

ANALISIS HASIL KALIBRASI ALAT *PHOTOTHERAPY* *MERK GEA MEDICAL TYPE XHZ-90*

Yeni Pertiwi*, Nur Hadziqoh, M. Andriza Mustofa

Program Studi Teknologi Rekayasa Elektromedis, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Al Insyirah Pekanbaru

*E-mail korespondensi: yenipertiwi@stikes-alinsyirah.ac.id

ABSTRACT

Babies born prematurely always increase every year. For this reason, it is necessary to take proper care so that the baby remains in good health. One of the treatments for premature babies is phototherapy to reduce bilirubin levels in the baby's body. In order for the phototherapy process to run as expected, of course the phototherapy equipment used in the treatment must be of good quality and quality. For this reason, quality assurance and phototherapy equipment need to be carried out through a calibration process. In this study, calibration of the GEA medical type XHZ-90 phototherapy tool was carried out. Calibration is carried out by following the standard reference work method from the Ministry of Health in 2018. Calibration is carried out by checking the physical and function of the equipment which gains a weight of 10%, electrical safety inspection of the appliance with a weight gain of 36%, and measuring the performance of the instrument, namely spectral irradiance with a weight gain of 50%. So that the total weight gain can be 96% and it can be concluded that this tool is functioning properly and within the tolerance limits of use. The uncertainty value in the measurement of spectral irradiance takes into account the sources of uncertainty types A and B. The combined uncertainty calculation from several sources for the measurement of spectral irradiance is 1.116. This value has met the uncertainty tolerance limit value of ≥ 4 .

Keywords: Calibration, Phototherapy, Infant, Premature.

ABSTRAK

Bayi yang lahir prematur selalu meningkat tiap tahunnya. Untuk itu perlu melakukan perawatan yang tepat agar bayi tetap berada dalam keadaan sehat. Salah satu perawatan bayi lahir prematur adalah dengan melakukan fototerapi untuk mengurangi kadar bilirubin dalam tubuh bayi. Agar proses fototerapi berjalan sesuai dengan yang diharapkan tentunya alat fototerapi yang digunakan dalam perawatan harus berada dalam mutu dan kualitas yang baik. Untuk itu perlu dilakukan penjaminan mutu dan alat fototerapi melalui proses kalibrasi. Pada penelitian ini dilakukan kalibrasi terhadap alat phototherapy merk GEA medical type XHZ-90. Kalibrasi dilakukan dengan mengikuti standar metode kerja rujukan dari kementerian kesehatan tahun 2018. Kalibrasi dilakukan dengan memeriksa fisik dan fungsi alat yang memperoleh bobot 10%, pemeriksaan keselamatan listrik alat dengan perolehan bobot 36%, dan pengukuran kinerja alat yaitu spectral irradiance dengan perolehan bobot 50%. Sehingga dapat ditotalkan perolehan bobot sebesar 96% dan dapat disimpulkan alat ini berfungsi dengan baik dan dalam batas toleransi pemakaian. Adapun nilai ketidakpastian dalam pengukuran spectral irradiance ini dengan memperhatikan sumber-sumber ketidakpastian tipe A dan B. Perhitungan ketidakpastian gabungan dari beberapa sumber terhadap pengukuran spectral irradiance didapat 1,116. Nilai ini telah memenuhi nilai batas toleransi ketidakpastiannya sebesar ≥ 4 .

Kata kunci: Kalibrasi, Fototerapi, Bayi, Prematur.

Diterima 25-06-2022 | Disetujui 04-07-2022 | Dipublikasi 31-07-2022

PENDAHULUAN

Kasus bayi lahir prematur meningkat dari 7,5% menjadi 8,6% didunia [1]. Bayi prematur

adalah bayi yang lahir preterm atau kurang bulan yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti preklamsia dan biasanya ditangani melalui pencegahan hipotermi, infeksi, dan

memenuhi nutrisi [2]. Salah satu pencegahan hipotermi dengan melakukan terapi penyinaran atau yang sering disebut fototerapi [3]. Terapi penyinaran dengan perlakuan nesting dan pengaturan siklus pencahayaan dapat meningkatkan berat badan bayi prematur [3].

