dl dalam 24 jam kelahiran. Lama fototerapi ditentukan berdasarkan kadar bilirubin neonatus dan periode waktu fototerapi dilakukan selama 24 jam terhadap perubahan kadar bilirubin dan dilakukan berulang hingga kadar bilirubin kembali normal.



Gambar 2. *Phototherapy*

2.3 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah tipe jenis Arduino yang cukup populer digunakan. Selain memiliki pin masukan dan keluaran yang banyak, Arduino jenis ini memiliki kapasitas memori yang lebih besar dibandingkan dengan beberapa jenis *Arduino* lainnya. Untuk ukuran dimensi perangkatnya *Arduino Mega 2560* termasuk jenis Arduino dengan ukuran board yang besar. gambar 2.3 menunjukkan bentuk fisik *Arduino Mega 2560*.

2.3 Motor Stepper

Motor stepper dapat berputar atau berotasi dengan sudut step yang bisa bervariasi tergantung motor yang digunakan. Ukuran step (step size) dapat berada pada range 0,90 sampai 900. Misalnya sudut step 7,50; 150; 300 dan seterusnya tergantung aplikasi atau kebutuhan yang diinginkan. Posisi putarannya pun relatif eksak dan stabil. Dengan adanya variasi sudut step tersebut akan lebih memudahkan untuk melakukan pengontrolan serta pengontrolannya dapat langsung menggunakan sinyal digital tanpa perlu menggunakan rangkaian closed-loop feedback untuk memonitor posisinya. Dengan alasan inilah maka motor stepper banyak digunakan sebagai actuator yang menerapkan rangkaian digital sebagai pengontrol/driver, ataupun untuk interfacing ke piranti yang berbasis mikroprosesor/mikrokontroler.



Gambar 3. Motor Stepper

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Gambaran Umum Sistem

Intensitas Blue Light Dan Kadar *Hipperbillirubinemia* Pada Rancang Bangun Alat Automatic Phototherapy Bayi yang

menggunakan arduino adalah perangkat alat kesehatan masyarakat sebagai alat terapi pada Bayi Baru Lahir (BBL) atau Neonatus yang menderita hiperbillirubinemia dan alat ini berfungsi untuk membantu tim medis mengatasi hal tersebut. Perangkat ini akan memaparkan cahaya biru terhadap bayi pada titik dan jarak yang sesuai dengan analisa dokter, berdasar hasil konsultasi.

Perangkat ini terdiri dari 2 bagian yaitu perangkat utama (*Main Device*) dan perangkat monitoring (*Monitoring Device*). Perangkat utama adalah perangkat yang terdiri dari : Mikrokontroler, Tampilan LCD 20 x 4, keypad, buzzer, Motor Stepper+Driver, Mekanik, dan lampu Blue Light. Adapun perangkat monitor berfungsi untuk memantau dan memonitor kondisi aktual sistem yang terjadi secara realtime. Perangkat utama dan perangkat monitoring bisa terhubung secara wireless ataupun menggunakan kabel tergantung kondisi dan keinginan perancangan, tetapi pada perancangan sistem ini akan digunakan komunikasi menggunakan wireless. Perangkat ini dirancang untuk memiliki kemampuan sebagai berikut :

A. Perangkat Utama (*Main Device*) :

1. Memiliki sensor intensitas cahaya yang mengukur intensitas cahaya dan sensor suhu yang mengukur temperatur suhu bayi.
2. Menampilkan intensitas cahaya, suhu udara, dan waktu aktual pada LCD 20x4.
3. Mengatur ketinggian sumber cahaya (posisi Z) yang akan mempengaruhi intensitas cahaya blue light yang mengenai objek bayi.
4. Mengirimkan data-data terukur ke komputer secara wireless (tanpa kabel).

B. Perangkat Monitor (*Monitoring device*) :

1. Memiliki perangkat penerima data wireless dari perangkat utama.

Software pada komputer yang menampilkan kondisi dan data-data tertentu dari perangkat utama (*Main Device*).

3.2 Blok Diagram Sistem Keseluruhan

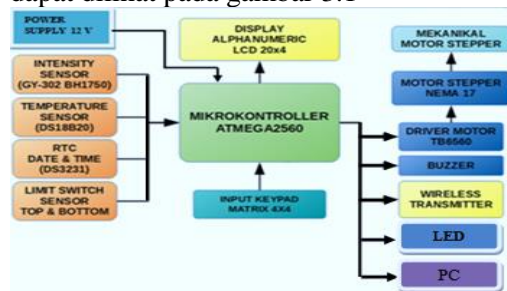
Sistem *automatic phototherapy* pada bayi berbasis mikrokontroler, ditinjau dari perangkat keras (hardware) terdiri dari :

1. Perangkat Utama (Main Device) :

Power Supply, Mikrokontroler *ATmega2560*, Display LCD 20 x 4, keypad matrix 4x4, Sensor cahaya photodiode, sensor suhu *DS18B20*, IC RTC *DS3231*, modul wireless Transmitter, Buzzer, Motor Stepper, Driver motor stepper, dan part mekanik.

