

The Design of Infant Warmer with Simple Blue Light Therapy LED Addition

Fatahah Dwi Ridhani^{12*}, Nur Hasanah Ahniar¹, Ansor Ibrahim Usman¹, Moch. Prastawa Assalim Tetra Putra³, Suharyati Atmadja¹

¹Poltekkes Kemenkes Jakarta II

²Pusat Unggulan IPTEKS Poltekkes Kemenkes Jakarta II

³Poltekkes Kemenkes Surabaya

*Email: ridhani@poltekkesjkt2.ac.id

Submitted: January 31th 2022; Accepted: June 22th, 2022

<https://doi.org/10.36525/sanitas.2022.5>

ABSTRACT

This paper presents a result of experiment on adding built-in blue light therapy on a purpose built infant warmer. Blue light therapy are often used in case of jaundice and usually a separated unit with added complexity. The blue light assembly was LED based that placed along the heater bar, placed on its aluminum strips and spaced to prevent being affected by the heater. Blue light LED specification was an SMD 5730 dimension with 465nm wavelength driven at 160mA at 12V for the three clusters of LED. Measured light output was around 618-716 lux and measured at the bed area with good uniformity for area under the heater bar at around 60-69 lux. There was another bottom blue LED source but the effect was negligible. The system uses a 10A maximum current source of 12V power supply exclusively for the LED arrangement and another 3A maximum current source of 5V power supply for supplying the rest of the control systems. The LED was controlled by a switch button and monitored for its activation by means of measuring the voltage difference with resistor circuits through the button switch. It works as intended.

Keywords: *Infant Warmer, Blue Light Therapy, Blue LED Sources Integration*

This is an open access journal, and articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial-Share Alike 4.0 License, which allows others to remix, tweak, and build upon the work non-commercially, as long as appropriate credit is given and the new creations are licensed under the identical terms.

©2022 Sanitas

Rancang Bangun Penghangat Bayi dengan Penambahan Lampu Terapi LED Sederhana

ABSTRAK

Artikel ini menjelaskan hasil eksperimen mengintegrasikan terapi *blue light* yang terintegrasi pada unit penghangat bayi. Terapi *blue light* umumnya menggunakan alat terpisah dan memerlukan penanganan tambahan. Sumber pencahayaan biru menggunakan Light Emitting Diode (LED) yang ditempatkan sepanjang tudung pemanas dengan spasi dan penempatan strip berbahan alumunium untuk menempelkan LED agar terhindar dari panas yang bersumber dari pemanas keramik. Spesifikasi LED yang digunakan adalah kluster berisi tiga LED berdimensi 5730 dengan panjang gelombang puncak di 470 nm dan mengonsumsi 160mA pada tegangan 12V. Terukur hasil pengukuran intensitas luminasi maksimum LED berkisar antara 618-716 lux dan terukur pada permukaan bagian tempat tidur bayi di bawah tudung pemanas antara 60-69 lux dan cukup seragam luminansi dan kestabilan warnanya. Terdapat sumber pencahayaan lain dari bagian bawah, tetapi tidak dapat terukur perbedaan pengukuran sama sekali. Sistem pencahayaan menggunakan sumber suplai khusus bertegangan 12V dengan maksimum suplai arus tertulis 10A dan sumber suplai sistem kontrol memakai tipe tegangan 5V dengan maksimum suplai 3A. Pencahayaan dikendalikan manual dengan tombol, dan aktivitasnya diukur oleh mikrokontroler berdasarkan tegangan yang lewat pada tombol melalui rangkaian hambatan. Sistem pencahayaan dan pengawasan tombol aktivasi bekerja sesuai dengan desain.

Kata Kunci: *Penghangat Bayi, Terapi Blue Light, Integrasi LED Biru*

PENDAHULUAN

Terapi cahaya biru atau blue light therapy merupakan terapi untuk bayi baru lahir dan mengalami masalah pada bilirubin atau disebut juga *jaundice*.(1) Terapi dilakukan dengan memaparkan cahaya biru berpanjang gelombang puncak di 460nm karena telah diketahui efektivitasnya dalam perbaikan kondisi bayi baru lahir dengan *jaundice*.(2) Cahaya biru dapat bersumber dari lampu fluorescent, halogen ataupun sumber *Light Emitting Diode* (LED).(3) Masing-masing sumber memiliki dimensi yang menyebabkan konfigurasi penempatan sumber sinar dan cara pemaparan yang khas.

