

Radiometer Sebagai Alat Ukur Iradiasi *Blue Light* Pada Fototerapi Dilengkapi Sensor *Ultrasound HC-SR04*

Tiyas Sulistiya¹, Wisnu Kartika¹, Bambang Untara²

¹Program D3 Teknik Elektromedik Program Vokasi

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan Bantul-DIY, Indonesia 555185

Telp. (0274) 387656 Fax (0274) 387646

²Rumah Sakit Umum Pusat Dr Sardjito

tiyas.sulistiya.2015@vokasi.umy.ac.id¹, wisnu2007@umy.ac.id¹,
bambanguntara@yahoo.co.id²

ABSTRAK

Alat yang digunakan dalam terapi *hyperbilirubin* adalah fototerapi. Pengukuran iradiasi sinar biru (*blue light*) yang dipancarkan oleh alat fototerapi sangat penting untuk mengetahui kekuatan pada lampu fototerapi agar penyembuhan *hyperbilirubin* dapat berjalan optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat “Radiometer sebagai Alat Ukur Iradiasi *Blue Light* pada Fototerapi Dilengkapi Sensor *Ultrasound HC-SR04*” yang dapat digunakan dalam melakukan proses kalibrasi ataupun perawatan alat fototerapi. Fototerapi menggunakan lampu *blue light* dengan panjang gelombang 400-500 nm. Panjang gelombang tersebut dapat ditangkap oleh sensor TCS3200. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak secara otomatis pada saat pengukuran nilai iradiasi lampu *blue light*.

Metode pengambilan data nilai radiasi *blue light* pada lampu fototerapi dilakukan dengan jarak 30 cm, 40 cm, 50 cm, 46 cm didata kanan, 46 cm didata tengah, dan 46 cm didata kanan. Kemudian hasil pengukuran iradiasi *blue light* akan dibandingkan dengan dengan alat kalibrator *blue* yaitu *Phototherapy Radiometer DALE 40 / 3728011*. Berdasarkan data perbandingan nilai iradiasi dapat disimpulkan bahwa antara modul penulis dan alat kalibrator memiliki nilai *error* terkecil terletak pada jarak 46 cm didata tengah yaitu sebesar 0,57 % dengan selisih rata-rata 4,33 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Sedangkan *error* terbesar terletak pada jarak 46 cm didata kanan yaitu sebesar 4,37 % dengan selisih rata-rata 23 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Hubungan antara jarak dan nilai iradiasi adalah semakin dekat jarak pengukuran akan semakin besar nilai iradiasi dan nilai pengukuran terbesar pada data pengukuran kiri, tengah, dan kanan adalah didata tengah. Setelah dilakukan uji coba sistem secara keseluruhan modul penulis dapat digunakan dengan fungsi dan tujuannya.

Kata kunci : TCS3200, HC-SR04, fototerapi, *blue light*, kalibrator

1. PENDAHULUAN

Fototerapi merupakan terapi tindakan pertama yang dilakukan terhadap bayi baru lahir dengan hiperbilirunemia. Pemberian fototerapi yang efektif merupakan

faktor utama penanganan yang cepat dari hiperbilirubinemia. Efektifitas tindakan fototerapi antara lain ditentukan oleh panjang gelombang sinar lampu, kekuatan lampu (*irradiance*), jarak antara lampu dengan bayi yang terpapar sinar

lampu [1]. Penempatan lampu fototerapi tidak boleh terlalu dekat dengan pasien karena akan menyebabkan *overheating* pada bayi. Jarak dari sumber cahaya pada fototerapi diletakan pada jarak 30 cm, 40 cm sampai 50 cm tepat di atas pasien. Lembar kerja kalibrasi fototerapi menyatakan bahwa jarak pengukuran kalibrasi *blue light* dilakukan hanya dengan jarak 46 cm pada data kanan, tengah, dan kiri [2][3].