Selain itu kelahiran bayi prematur di RSUD Jombang bulan Januari-Juni tahun 2019 rentan terjadi *Ikterus* atau bayi kuning [4]. Sebanyak 30 responden yang diteliti pada wilayah kerja puskesmas dikecamatan hamparan perak deli serdang pada tahun 2020 terdapat hubungan kelahiran prematur, proses persalinan, berat badan lahir terhadap peningkatan kadar bilirubin [5].



Gambar 1. *Phototherapy merk GEA medical type XHZ-90* [10].

Proses fototerapi pada bayi menggunakan alat medis *Phototherapy*. Alat ini terdiri dari beberapa lampu yang menghasilkan cahaya biru seperti terlihat pada Gambar 1. Alat ini sering digunakan untuk menghangatkan bayi yang lahir secara prematur. Proses terapi secara berkala dengan menggunakan alat ini dapat memperkecil kadar bilirubin pada bayi [6, 7]. Selain itu penggunaan lampu ultraviolet juga berfungsi dalam proses perawatan penyakit kulit seperti inflamasi, malignasi dan kanker kulit [8]. Pengobatan dengan alat ini dilakukan dengan menggunakan penyinaran sinar dengan intensitas tinggi, penggunaan terapi ini akan dilakukan jika kadar bilirubin total > 10 mg/dl dalam 24 jam kelahiran [9].

Lampu *phototherapy* jenis *GEA medical type XHZ-90* terdiri dari dua jenis lampu yaitu tabung blue fluorescent dan LED, timer untuk pengatur lamanya proses fototerapi, roda dan pengaturan sudut lampu yang fleksibel [10]. Lampu blue fluorescent yang berbentuk persegi panjang menghasilkan area penyinaran yang lebih luas, sedangkan lampu LED area penyinarannya pada permukaan bidang kerja [11]. Prinsip kerja dari fototerapi ini adalah dengan memaparkan sinar pada kulit bayi secara langsung pada jarak penyinaran berkisar dari 30-50 cm dan lama penyinaran 3-6 jam per hari [12].

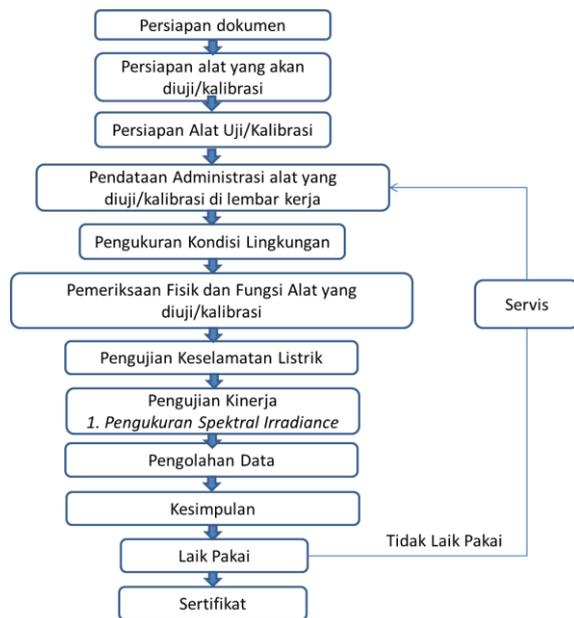
Pentingnya penggunaan alat fototerapi ini dalam mengatasi kasus bayi prematur dan bayi kuning, maka pihak pengguna alat ini harus dapat memastikan alat ini berfungsi dengan baik ketika digunakan dalam perawatan. Penggunaan alat secara terus menerus tentu akan mengakibatkan presisi dan keakuratan alat tersebut menurun. Lampu LED yang digunakan pada alat fototerapi yang digunakan secara terus menerus tentu akan mengalami penurunan iluminasi terhadap proses penyinaran. Pemakaian lampu LED merk Hancochs dari 0 - 168 jam mengalami penurunan iluminasi dari 58,9 Lux menjadi 6,5 Lux dengan persentase penurunan sebesar 88,96 % [13].