Sumber fluorescent untuk lampu terapi biru dicirikan dengan bentuk tabung silindris panjang. Keluaran warnanya tidak terlalu seragam. Bentuknya dapat dibuat sepanjang yang diinginkan oleh produsen, hanya saja sebaran cahayanya yang bersifat radial memerlukan sistem pemantul atau reflektor yang baik untuk memusatkan pencahayaan. Sumber ini umumnya dipasang sejajar beberapa unit pada bagian atas inkubator bayi untuk memaksimalkan uniformitas paparan cahaya birunya. Jarak sumber dapat didekatkan setinggi batas atas inkubator. Akibatnya, sistem ini menggunakan ruang paling banyak di antara sistem yang ada. Fluorescent juga memerlukan sistem pemantik dan tegangan tinggi untuk operasionalnya.

Sumber lampu terapi biru lainnya adalah halogen, yang memancarkan hampir semua spektrum visual yang kemudian didesain hanya meloloskan warna biru. Ciri khas dari sumber cahaya ini adalah bentuknya yang seperti lampu bohlam sorot. Lampu ini juga memerlukan sistem reflektor yang baik untuk menjadikan keluaran cahaya birunya seragam pada bidang yang disorot. Keuntungannya, sistem ini lebih ringkas dan dapat dipindahkan dengan mudah serta sumber catuan bertegangan rendah. Panas yang dihasilkan oleh sumber cahaya ini cukup tinggi menyebabkan sistem ini tidak dapat ditempatkan terlalu dekat dengan tubuh bayi.

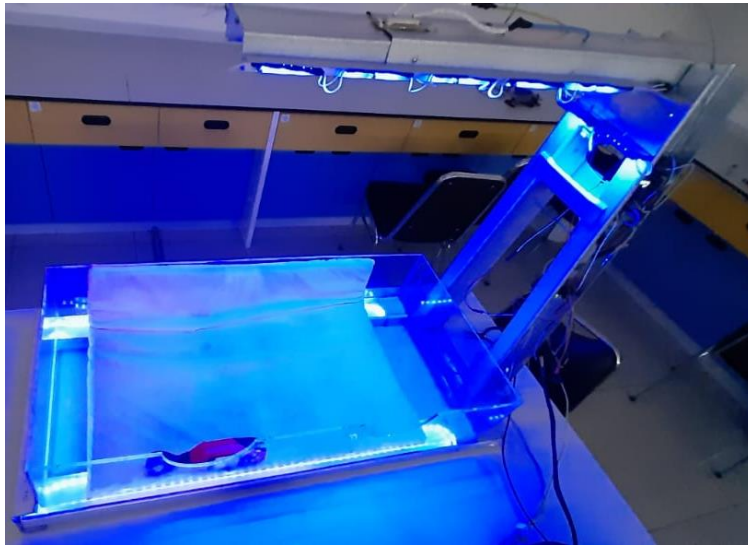
Sumber LED untuk terapi cahaya biru dapat berbentuk lampu sorot, atau ditempelkan secara permanen pada unit tempat tidur atau inkubator bayi.(4) Sinarnya yang seragam, dimensi yang ringkas serta ringan juga efisiensi tinggi dalam penggunaan daya. Umur pemakaian LED pun lebih lama daripada kedua tipe sumber cahaya lainnya. Sumber LED semakin populer menggantikan sumber-sumber lampu terapi sebelumnya.(11)

Terapi cahaya biru hanya dilakukan pada bayi baru lahir, sehingga sangat umum ditempatkan pada tempat tidur bayi baru lahir ataupun digunakan pada inkubator bayi. Terdapat unit penyorotan mandiri ataupun unit sumber cahaya yang diintegrasikan dengan perangkat tempat bayi baru lahir. Beberapa penelitian mengembangkan integrasi sumber cahaya biru pada inkubator bayi seperti (5), (6) dan (7). Kebutuhan yang cukup tinggi akan inkubator bayi dengan sistem peminjaman sosial seperti pada, mengikutsertakan sumber cahaya biru pada bagian plafon unit inkubator bayi untuk kemudahan.(8) Penggunaan optik fiber juga dilakukan untuk menghantarkan cahaya biru, hanya saja masih kurang efektif dibandingkan dengan penyorotan konvensional.(9) Beberapa peneliti memasang LED ke dalam bentuk pakaian untuk dikenakan langsung oleh bayi.(10)

Masih sedikit sumber artikel yang menjelaskan integrasi lampu terapi ini pada unit penghangat bayi. Sumber LED mudah diperoleh, dimensinya kecil, hanya saja sensitif terhadap suhu tinggi. Penulis mencoba untuk membahas rancang bangun integrasi lampu terapi biru pada unit penghangat bayi yang telah dilengkapi tudung pemanas keramik, penjelasan sistem dan hasil penyusunan unit dan pengukuran-pengukuran yang didapatkan pada penelitian di dalam artikel ini.