2. Perangkat Monitor (Monitoring Device) : Modul Wireless Receiver dan Software Komputer.

Secara umum perancangan perangkat keras dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 4. Blok diagram perancangan Perangkat utama

Tiap-tiap bagian dari diagram blok sistem di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

➤ Perangkat Utama / Main Device

1. Main Device berada dalam kotak hitam yang terdiri dari mikrokontroler *ATmega2560*, display LCD 20x4, Keypad Matrix 4x4, Buzzer, Modul Wireless, Sensor cahaya, sensor suhu, Driver motor stepper, dan motor stepper.
2. Mikrokontroler *ATmega2560* berfungsi sebagai controller utama pada sistem yang membaca sensor, input-output, mengatur sistem, dan mengirim data.
3. Display LCD karakter 20x4 berfungsi untuk menampilkan informasi-informasi tertentu, nilai intensitas

cahaya, waktu, sensor suhu, dan informasi lainnya.

4. Keypad sebagai input untuk fungsi, konfigurasi, dan pengaturan lain oleh user atau operator pengguna perangkat.
5. Buzzer sebagai indikator bunyi dan informasi ke user.
6. Sensor *BH1750* untuk mengukur intensitas cahaya yang mencapai objek bayi.
7. Sensor suhu *DS18B20* untuk mengukur suhu tubuh bayi.
8. Modul RTC *DS3231* sebagai sumber informasi kalender dan waktu.
9. Motor Stepper dan Driver Stepper sebagai penggerak mekanikal sumber cahaya.
10. Wireless transmitter berfungsi untuk mengirimkan data ke Monitoring Device.

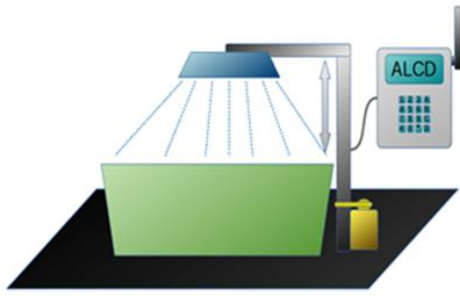
➤ Perangkat Monitor / Monitoring Device

1. Wireless Receiver berfungsi untuk menerima data yang dikirimkan oleh wireless transmitter dari Main Device.
2. Aplikasi pada monitoring device di rancang untuk menampilkan data secara real time sesuai keperluan sistem ini.
3. Komputer dan monitor adalah perangkat tambahan untuk memfasilitasi tampilan software komputer.

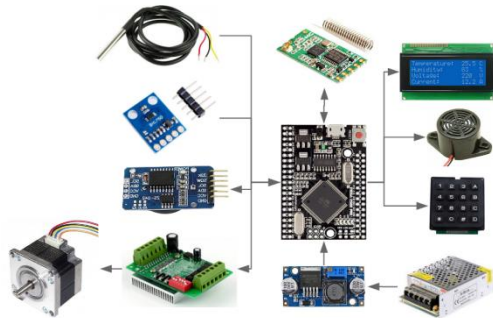
3.3 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan perangkat keras menggunakan beberapa modul yang telah tersedia dan dapat diimplementasikan dengan mudah. Beberapa perangkat tersebut antara lain : Board Mikrokontroler *ATmega2560*, LCD 20 x 4, Keypad Matriks 4x4, Modul RTC *DS3231*, Driver Motor Stepper, Board Wireless *CH 11*, dan Board *USB Wireless*.

Gambar perancangan Main Device dan Monitoring Device terlihat seperti gambar 3.3.