Salah satu cara dalam memjamin mutu dan kualitas alat medis adalah dengan melakukan kalibrasi terhadap alat medis secara berkala [13]. Kalibrasi merupakan proses membandingkan alat ukur dengan alat ukur lainnya yang telah terstandar baik secara nasional maupun internasional [14]. Untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan studi kelayakan untuk menilai mutu dan kualitas alat *phototherapy merk GEA Type XHZ-90* melalui kegiatan kalibrasi.

METODE PENELITIAN

Adapun proses kalibrasi pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Sebelum melakukan penelitian penulis melakukan studi literatur terhadap metode yang digunakan

dalam proses kalibrasi alat fototerapi. Literatur yang digunakan dalam proses kalibrasi ini berasal dari metode kementerian kesehatan khusus untuk alat fototerapi [15].



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

Tahap pertama dilakukan persiapan dokumen berupa metode kerja, instruksi kerja kalibrasi dan lembar kerja kalibrasi alat fototerapi. Instruksi kerja dan lembar kerja dianalisis dari metode kerja yang diadopsi dari metode kerja kemenkes. Selanjutnya mempersiapkan alat fototerapi yang akan dikalibrasi beserta alat uji atau kalibratornya. Tahap berikutnya masuk kepada proses kalibrasi fototerapi dengan langkah seperti dibawah ini :

1. Pendataan administrasi alat fototerapi dengan alat ukur yang digunakan.
2. Pengukuran kondisi lingkungan berupa nilai suhu dan kelembaban ruangan
3. Pemeriksaan fisik dan fungsi alat
4. Pengujian keselamatan listrik alat
5. Pengukuran spektral irradiance atau panjang gelombang foton dari suatu sumber cahaya dengan satuan $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ [16].

Semua data hasil pengukuran pada ke empat langkah diatas ditulis pada lembar kerja. Selanjutnya data tersebut dianalisis dan dihitung angka ketidakpastian pengukurannya dengan cara:

1. Analisis hasil pengukuran kondisi lingkungan saat kalibrasi alat dilakukan dengan membandingkan nilai yang didapat dengan nilai ambang batas yang telah ditetapkan dalam metode kerja.
2. Analisis hasil pemeriksaan fisik dan fungsi alat dilakukan sesuai prosedur yang ada pada metode kerja dengan melakukan pengecekan dan pengamatan. Analisis ini menyumbang nilai sebesar 10 % dari nilai total yang diperoleh.
3. Analisis pengujian keselamatan listrik alat fototerapi dilakukan dengan menggunakan alat ukur *electrical safety analyzer* (ESA). Pengujian ini menyumbang nilai sebesar 40% dalam penarikan kesimpulan akhir dari total nilai yang didapat.
4. Analisis hasil dari pengukuran spektral irradiance yang diperoleh dilakukan dengan membandingkan nilai batas toleransi. Analisis ini menyumbang nilai sebesar 50% dari nilai total keseluruhan pengujian.
5. Analisa perhitungan ketidakpastian dilakukan dengan memperhatikan sumber-sumber ketidakpastian pengukuran dari tipe A & tipe B. Tipe A mencakup pengamatan berulang spektral irradiance oleh standar, dengan nilai koefisien sensitivitasnya adalah 1 (satu) dan derajat kebebasannya untuk 5 kali pengukuran. Sedangkan untuk tipe B nilai ketidakpastian standar berdasarkan sertifikat kalibrasi dari kalibratornya, resolusi UUT, dan nilai Drift Standar. Selanjutnya sumber sumber ketidakpastian yang diperoleh dihitung ketidakpastian gabungannya menggunakan tabel *uncertainty budget*.