METODE PENELITIAN

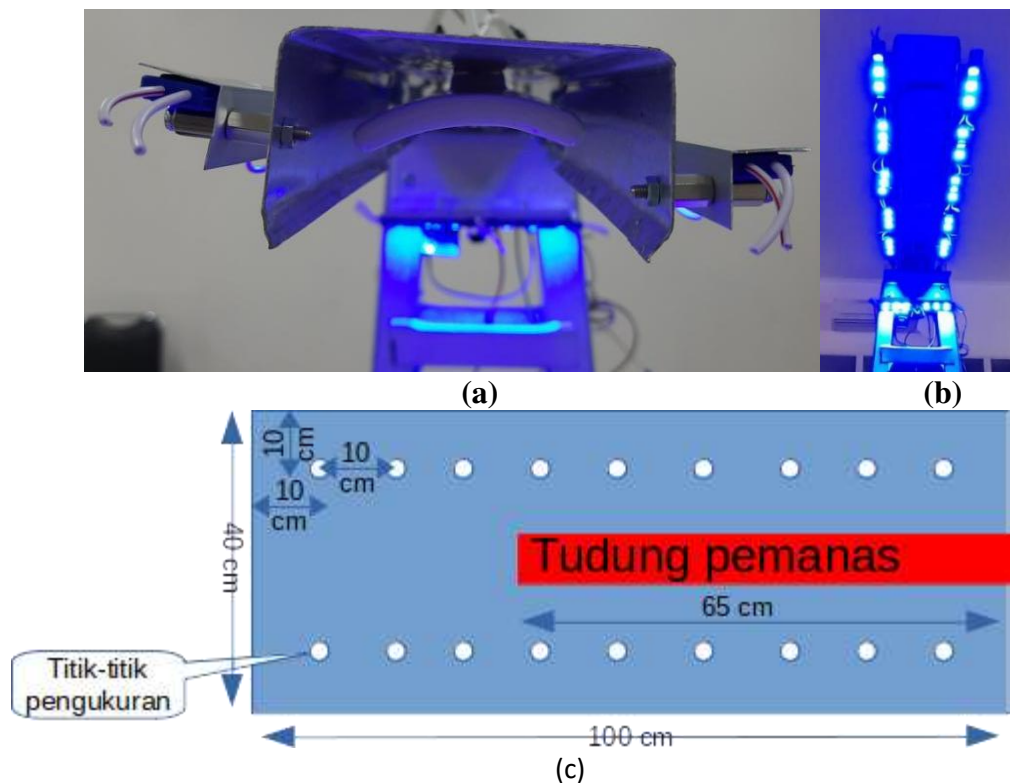
Metode yang digunakan oleh penulis adalah eksperimen dan rancang bangun. Penulis telah membuat unit penghangat bayi menggunakan pemanas keramik tudung bagian atas dan menambahkan LED biru sebagai sumber pencahayaan.(12) Artikel ini akan membahas sisi mekanis dan elektrisnya serta pertimbangan pemilihan komponen tersebut. Hasil dari pembuatan sistem diukur keluaran dan performanya secara sistematis menggunakan alat ukur yang tersedia di laboratorium elektronika Poltekkes Kemenkes Jakarta II seperti voltmeter dan luxmeter. Pengukuran warna dilakukan secara tidak terkalibrasi, menggunakan sensor kamera yang terdapat pada perangkat telepon pintar.



Gambar 1 Unit Penghangat bayi dilengkapi dengan lampu terapi biru

Unit penghangat bayi yang dibuat dirancang untuk ditaruh di atas meja atau ambalan, bukan sebagai unit integral dengan penyangga seperti pada (13) ataupun pada unit mandiri (14). Unit terdiri dari kerangka penyangga tempat untuk tidur bayi dan tiang tempat menaruh pemanas keramik pada bagian atas. Konfigurasi ini dapat dilihat pada gambar 1. Dimensi tempat tidur bayi adalah panjang 100 cm dan lebar 40 cm. Ketinggian tempat penyangga pemanas keramik adalah 65 cm. Bagian utara didefinisikan sebagai posisi tiang segitiga tempat penyangga atau tudung pemanas keramik menempel. Di bagian ini sistem elektronik dan kontrol ditempatkan. Hal ini untuk memudahkan melindungi bayi dari efek yang

ditimbulkan oleh sistem elektronik, dengan menempatkan semua sistem terpusat dan dapat dipasangkan lapisan perisai sistem.