Radiometer digunakan sebagai alat kalibrasi *phototherapy*. Kalibrasi adalah kegiatan peneraan untuk menentukan kebenaran nilai penunjukkan alat ukur dan/atau bahan ukur [4]. Tujuan kalibrasi yaitu untuk menjamin hasil pengukuran sesuai dengan standar nasional maupun internasional. Berkaitan dengan Undang-Undang Nomor 44 Tahun 2009 Tentang Rumah Sakit Bagian Ketujuh Peralatan Pasal 16 Ayat 2 dijelaskan bahwa peralatan medis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus diuji dan dikalibrasi secara berkala oleh Balai Pengujian Fasilitas Kesehatan dan/ atau institusi pengujian fasilitas kesehatan yang berwenang [5]. Setiap alat kesehatan yang digunakan di pelayanan fasilitas kesehatan dan fasilitas kesehatan lainnya harus dilakukan dan/ atau kalibrasi secara berkala oleh Balai Pengujian Fasilitas Kesehatan atau institusi pengujian fasilitas kesehatan. Hal ini tercantum dalam Permenkes No

54/Menkes/PER/IV/2015 Tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan [4]. Proses penyembuhan pada pasien akan berjalan lebih lama jika lampu *blue light* tidak dikalibrasi, karena tidak dapat diketahui berapa besar *output* dari kekuatan lampu terhadap luas penampangnya.

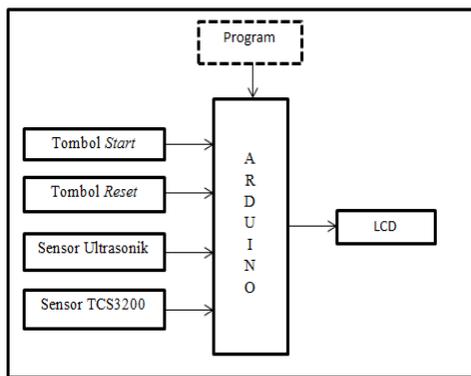
Pada penelitian Abi Abdillah tahun 2016 , dengan judul “Rancang Bangun Phototherapy Radiometer Menggunakan Sensor TCS3200”. Pada rancangan ini peneliti hanya menggunakan satu kelompok subyek serta melakukan pengukuran sebelum dan sesudah pemberian perlakuan pada subyek dengan jarak 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan 50 cm. Alat fototerapi yang digunakan sebagai alat uji coba ukur adalah *Double Surface Phototherapy*. Namun menurut penulis alat tersebut masih memiliki kelemahan karena alat tersebut belum dilengkapi dengan *detector* jarak pada saat pengambilan data sehingga pada saat pengukuran iradiasi *blue light* harus dilakukan secara manual sehingga tidak efisien pada saat proses pengukuran [6]. Detektor jarak berfungsi untuk memudahkan *user* dalam pengukuran jarak secara otomatis sehingga tidak perlu menggunakan alat ukur jarak saat pengambilan data iradiasi *blue light*.

Berdasarkan kronologis diatas, maka penulis akan membuat alat yang berkaitan dengan masalah tersebut yaitu “Radiometer sebagai

Alat Ukur Iradiasi *Blue Light* pada *Phototherapy* Dilengkapi Sensor *Ultrasound HC-SR04*”.

2. METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan maka dilakukan tahapan perancangan alat yaitu pembuatan perangkat keras (*Hardware*) yang terdiri dari rangkaian sensor, rangkaian minimum sistem dan perangkat lunak (*Software*). Pada Gambar 1, merupakan blok diagram alat *oxygen analyzer*.