Setelah didapat nilai dari ketiga pengukuran diatas, semua nilai yang berkontribusi pada penarikan kesimpulan akhir dijumlahkan. Jika nilai total didapatkan $\geq 70\%$ maka alat dikatakan memenuhi persyaratan dan alat dapat digunakan dalam pelayanan.

Kalibrator pada penelitian ini menggunakan alat radiometer seperti pada Gambar 3. dengan merk DALE40 *phototherapy radiometer* dengan nomor seri 9469025. Alat ini memiliki spesifikasi spectral range sebesar 429-473 nm

dengan range pengukuran sebesar 0-1999 $\mu\text{W}/\text{cm}$ dan resolusi 1 $\mu\text{W}/\text{cm}$ [17]. Selanjutnya alat ukur lainnya adalah alat ukur pengujian keselamatan listrik ESA pada Gambar 4 dengan nomor seri 9390 dan Pengukuran kondisi lingkungan thermo-hygrometer pada Gambar 5.



Gambar 3. Alat kalibrator fototerapi Merk DALE40 phototherapy radiometer [17].



Gambar 4. ESA Mextron Type QA-90 [18].



Gambar 5. Thermo-hygrometer model DM-303 [19].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat fototerapi yang dikalibrasi adalah merk GEA medical type XHZ-90 dengan nomor seri

72170902067. Kondisi suhu ruangan pada awal pengukuran didapat 25,9°C dan pada akhir 25,1°C, sedangkan nilai kelembaban ruangan pada awal dan akhir pengukuran berada pada 46% RH. Nilai pengukuran kondisi lingkungan ini telah memenuhi syarat yang telah ditetapkan yaitu $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ untuk suhu ruangan dan $50\% \text{RH} \pm 15\% \text{RH}$ untuk kelembaban ruangan. Jadi nilai hasil pengukuran kondisi lingkungan saat pengukuran masih berada dalam batas toleransi dengan nilai ketidakpastian pengukurannya 0,2 seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Selanjutnya pemeriksaan fisik dan fungsi alat dilakukan dengan memperhatikan parameter badan permukaan alat, kontak-kontak alat, kabel catu utama, sekering pengaman, keberfungsian tombol-tombol serta tampilan dan indikator. Semua parameter diamati dan diperiksa dengan mengacu pada batas pemeriksaan yang terdapat pada Tabel 1. Hasil yang didapatkan dari pemeriksaan semua parameter, semuanya berada dalam keadaan baik dan diberi score 100.

Pada Tabel 2 merupakan hasil pengukuran keselamatan listrik. Pengukuran ini dilakukan dengan menguji parameter *insulation Resistance*, *earth leakage current normal condition*, *patient leakage current normal condition*, *Protective Earth Resistance*, *current consumption (switch on)*, *voltage L1 - L2*, *voltage L1 - GND*, *voltage L2 - GND*, *enclosure leakage current normal condition*. Hasil pengukuran keselamatan listrik yang didapatkan dibandingkan dengan nilai ambang batas toleransi yang ditetapkan. Dari hasil perbandingan dengan nilai ambang batasnya terdapat nilai N/A pada parameter *enclosure leakage current normal condition* sehingga parameter ini mendapatkan nilai 0. Parameter lainnya mendapatkan nilai 1. Jika ditotalkan nilai semua parameter maka didapatkan nilai 90 dengan persentase sumbangan nilai sebesar 36%.