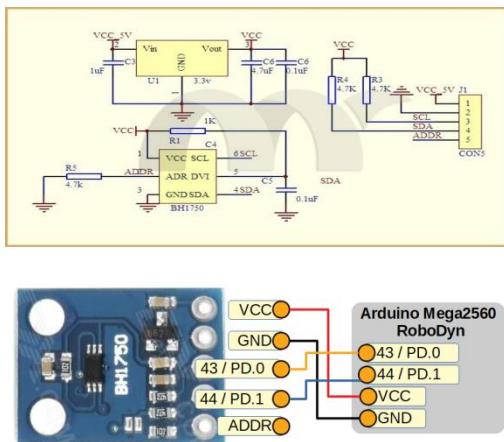


Gambar 5. Rancangan hardware



Gambar 6. Perangkat yang digunakan pada Monitoring Device

3.4 Sensor Intensitas Cahaya BH1750



Gambar 7. Rangkaian skematik sensor intensitas cahaya BH1750

Untuk mengukur intensitas cahaya, sensor yang digunakan adalah sensor BH1750. Sensor ini digunakan karena memiliki sensitifitas yang cukup baik dan cocok diimplementasikan pada sistem ini. Output dari sensor BH1750 merupakan data digital yang dapat langsung di konversi menjadi data Lux cahaya sehingga sangat mudah dalam menentukan intensitas cahaya. Range data digital dari sensor ini mencapai 0 ~ 655.535 Lux data

dapat diambil dan langsung di tampilkan pada display LCD.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Analisa Data Phototherapy Aktual

Sejauh ini alat phototherapy yang ditemukan di lapangan, penggunaannya masih manual. Tidak adanya system monitoring pada suhu, tanggal, waktu dan untuk penentuan jarak penyinaran ke objek (bayi) masih manual. Melakukan phototherapy kepada bayi perlu ditentukan jarak penyinarannya dikarekankan kadar bilirubin pada bayi variatif. Semakin tinggi kadar bilirubin pada bayi maka, jarak penyinarannya lebih dekat, begitupun sebaliknya.

4.2 Analisa Hasil Pengujian

Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui hasil perancangan yang telah dibuat, sedangkan analisis dimaksudkan untuk menguji kelayakan sistem yang dibuat dengan teori yang ada. Pengujian pertama yang dilakukan meliputi pengujian terhadap perangkat keras yang digunakan, meliputi pengujian terhadap Power Supply Unit, driver motor stepper, dan sensitivitas jarak ketinggian serta lamanya waktu penyinaran.

4.2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Pengujian dilakukan dengan kepada perangkat, komponen, maupun board yang digunakan pada sistem yang dirancang. Oleh sebab itu dilakukan persiapan alat dan bahan yang akan di uji untuk mengetahui karakteristik komponen tersebut. Alat dan bahan yang digunakan pada pengujian seperti terlampir pada tabel berikut :

Tabel 1. Daftar komponen dan board pada sistem

NO	Nama Komponen	Jumlah
1	Board Arduino MEGA2560 RoboDyn	1
2	Board RTC DS3231	1
3	Display LCD Alphanumeric 20 x 4	1
4	Keypad Matriks 4x4	1
5	Motor Stepper NEMA 17	1
6	Board Driver Motor Stepper TB6560	1
7	Board Sensor Limit Switch	2
8	Buzzer 12 Vdc	1
9	PSU Switching	1
10	Board DC to DC Converter Adjustable	1

4.2.2 Pengujian Power Supply

Pengujian *power supply* dilakukan dengan cara mengukur tegangan *output powersupply* PSU *Switching* yang mengkonversi tegangan 220 VAC menjadi tegangan 12 Vdc dan mengukur output tegangan hasil *converter* dari *board DC to DC Converter Step Down* LM2596 yang mengubah tegangan Input 12 Vdc menjadi *output* 5 Vdc. Hasil pengukuran menggunakan *voltmeter* digital seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Hasil pengujian PSU Switching

NO	Tanpa Beban (Vdc)	Dengan beban (Vdc)	Drop Tegangan (Vdc)
1	11.98	11.65	0.32
2	11.97	11.66	0.33
3	11.98	11.64	0.33
Rata-rata	11.97	11.65	0.32

Hasil pada tabel pengujian yaitu terdapat selisih tegangan saat *power supply* terpasang beban dengan tanpa beban dimana saat ada beban maka akan terjadi penurunan tegangan dari seharusnya. Sehingga apabila ingin mendapatkan *power supply* yang tepat saat *power supply* terbebani maka tegangan saat tanpa beban harus lebih besar sedikit dari nilai tegangan yang diinginkan. Besarnya nilai tegangan yang ditambahkan berdasarkan nilai *Drop* Tegangan yang didapatkan dari tabel.

Tabel 3. Hasil pengujian DC to DC Converter

NO	Tanpa Beban (Vdc)	Dengan beban (Vdc)	Drop Tegangan (Vdc)
1	5.01	4.73	0.28
2	5.00	4.75	0.25
3	5.01	4.74	0.27
Rata-rata	5.00	4.74	0.26

Untuk hasil pengukuran tegangan diatas, jarak antara tegangan tanpa beban sebanyak 3 kali pengukuran, rata-rata *drop* tegangan nya yaitu 0,266 Vdc.