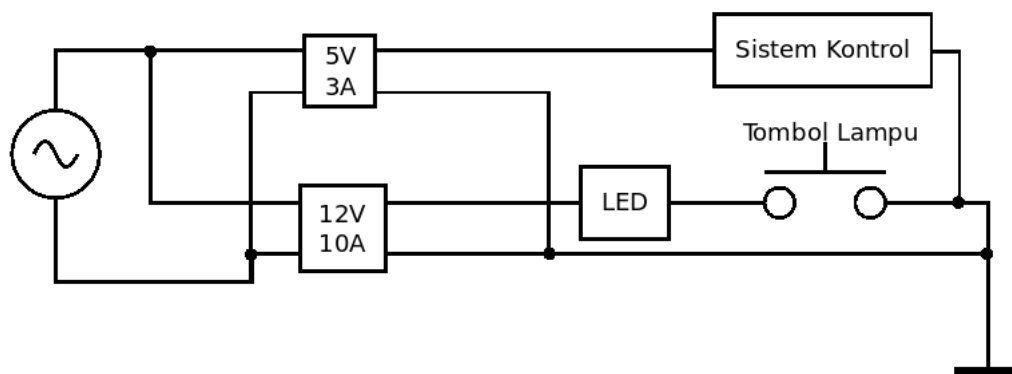
Gambar 2 a) Platform penempatan LED biru pada bagian tudung pemanas
 b) Konfigurasi pemasangan LED pada bagian tudung
 c) Tata letak matras terhadap tudung pemanas

Pemanas keramik diorientasikan ke arah utara-selatan dan berada tepat di bagian tengah di atas tempat tidur bayi. Penyangga terbuat dari bahan galvalum. Galvalum adalah baja ringan yang umum digunakan pada bahan bangunan, tetapi tidak ditemukan data spesifik mengenai komposisi Galvalum yang digunakan, mengikuti standar yang umum ada di pasaran untuk Galvalum ketebalan 7,5mm.(15) Rangkaian LED biru ditempatkan pada suatu platform aluminium yang diberi jarak 1cm dari tudung pemanas keramik menggunakan beberapa spacer besi 1cm. Platform ini berbentuk siku memanjang dengan maksud melindungi dari paparan panas pemanasan tudung juga memudahkan penempelan LED. Pada bagian segitiga penyangga di pojok pertemuan antara tudung dengan segitiga ditempatkan kluster LED yang sama, di atas dari sensor temperatur non kontak, diseparaasi oleh lempeng galvalum. Gambar 2a menampilkan posisi platform penempelan LED pada bagian tudung

pemanas keramik. Total jumlah kluster LED yang digunakan adalah 10 kluster pada bagian sepanjang tudung dan 4 kluster pada bagian pojok pertemuan penyangga sebagaimana yang tampak pada gambar 2b. Gambar 2c adalah tata letak posisi tudung pemanas tempat kluster LED ditempatkan dan posisi pengukuran luminositas pada matras. Tudung ditempatkan di tengah-tengah sumbu lebarnya, dengan penyangga pada bagian utara, sehingga kluster LED hanya melintang sepanjang 65cm. Titik-titik putih menggambarkan posisi pengukuran yang berjarak 10cm dari pinggir matras dan jarak antar titik pengukuran sebesar 10cm.

Pemanas keramik menghasilkan panas melalui pancaran gelombang infra merah, yang dapat dipusatkan dengan menggunakan tudung. Terdapat artikel khusus yang mensimulasikan pancaran panas ini dengan metode elemen hingga (16). Karena tudung terbuat dari bahan galvalum yang kurang baik dalam memantulkan radiasi ini, tudung pun ikut terpanaskan.