Tabel 3 merupakan hasil pengukuran kinerja spectral irradiance dari alat Phototherapy. Pengukuran iradiasi blue light dilakukan pada jarak ± 50 cm. Adapun toleransi pengukuran sebesar $\geq 176 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Pada tabel 5 merupakan hasil perhitungan nilai ketidakpastian dari

spectral irradiance. Ketidakpastian dihitung dimulai dari mencari nilai rata-rata dari 5 pengukuran, nilai standar deviasi, dan memperhatikan sumber sumber yang menyumbang nilai ketidakpastian terhadap parameter yang terlihat pada Tabel 5. Nilai akhir atau gabungan dari ketidakpastian pengukuran *spectral irradiance* adalah 1,116. Nilai ini telah memenuhi persyaratan toleransi dimana batas toleransi ketidakpastian

pengukuran adalah ≥ 4 . Sehingga perolehan nilai dari pengukuran kinerja ini adalah 100.

Dari Tabel 6 dapat dilihat hasil dari telaah teknis keseluruhan alat Phototherapy. Hasil pengukuran pemeriksaan fisik dan fungsi alat memperoleh bobot 10%, pemeriksaan keselamatan listrik memperoleh bobot 36%, dan pengujian *spectral irradiance* sebesar 50%. Sehingga total bobot yang didapatkan adalah 96%, nilai ini telah memenuhi standar yang telah ditetapkan yaitu $\geq 70\%$.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan fisik dan fungsi alat.

No.	Parameter	Batasan Pemeriksaan	Hasil Pengamatan
1	Badan dan permukaan alat	Periksa bagian luar unit, pastikan bersih, terpasang ketat satu dan lainnya dan tidak ada bekas tertimpa cairan ataupun gangguan lainnya	1 Baik Tidak baik
2	Kotak Kontak alat	Periksa apakah ada gangguan pada kotak kontak (AC-Power). Gerak gerakan kotak kontak untuk memastikan keamanannya. goyang-goyangkan kontak untuk memastikan tidak ada baut atau mur yang longgar.	1 Baik Tidak baik
3	Kebel catu utama	Periksa kabel, apakah terlihat ada kerusakan atau bagian isolasi yang terkelupas	1 Baik Tidak baik
4	Sekering Pengaman	Periksa sekering yang terdapat pada bagian luar rangkaian, apakah nilai tahanan dan tipenya sesuai dengan spesifikasi yang tertulis pada alat.	1 Baik Tidak baik
5	Tombol	Periksa tombol tombol fungsi dan manset pada blood pressure monitor, untuk memastikan blood pressure monitor berfungsi dengan sempurna.	1 Baik Tidak baik
6	Tampilan dan Indikator	Pastikan lampu indikator dan tampilan berfungsi seluruhnya, yakinlah bahwa bagian tampilan digital berfungsi.	1 Baik Tidak baik

Tabel 2. Hasil pengukuran keselamatan listrik.

No.	Parameter	Measured		Limit
1	<i>Insulation resistance</i>	>200	MΩ	NL
2	<i>Earth leakage current normal condition</i>	64.2	μA	5000
3	<i>Patient leakage current normal condition</i>	0	μA	≤100 (B & BF) or ≤10 (CF)
4	<i>Enclosure leakage current normal condition</i>	N/A	μA	100
5	<i>Protective earth resistance</i>	169	mΩ	≤ 200
6	<i>Current consumption (switch on)</i>	0,8	A	NL
7	<i>Current consumption (switch off)</i>	N/A	A	NL
8	<i>Voltage L1 - L2</i>	205,6	Vac	NL
9	<i>Voltage L1 - GND</i>	204,5	Vac	NL
10	<i>Voltage L2 - GND</i>	2,9	Vac	NL
11	<i>Class: I, II, III</i>			
12	<i>Applied part type: B, BF, CF, NA</i>			

Tabel 3. Hasil pengukuran spektral *irradiance*.

Setting Standar	Penunjukan alat					Toleransi
	1	2	3	4	5	
Pengukuran iradiasi <i>blue light</i> jarak \pm 50 cm	512	512	511	510	512	$\geq 176 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

Tabel 4. Hasil perhitungan ketidapastian pengukuran dari pengukuran kondisi lingkungan.