4.2.3 Pengujian Sistem Penggerak

Sistem penggerak terdiri dari 2 bagian yaitu motor Stepper+Driver dan sensor *Limit Switch* (*Top* dan *Bottom*). Pengujian pertama dilakukan dengan cara memprogram mikrokontroler untuk menggerakkan motor stepper ke atas hingga menyentuh sensor *Limit Switch* atas kemudian menggerakkan motor stepper ke bawah hingga menyentuh Sensor *Limit Switch* bawah dan mengukur nilai tegangan dan arus listriknya.

Table 4. pengukuran kelistrikan pada motor

No	Ketinggian (mm)	Arus (A)	Tegangan (Vdc)
1	500	2,77	1,57
2	475	2.76	1,57
3	450	2,76	1,55
4	425	2,75	1,56
5	400	2,73	1,56
6	375	2,72	1,55
7	350	2,72	1,55
Rata – rata		2,74	1,55
Kesalahan (%)		0,14	0,14

Dari table 4. diatas, arus dan tegangan memiliki nilai relative presisi dari spesifikasi motor tersebut yaitu nilai rata-rata arusnya 2,74 A dan nilai rata-rata tegangannya 1,55 Vdc dengan persentase kesalahan 0,14%. Tipe motor yang digunakan yaitu motor stepper nema 17 yang memiliki arus 2,8 A dan tegangan 1,68 Vdc.

Pengujian kedua yaitu melakukan pengujian sensitivitas sensor ketinggian dari masing-masing titik ketinggian yang telah ditentukan dan menghitung waktu lamanya penyinaran.

Tabel 5. Pengujian sensitivitas sensor ketinggian (mm) motor

No	Kadar Billirubin (mg/dL)	Jarak (mm)	Pembacaan Pengukuran			Rata-rata	Kesalahan (%)
			1	2	3		
1	12	500	503	503	502	502.6	0.33
2	13	475	476	477	477	476.6	0.33
3	14	450	452	452	451	451.6	0.33
4	15	425	424	425	425	424.6	0.33
5	16	400	402	403	402	402.3	0.33
6	17	375	375	374	376	375.0	0.33
7	18	350	351	351	352	351.3	0.33

Dari table diatas, pengujian sensitivitas sensor ketinggian diatas, persentase kesalahannya 0,33% pada titik pengukuran 500, 475, 450, 425, 400, 375 dan 350mm.

Tabel 6. Pengujian Waktu (d)

No	Waktu (detik)	Pembacaan Pengujian Waktu Berulang			Rata-rata	Kesalahan (%)
		1	2	3		
1	60	60.07	60.06	60.06	60.06	0.33
2	120	120.05	120.05	120.07	120.05	0.33
3	180	180.08	180.06	180.07	180.07	0.33
4	240	241.02	241.00	241.02	241.01	0.33
5	300	301.01	300.09	300.09	300.39	0.33
6	360	360.07	360.08	360.06	360.07	0.33
7	420	421.04	421.02	421.02	421.02	0.33
8	480	480.03	480.04	480.04	480.03	0.33
9	540	540.09	540.07	540.06	540.07	0.33
10	600	600.03	600.04	600.04	600.03	0.33

Tabel pengujian *timer* (waktu) diatas, didapatkan persentase kesalahannya 0,33% pada titik pengukuran 60, 120, 180, 240, 300, 360, 420, 480, 540, dan 600 detik. Data juga disajikan dalam bentuk grafik 4.3 *timer*.

4.3 Perbandingan *Phototherapy* dengan Aktual.

Dari hasil pengujian sistem baik perbagian maupun secara keseluruhan maka dapat dibandingkan antara sistem *phototherapy* yang dirancang automatic dengan *phototherapy* aktual yang sedang diaplikasikan dirumah sakit. Sebagai pembanding digunakan *phototherapy* standar yang biasa digunakan dirumah sakit.

Kelebihan dan fitur-fitur pada proses *phototherapy* automatic antara lain :

1. System pengoperasian menggunakan mikrokontroller.
2. Menggunakan motor stepper untuk mengatur jarak sumber cahaya *blue light* terhadap bayi dengan lebih baik dan sesuai standar.
3. Proses berjalan secara otomatis setelah mendapatkan parameter input dari dokter ataupun perawat yang bertugas.
4. Pada alat ini juga terdapat sensor untuk mendeteksi lampu *blue light*, jika *lifetime* lampu sudah tercapai, maka *buzzer* akan berbunyi dan lampu akan mati dengan sendirinya.