Gambar 1. Blok Diagram Alat Radiometer

Cara kerja diagram blok sistem pada Gambar 3.2 adalah sebagai berikut: Ketika tombol *power* dihidupkan atau *on* dan lampu *indicator* baterai akan menyala, maka *supply* dari baterai 5V DC akan memberikan tegangan ke seluruh rangkaian. Sensor HC-SR04 akan bekerja untuk memberikan sinyal kepada penampang lampu fototerapi berupa gelombang bunyi dan dipantulkan kembali oleh obyek tersebut. Gelombang pantulan akan

ditangkap kembali oleh sensor HC-SR04. Hasil deteksi dari sensor jarak tersebut akan diproses pada mikrokontroler. Selanjutnya sensor TCS3200 akan menangkap cahaya biru pada lampu fototerapi. *Output* data dari sensor TCS3200 merupakan data digital yang langsung diumpankan ke mikrokontroler. Selanjutnya, mikrokontroler akan membaca berapa frekuensi sinar *blue light* yang diterima. Nilai frekuensi akan dirubah menjadi satuan iradiasi ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) dengan program arduino dan ditampilkan pada LCD. Tombol reset digunakan untuk memulai menghapus semua data pada saat pengukuran. Setelah melakukan pengukuran tekan power on/off dalam posisi off agar seluruh rangkaian dalam posisi mati.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengukuran Jarak dengan Alat Pembanding Meteran

Tabel 1. Hasil Perbandingan Pengukuran Jarak Terhadap Meteran

No.	Pengukuran Meteran (cm)	Pengukuran Modul (cm)						Rata-Rata	Simpanan	Error (%)
		1	2	3	4	5	6			
1	5	5	5	6	5	5	5	5.16	0.16	3.33
2	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0
3	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0
4	20	20	20	20	20	21	20	20.16	0.16	0.83
5	25	25	25	25	25	25	24	24.83	0.16	0.66
6	30	30	29	30	30	30	30	29.83	0.16	0.55
7	35	35	35	35	36	35	35	35.16	0.16	0.47
8	40	40	40	40	40	40	40	40	0	0
9	45	45	45	45	45	45	45	45	0	0
10	50	50	50	50	50	49	50	49.83	0.16	0.33

Pada Tabel 1, menunjukkan perbandingan nilai pengukuran jarak

pada modul penulis dengan alat pembanding yaitu alat meteran di jarak 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm dan 50 cm dalam 6 kali pengambilan data. Terlihat pada tabel pengukuran meteran dengan modul dapat ditarik garis yang linear dan berimpit nilainya. Hasil pengukuran meteran dengan pengukuran rata-rata pada modul tersebut menghasilkan *error* terkecil yaitu 0% pada jarak 10 cm, 15 cm, 40 cm, dan 45 cm. Sedangkan nilai *error* terbesar didapat pada jarak 5 cm yaitu sebesar 3,3 %.

3.2. Pengukuran Iradiasi dengan Alat Pembanding Pada Jarak 30 cm

Tabel 2. Hasil Pengukuran Iradiasi *Blue Light* Pada Jarak 30 cm

Pengukuran Ke-	Dale-40 (uW/cm ²)	Pembacaan Modul (uW/cm ²)
1	1145	1190
2	1176	1190
3	1286	1300
4	1296	1300
5	1304	1300
6	1312	1319
Rata-Rata	1253.166667	1266.5
Simpangan	13.33333333	
Error (%)	1.063971273	

Pada Tabel 2, merupakan hasil perbandingan nilai pengukuran iradiasi blue light dengan modul penulis dan alat kalibrator yaitu DALE 40 pada jarak 30 cm. Dari tabel dapat dilihat nilai yang ditunjukkan alat pembanding pada data 1 sampai data 6 mengalami kenaikan dari 1145 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ sampai 1312 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ Sedangkan pada modul penulis, nilai iradiasi pada data 1 dan data 2 konstan yaitu 1190

$\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Kemudian nilai iradiasi mengalami kenaikan yang konstan pada data 3 sampai data 5 yaitu 1300 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Selanjutnya pada data 6 mengalami kenaikan yaitu 1319 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Nilai antara alat pembanding dan modul penulis mempunyai error sebesar 1,06 % dengan selisih rata-rata 13,33 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

3.3. Pengukuran Iradiasi dengan Alat Pembanding Pada Jarak 40 cm

Tabel 3. Hasil Pengukuran Iradiasi *Blue Light* Pada Jarak 40 cm

Pengukuran Ke-	Dale-40 (uW/cm ²)	Pembacaan Modul (uW/cm ²)
1	902	920
2	884	912
3	833	890
4	821	840
5	806	780
6	820	840
Rata-Rata	844,33	863,67
Simpangan	19,34	
Error (%)	2,29	