No.	Parameter	Terukur	Rata	Rata Terkoreksi	Koreksi Sertifikat	KTPS
1	Temperatur Ruang	Awal: 25,9°C Akhir: 25,1°C	25,5	25,55683742	0,05683742179	0,2
2	Kelembaban Ruang	Awal: 46% Akhir: 46%	46	45,93187477	0,06812523091	0,2

Tabel 5. Hasil perhitungan ketidakpastian pengukuran *spectral irradiance*.

Jumlah Pengulangan	5									
Resolusi UUT	1									
Komponen	Derajat kebebasan									
	Distribusi	U	Pembagi	Ui	v	c	(Ui*c)	(Ui*c) ²	(Ui.c) ⁴ /v	
Pengukuran berulang	Normal	0,894	2,236	0,400	4,000	1,000	0,400	0,160	0,006	
Sertifikat standar	Normal	0,010	2,000	0,005	50,000	1,000	0,005	0,000	0,000	
Resolusi	Segiempat	0,500	1,732	0,289	50,000	1,000	0,289	0,083	0,000	
Drift	Segiempat	0,001	1,732	0,001	50,000	1,000	0,001	0,000	0,000	
Jumlah								0,243	0,007	
Ketidapastian baku gabungan, Uc								0,493		
Derajat kebebasan efektif, V _{eff}								9,057		
Faktor cakupan, k-student untuk V _{eff} dan CL 95%								2,262		
Ketidapastian bentangan, U=k,Uc								1,116		

No,	Setting Alat	Pembacaan Standar					Rata	Stdv	KTPS Spektral Radasnsi	Toleransi (MikroW/cm2/nm)	Score
		1	2	3	4	5					
1	FIX	512	512	511	510	512	511,4	0,894	1,116	≥ 4	100

Tabel 6. Telaah teknis semua hasil pengukuran kinerja.

No.	Parameter	Persentase	score	Bobot	Hasil	Fungsi Alat	Telaah Teknis	Kesimpulan
1	Pemeriksaan fisik dan fungsi	10%	100	10				Laik pakai
2	Pengukuran keselamatan listrik	40%	90	36	96	Baik	Dalam batas toleransi	Lakukan kalibrasi ulang sesuai jadwal secara berkala
3	Spektral <i>irradiance</i>	50%	100	50				

KESIMPULAN

Dari hasil telaah teknis hasil pengukuran mendapat bobot 96% dan dapat disimpulkan bahwa alat *phototherapy merk GEA medical*

type XHZ-90 dengan nomor seri 72170902067 berfungsi dengan baik dan berada dalam batas toleransi sehingga layak untuk digunakan dalam pelayanan kesehatan.