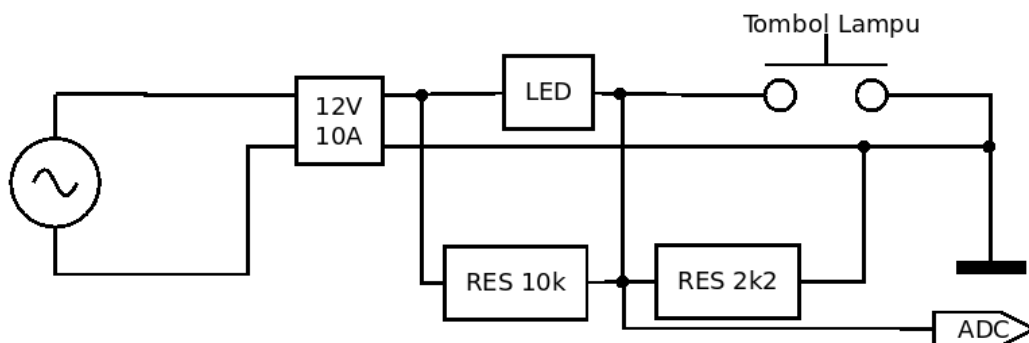
LED yang digunakan memiliki bentuk kluster berisi 3 buah LED dengan spesifikasi tegangan kerja total 12V, panjang gelombang puncak ada pada 465nm dan mengonsumsi 150mA per kluster-nya setiap saat. Satu LED disebutkan mengonsumsi 0,5 Watt per LED. Total perhitungan kasar jumlah daya yang dikonsumsi oleh kluster LED pada tudung adalah 3 LED per kluster x 10 kluster x 0,5 Watt per LED atau sekitar 15 Watt. Jumlah daya yang dikonsumsi oleh kluster LED pada bagian pojok adalah 3 LED per kluster x 4 kluster x 0,5 Watt per LED atau sekitar 6 Watt. Maka total minimal diperlukan 21 Watt, ditambahkan dengan margin 20% maka minimal diperlukan sumber suplai yang sanggup menyuplai 25 Watt. Sumber suplai yang digunakan telah lebih dari cukup untuk dapat mensuplai kebutuhan daya rangkaian lampu.



Gambar 3 Diagram sumber suplai sistem unit penghangat bayi dilengkapi dengan lampu terapi biru

Pada bagian bawah digunakan kluster LED 3528 sebanyak total 240 LED atau 100 LED pada masing-masing bagian bawah timur dan barat alat serta 40 LED pada bagian selatan alat. Diharapkan agar penyinaran dari bawah dapat menembus busa bantalan atau lapisan kasur untuk membantu penyinaran bagian punggung bayi. Ketebalan bantalan pad busa dipilih setebal 3 cm. Konsumsi daya yang diperlukan oleh rangkaian sumber cahaya LED bagian bawah ini adalah $25\text{mA per LED} \times 240 \text{ LED} \times 12 \text{ Volt per 3 LED}$ atau sekitar 24 Watt. Penambahan margin 20% menghasilkan angka 29 Watt. Maka diperlukan sumber suplai minimal $25 \text{ Watt} + 29 \text{ Watt}$, yaitu 54 Watt agar bisa menyuplai sistem dengan baik.

Alat ukur lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk mengukur intensitas luminositas. Suplai listrik ke sistem pencahayaan ini menggunakan penyuplai daya Switching Mode Power Supply (SMPS) tegangan 12V dengan arus maksimum 10A. Suplai ini dipisahkan dengan suplai untuk sistem kontrol yang menggunakan penyuplai daya 5V dengan arus maksimum 3A. Diagram sistem ini ditunjukkan pada gambar 3. Pemisahan ini untuk menghindari adanya interferensi yang mungkin terjadi diakibatkan perubahan beban daya ataupun utilitas penggunaan.



Gambar 4 Mekanisme pendeteksi keadaan tombol lampu terapi biru

Unit perangkat penghangat bayi ataupun inkubator bayi telah ditentukan secara aturan keamanan dan keselamatan, semua fitur harus dinyalakan secara manual pada unit. Penyalaan lampu terapi menggunakan saklar pasif tunggal yang menghubungkan dan memutuskan dari sumber suplai. Untuk mendeteksi apakah tombol dinyalakan, atau lebih tepatnya keadaan berfungsinya sumber suplai, pada kaki tombol dideteksi tegangannya melalui rangkaian