Fitur – fitur *phototherapy* standar dirumah sakit :

1. Proses pengaturan jarak lampu dengan bayi masih manual.
2. Hours meter belum ada indikator *buzzer*.
3. Menggunakan lampu TL.
4. *Life time* pada *blue light* tidak terindikasi

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dengan adanya alat ini, kita memberikan solusi pada dunia medis untuk mempermudah dokter dan suster mengatur jarak penyinaran *phototherapy* ke objek yang akan disinari (bayi) dengan waktu yang diatur sesuai kondisi bayi.
2. Hasil pengujian kelistrikan pada *Power Supply Unit* menghasilkan nilai drop tegangan rata-rata sebesar 0,32Vdc dan kelistrikan pada motor memiliki persentase kesalahan 0,14%.
3. Sensitivitas sensor ketinggian dan *timer* (pewaktu) memiliki persentase nilai kesalahan 0,33%.

5.2 Saran

Sebagai pertimbangan guna pengembangan lebih lanjut dari skripsi ini, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Alat ini bisa dikembangkan dengan menggunakan sensor yang bisa langsung membaca kadar *bilirubin* pada bayi tanpa harus mengambil darah lagi untuk diuji dilaboratorium untuk mengetahui kadar *bilirubin* pada bayi, dan bisa di monitoring secara *realtime* melalui HP android.
2. *Sistem automatic phototherapy* alat tersebut kedepannya dapat terus dikembangkan lagi melalui rancangan *robotic*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewi, Ayu Ketut Surya et. all. 2016 “Efektivitas Fototerapi Terhadap Penurunan Kadar Bilirubin Total pada Hiperbilirubinemia Neonatal di RSUP Sanglah” dalam Sari Pediatri. Vol. 18. No. 2. (hlm 81-86)
- [2] Widya Wikanthiningtyas, Nur. dan Sri Mulyanti. 2016. “Pengaruh Alih Baring Selama FOTOTERAPI Terhadap Perubahan Kadar Bilirubin pada IKTERUS NEONATORUM di Ruang HCU NEONATUS RSUD Dr. MOEWARDI” dalam Jurnal Keperawatan Global. Volume 1. No1. (hlm 01-54)

- [3] Ayu Sri Santiari, Dewa. dan Putu Agus Mahadi Putra. 2018. “Kajian Area Penyinaran Dan Nilai Intensitas Pada Peralatan Blue Light Therapy.” dalam Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, ISSN:1693 – 2951 Vol. 17, No. 2 (hlm 279-286)
- [4] Pamungkas, Muhamad et. all. 2015. “Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya”, dalam ELKOMIKA Itenas. ISSN: 2338-8323. Vol. 3, No.2 (hlm 120-132)
- [5] Arifin, Jauhari et. all. 2016. “Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560”, dalam Media Infotama. ISSN: 1858 – 2680. Vol. 12 No. 1, (hlm 89-98)
- [6] Khaira Perdana, Amanda et. all. 2017. “Analisis Kalibrasi Sensor BH1750 Untuk Mengukur Radiasi Matahari di PEKANBARU”, dalam Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi.
- [7] Ewaldus Wara. 2017. “Pemodelan alat blue light therapy berbasis mikrokontroler.” Jakarta : Poltekkes Kemenkes Jakarta II
- [8] Ayu Sri Santiari, Dewa dan Putu Agus Mahadi Putra. 2018. “ Kajian area penyinaran dan nilai intensitas pada peralatan blue light therapy.” dalam Majalah Ilmiah Teknologi Elektro. ISSN : 2503-2372. Vol.17, No.2, (hlm 279-286)
- [9] American Academy of Pediatrics (AAP), Subcommittee on Hyperbilirubinemia. 2004. “Management of Hyperbilirubinemia in the Newborn Infant 35 or More Weeks of Gestation.” Pediatrics. 114 : 297- 316.
- [10] Maisels, M.J., Donagh, F.A. 2008. Phototherapy for Neonatal Jaundice. N Engl J M. 358:920-8.
- [11] Kepmenkes RI, 2014. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 118/ Menkes/ SK/ IV/ 2014 Tentang Kependium Alat Kesehatan. Menteri Kesehatan RI. Jakarta.
- [12] Ujang Wiharja, Ganes Herlambang, 2019, ‘Sistem Pengendali Kecepatan Putar Motor Dc Dengan Arduino Berbasis Labview’, Elektrokrisna, Vol. 7 No. 3 Juni, ISSN : 2302-4712, <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/222/232>