REFERENSI

1. Kartika, A. C. O. (2019). Asuhan Keperawatan Bayi Baru Lahir Prematur dengan Fokus Studi Risiko Ikterik Nephatus di Ruang Melati RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo Purwokerto. Diakses: 22 Juni 2022, URL: <http://r2kn.litbang.kemkes.go.id:8080/handle/123456789/59723>.
2. Tania, M. (2020). Asuhan Kebidanan Pada Bayi Baru Lahir Dengan Kelahiran Prematur. *Studi Kasus DIII Kebidanan Fak. Kesehatan*. Diakses: 24 Juni 2022, URL: <http://repository.unism.ac.id/1662/>.
3. Andhini, D., Sekarwana, N., & Fitri, S. Y. R. (2021). Peningkatan Berat Badan Bayi Prematur Melalui Pengaturan Siklus Pencahayaan dan Nesting. *Jurnal Keperawatan Sriwijaya*, **8**(1), 26-35.
4. Irianti, A. P., Mudrikatin, S., & Sari, W. A. (2019). Hubungan Persalinan Prematur dengan Kejadian Ikterus di Rsud Jombang Bulan Januari-Juni Tahun 2019. *Jurnal Akademika Husada*, **1**(2), 14-26.
5. Safitri, Y., & Hafilah, N. (2021). Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Bayi Kuning pada Bayi Baru Lahir di Wilayah Kerja Puskesmas Kota Datar Kecamatan Hampan Perak Kabupaten Deli Serdang Tahun 2021. *Jurnal Keluarga Sehat Sejahtera*, **19**(2), 70-75.
6. Irawati, I. (2018). Efektivitas Perubahan Posisi Tidur Selama Fototerapi terhadap Penurunan Kadar Bilirubin Total pada Bayi Hiperbilirubinemia di Rumah Sakit Khusus Ibu dan Anak Kota Bandung Tahun 2017. Diakses: 22 Juni 2022, URL: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/1851>.
7. Bukhori, A. (2020). Pengaruh Pemberian Fototerapi Terhadap Penurunan Kadar Bilirubin Total Pada Bayi. *Jurnal Akademi Keperawatan Sumber Waras*, **2**(1), 18-25.
8. Batubara, I. S., Paramitha, L., Pusponegoro, E., Budianti, W. K., Rahmayunita, G., & Yusharyahya, S. N. (2021). Ultraviolet phototherapy for treatment of various dermatoses. *Journal of the Medical Sciences (Berkala Ilmu Kedokteran)*, **53**(4).
9. Indrayani, T., Riani, A., & Lubis, R. (2019). Hubungan Fototerapi Dengan Penurunan Kadar Billirubin Total Pada Bayi Baru Lahir Di RS Aulia Jagakarsa Jakarta Selatan Tahun 2019. *Dinamika Kesehatan: Jurnal Kebidanan dan Keperawatan*, **10**(1), 448-460.
10. Medica, G. (2022). Jual Lampu Fototerapi GEA XHZ 90 Termurah. Diakses: 22 Juni 2022, URL: <https://glorya.co.id/produk/lampu-fototerapi-xhz-90/>.
11. Santiari, D. A. S. (2018). Kajian area penyinaran dan nilai intensitas pada peralatan blue light therapy. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, **17**(2), 279-286.
12. Ahrian, F. R. (2022). *Inovasi Sistem Monitoring Alat Terapi Blue Light* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta).
13. Permenkes No. 54. (2015). Peraturan Menteri Kesehatan No. 54 Tahun 2015 Tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan.
14. Fatwasauri, I., Erawati, S. T., Sasono, M., & Surakusumah, R. F. Evaluasi Ketidakpastian Pengukuran dalam Kalibrasi Termometer Digital Menggunakan Persamaan Regresi Kalibrasi. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **18**(2), 131-136.
15. Dirjen Pelayanan Kesehatan. (2018). Metode Kerja Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan. *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*.
16. Mirwald, J., Nura, D., Eberhardsteiner, L., & Hofko, B. (2022). Impact of UV-Vis light on the oxidation of bitumen in correlation to solar spectral irradiance data. *Construction and Building Materials*, **316**, 125816.
17. Biomedical, F. (2022). DALE40 Phototherapy Radiometer. Diakses : 22 Juni 2022, URL: <https://www.flukebiomedical.com/products/biomedical-testequipment/phototherapy->

- radiometers/dale40-phototherapy-radiometer.
18. Celyontecnica. (2022). QA-90 Electrical Safety Analyzer. Diakses : 22 Juni 2022, URL:<https://www.celyontecnica.es/var/celyon-1052-qa90.pdf>.
 19. TME - Electronic components (WFS). (2022). DM-303 - Thermo-hygrometer | LCD; -20÷50°C; 10÷95%RH; Accur: ±1°C; 0,1°C. Diakses : 24 Juni 2022, URL:<https://www,tme,eu/en/details/dm-303/thermohygrometers/>.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)