hambatan sebagai masukan pada mikrokontroler. Keadaan tegangan sumber suplai dimonitor dan dibaca oleh ADC, yaitu level tegangan berada pada tegangan 3V pada keadaan tombol tidak tersambung, dan berada pada level tegangan 0V ketika tombol ditekan untuk menyambungkan rangkaian LED. Mekanisme ini digambarkan pada gambar 4. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 TTGO-LoRa yang digunakan pada penelitian penulis terkait kontrol.(17)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran pencahayaan oleh konfigurasi LED yang dipasang pada bagian tempat tidur diukur dengan alat pengukur intensitas luminositas cahaya. Diperoleh intensitas luminasi maksimum pada permukaan LED berkisar 618-716 lux. Gambar 5 menampilkan sebaran hasil pengukuran rata-rata dalam satuan lux di bagian permukaan matras tempat tidur bayi. Pengukuran dimulai dari jarak 10 cm dari batas matras dengan spasi per 10 cm. Orientasi alat adalah bagian utara didefinisikan sebagai bagian dengan tiang penyangga pemanas dan lampu. Secara umum, pada bagian barat atau bagian bawah pada gambar, intensitas cahaya berada di level 39-69 lux dari arah utara-selatan. Pengukuran intensitas pada bagian timur atau bagian atas pada gambar, intensitas yang terukur lebih rendah di level 37-65 lux dari arah utara-selatan. Di bawah tudung pemanas keramik, intensitas cahaya cenderung lebih merata dan intensitas cahaya biru menurun selepas atau yang berada di selatan dari batas tudung pemanas keramik. Pengukuran dilakukan di dalam ruangan yang memiliki tingkat luminositas terukur 5 lux.

Hasil uji pada saat dinyalakannya pemanas secara terus-menerus, panas yang dihantarkan pada tudung bagian pemanas keramik menempel berkisar pada suhu 95°C dan turun sampai dengan suhu 24°C pada bagian tiang yang menempel pada segitiga penyangga. Tidak ada panas berlebih atau di atas 40°C di sepanjang *platform* penempelan LED ini. Terukur 30°C ketika diukur di ruangan berpendingin udara pada suhu 20°C. Separasi menggunakan strip berbentuk L tempat LED ditempelkan sukses terhindar dari efek panasnya tudung tempat LED diposisikan.

Terukur secara merata pada bagian terdekat dengan sumber LED pada bagian bawah sebesar rerata 190 lux dalam keadaan sumber LED di atas padam. Akan tetapi, dengan

penggunaan bantalan minimum yang ada, tidak ada sinar yang tembus. Hasil pengukuran luminositas cahaya ketika alat ukur dihadapkan ke atas sama dengan angka luminositas ruangan di angka 5 lux. Maka hasil pencahayaan yang terukur murni disebabkan dari sumber cahaya di bagian tudung. Tidak terukur adanya perubahan temperatur sama sekali di bagian matras diakibatkan oleh beroperasinya sumber cahaya LED pada bagian bawah.

Kadaan posisi tombol dapat dibaca oleh mikrokontroler selama sumber suplai rangkaian LED normal. Apabila ditemukan anomali seperti tegangan terbaca memiliki galat lebih dari 20% dari nilai tegangan yang ditentukan di atas, maka mikrokontroler akan mengirimkan pesan untuk segera memperbaiki perangkat. Mikrokontroler juga menghitung waktu penggunaan LED sebagai pengukur waktu hidup ataupun penanda peringatan. Sebelumnya, perangkat penghangat bayi ini menggunakan sumber suplai tunggal, yang keluarannya diturunkan ke tegangan 5V dan 3,3V menggunakan Integrated Circuit (IC) regulator. Tegangan suplai ke mikrokontroler terkadang menjadi tidak stabil yang dicirikan dengan mikrokontroler sampai terjadi peristiwa reset ketika LED diaktifkan dengan tombol. Perhitungan kebutuhan daya maksimum diperkirakan tidak lebih dari 50% daya maksimum yang tertera pada sumber suplai. Kemungkinan karena kualitas sumber suplai yang kurang baik dapat menjadi penyebab adanya denyut pada tegangan suplai. Pemisahan sumber suplai ini, disamping menambah kapasitas daya, juga diharapkan mengisolasi kedua sistem sehingga tidak saling mengganggu. Mikrokontroler ini adalah mikrokontroler yang juga dipakai pada penelitian oleh penulis (17) yang tetap stabil meskipun menggunakan sistem dengan motor DC yang rawan perubahan tegangan ketika motor aktif.



Gambar 5 Pengukuran tingkat luminositas dengan luxmeter di beberapa titik pada permukaan tempat tidur bayi di atas bantalan

Uniformitas warna diukur tidak menggunakan alat ukur terkalibrasi, melainkan menggunakan unit perangkat telepon pintar Sony Xperia XZ1 Compact yang digunakan pada penelitian.(18) Kualitas kamera telepon pintar ini dapat digunakan dalam pengukuran reproduksi warna.(19)(20) Pendeteksian warna dilakukan menggunakan sensor kamera untuk menduga warna dari pancaran LED. Secara umum pembacaan warna pada setiap titik pengukuran pada gambar 5 memberikan angka bacaan warna yang sama, tetapi karena tidak ada unit kalibrasi warna, maka angka pengukuran hanya menyatakan kesamaan warna yang tertangkap oleh kamera. Kesamaan angka pembacaan dianggap bahwa paparan warna hasil keluaran LED adalah seragam. Tingkat luminositas hasil pengukuran pada gambar 5 memiliki keluaran yang hampir merata pada bagian di bawah tudung, dan menurun drastis ketika tidak ada sumber cahaya LED langsung di bagian atas tempat tidur.

SIMPULAN

Perangkat penghangat bayi sederhana telah dilengkapi dengan rangkaian LED cahaya biru untuk keperluan terapi. Perangkat menggunakan dua sumber suplai, satu sumber khusus untuk rangkaian LED dan satu suplai lagi untuk sistem kendali. Rangkaian LED ini dideteksi keadaan hidupnya lewat rangkaian resistor. Intensitas cahaya biru di bawah tudung pemanas keramik cukup seragam di level 69-60 lux dan menurun sampai ke level 37 lux setelah lepas dari sumber paparan sumber LED biru. Sebagai pembandingan, perangkat terapi cahaya biru berbasis LED yang terpisah menghasilkan sekitar 18 lux pada target pasien.(21)

Sistem ini hanya dapat mendeteksi masalah pada sumber suplai 12V, atau keadaan tersambunginya tombol jika sumber suplai untuk lampu tidak bermasalah. Perlu ditambahkan sensor lain untuk dapat mengetahui keadaan menyalanya lampu terapi seperti sensor arus, sensor cahaya atau kamera visual untuk pengukuran internal sistem yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Perangkat ini merupakan pengembangan dari perangkat hasil penelitian yang dibiayai oleh DIPA Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta II pada tahun anggaran 2019.

DAFTAR PUSTAKA

1. Itoh S, Okada H, Kuboi T, Kusaka T. Phototherapy for neonatal hyperbilirubinemia. *Pediatrics International*. 2017 Sep 1;59(9):959–66.
2. FUNDAMENTALS OF PHOTOTHERAPY FOR NEONATAL JAUNDICE : Advances in Neonatal Care [Internet]. [cited 2022 Jan 28]. Available from: https://journals.lww.com/advancesinneonatalcare/Abstract/2006/12000/FUNDAMENTALS_OF_PHOTOTHERAPY_FOR_NEONATAL_JAUNDICE.8.aspx
3. Hansen TWR, Maisels MJ, Ebbesen F, Vreman HJ, Stevenson DK, Wong RJ, et al. Sixty years of phototherapy for neonatal jaundice – from serendipitous observation to standardized treatment and rescue for millions. *Journal of Perinatology* 2019 40:2 [Internet]. 2019 Aug 16 [cited 2022 Jan 28];40(2):180–93. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41372-019-0439-1>
4. Ismoyo D, Herwiningsih S. RANCANG BANGUN ALAT FOTOTERAPI PORTABEL BERBASIS SMD LED UNTUK HIPERBILIRUBINEMIA. [cited 2022 Jan 28]; Available from: <https://www.researchgate.net/publication/357685214>
5. Ramadhani AS. Rancang Bangun Sistem Alat Fototerapi Untuk Bayi Hiperbilirubinemia Berbasis Internet of Things (IoT). 2021 Sep 6 [cited 2022 Jan 28]; Available from: <https://library.universitaspertamina.ac.id/xmlui/handle/123456789/4421>
6. Raihan Fadilla R, Nurul Isri Indriany Idhil A, Ayu Puji Anggraini M, Kusuma Dewi A, Rofi Sanjaya M, Yogi Nurrohman M, et al. Sistem Monitoring Inkubator Bayi Multifungsi dengan Fototerapi dan Ayunan Mekanis Berbasis ESP32. *Jurnal EECCIS* [Internet]. 2020 Dec 23 [cited 2022 Jan 28];14(3):115–9. Available from: <https://www.jurnaleeccis.ub.ac.id/index.php/eeccis/article/view/668>
7. INFANT WARMER DILENGKAPI DENGAN FOTOTERAPI - PDF Download Gratis [Internet]. [cited 2022 Jan 28]. Available from: <https://docplayer.info/98343349-Infant-warmer-dilengkapi-dengan-fototerapi.html>
8. Surya Masyarakat J, Inkubator Gratis Bagi Bayi Prematur P, Keperawatan Surya Nusantara Pematangsiantar A, Utara S. Peminjaman Inkubator Gratis Bagi Bayi Prematur. *Jurnal Surya Masyarakat* [Internet]. 2020 Nov 30 [cited 2022 Jan 28];3(1):48–54. Available from: <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JSM/article/view/6065>
9. Mills JF, Tudehope D. Fibreoptic phototherapy for neonatal jaundice. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2001(1).
10. Shirzadfar H, Sheikhi K. Novel Design and Evaluation of an Automatic and Portable Phototherapy Device Using for Newborn Jaundice Treatment. *Recent Research in*

- Endocrinology and Metabolic Disorder. 2019 Dec 14;1(1):22-31. <https://doi.org/10.33702/rremd.2019.1.1.5>
11. Shirzadfar H, Sheikhi K. An Introduction on Different Types of Phototherapy Devices to Cure Neonatal Jaundice: Internal Structure of Light Sources & Protection System. Journal of Clinical and Translational Neonatology. 2020 Jun 18;1(1):1-0.
 12. Ridhani FD, Ahniar NH. Purwarupa Penghangat Bayi Dengan Elemen Pemanas Keramik, Sensor Thermopile AMG8833 dan ESP32. InProsiding Seminar Nasional Kesehatan Poltekkes Kemenkes Surabaya 2020 Dec 28 (Vol. 2, No. 1).
 13. Idhil AN, Fadilla RR, Anggraini MA, Dewi AK, Sanjaya MR, Nurrohman MY, Rahmadwati R. Sistem Monitoring Inkubator Bayi Multifungsi dengan Fototerapi dan Ayunan Mekanis Berbasis ESP32. Jurnal EEECCIS. 2020 Dec 23;14(3):115-9.
 14. Santiari, D. A. S. & Putra, P. A. M. 2018. Kajian Area Penyebaran dan Nilai Intensitas pada Peralatan Blue Light Therapy. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro. 17(2): 279-286.
 15. Saleh AF, Wasono SB, Tistogondo J. ANALISIS KUAT LENTUR MATERIAL GALVALUM PROFIL C SEBAGAI KOMPONEN BANGUNAN. NAROTAMA JURNAL TEKNIK SIPIL. 2021 Nov 29;5(2):1-8. <https://doi.org/10.31090/njts.v5i2.1489>
 16. Baghel DK, Sinha SL, Dewangan SK. Numerical analysis of heat transfer under a radiant warmer. Heat Transfer. 2020 Jun;49(4):2406-21.
 17. Ridhani FD. AUTOMATED WASTE COLLECTION CONTAINER LID OPENER PROTOTYPE WITH DISINFECTANT SPRAYER AS PART OF NOSOCOMIAL INFECTION PREVENTION. SANITAS: Jurnal Teknologi dan Seni Kesehatan. 2021 Jul 14;12(1):1-4.
 18. Ridhani FD, Pritasari P, Anggraini DR. Isi Piringku Dietary Meal Proportion Estimator Applications using SeeFood Image Segmentations. SANITAS: Jurnal Teknologi dan Seni Kesehatan. 2021 Dec 22;12(2):115-30. <https://doi.org/10.36525/sanitas.2021.11>
 19. Sato T, Shimada S, Murakami H, Watanabe H, Hashizume H, Sugimoto M. ALiSA: a Visible-Light Positioning System using the Ambient Light Sensor Assembly in a Smartphone. IEEE Sensors Journal. 2021 Apr 21;22(6):4989-5000. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3074580>
 20. Abe K, Sato T, Watanabe H, Hashizume H, Sugimoto M. Smartphone positioning using an ambient light sensor and reflected visible light. In2021 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN) 2021 Nov 29 (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IPIN51156.2021.9662520>
 21. Ajiwiguna TA, Agristianto A, Kirom MR. Design of phototherapy device for neonatal jaundice using high power blue LED. InJournal of Physics: Conference Series 2019 Feb 1 (Vol. 1153, No. 1, p. 012144). IOP Publishing.