Pada Tabel 3, merupakan hasil perbandingan nilai pengukuran iradiasi blue light dengan modul penulis dan alat kalibrator dengan merek DALE 40 pada jarak 40 cm. Dari tabel dapat dilihat nilai yang ditunjukkan alat pembanding pada data 1 sampai data 5 mengalami penurunan dari 902 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ke 806 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, sedangkan pada modul penulis mengalami penurunan dari 920 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ke 780 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Kemudian pada data 6 pengukuran nilai iradiasi mengalami kenaikan pada alat pembanding yaitu 820 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, sedangkan pada modul penulis mengalami kenaikan yaitu

840 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Nilai antara alat pembanding dan modul penulis mempunyai error sebesar 2,29 % dengan selisih pada rata-rata yaitu 19,34 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

3.4. Pengukuran Iradiasi dengan Alat Pembanding Pada Jarak 50 cm

Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Iradiasi *Blue Light* Pada Jarak 50 cm

Pengukuran Ke-	Dale-40 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	Pembacaan Modul ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
1	624	680
2	654	680
3	656	640
4	676	680
5	671	680
6	664	680
Rata-Rata	657,5	673,3
Simpangan	15,8	
Error (%)	2,4	

Pada Tabel 4, merupakan hasil perbandingan nilai pengukuran iradiasi blue light dengan modul penulis dan alat kalibrator dengan merek DALE 40 pada jarak 50 cm. Dari tabel dapat dilihat nilai yang ditunjukkan alat pembanding pada data 1 sampai data 4 mengalami kenaikan dari 624 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ke 676 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Kemudian pengukuran nilai iradiasi di data 4 sampai data 6 pada alat pembanding mengalami penurunan yaitu dari 676 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ sampai 664 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Pada modul penulis, pengukuran nilai iradiasi di data 1 dan data 2 berada dalam pembacaan yang stabil yaitu 680 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Selanjutnya mengalami penurunan di data 3 yaitu 640 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Kemudian pengukuran

nilai iradiasi pada modul penulis di data 4 sampai data 6 tetap konstan yaitu 680 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Nilai antara alat pembanding dan modul penulis mempunyai error sebesar 2,4 % dengan selisih rata-rata yaitu 15,8 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

3.5. Pengukuran Iradiasi dengan Alat Pembanding Pada Jarak 46 cm didata Kanan

Tabel 5. Hasil Pengukuran Iradiasi *Blue Light* Pada Jarak 46 cm didata Kanan

Pengukuran Ke-	DALE 40 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	Pembacaan Modul ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
1	528	570
2	526	545
3	521	545
4	528	545
5	528	545
6	526	545
Jumah	3157	3295
Rata-Rata	526.16	549.16
Simpangan	23	
Error (%)	4.37	

Pada Tabel 5, merupakan hasil perbandingan nilai pengukuran iradiasi blue light dengan modul penulis dan alat kalibrator dengan merek DALE 40 pada jarak 46 cm didata kanan. Dari tabel dapat dilihat nilai yang ditunjukkan alat pembanding pada data 1 sampai data 3 mengalami penurunan dari 526 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ sampai 521 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Kemudian pada data 4 sampai mengalami kenaikan yang konstan yaitu 528 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Selanjutnya didata 6 mengalami penurunan yaitu 526 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Pada modul penulis, pengukuran nilai iradiasi di data 1 yaitu 570 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Kemudian pada data 2 sampai data 6 nilai iradiasi mengalami penurunan dan konstan yaitu 545 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Nilai antara alat pembanding dan modul penulis mempunyai error

sebesar 4,37 % dengan selisih rata-rata yaitu 23 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

3.6. Pengukuran Iradiasi dengan Alat Perbandingan Pada Jarak 46 cm didata Tengah

Tabel 4.6. Hasil Pengukuran Iradiasi Blue Light Pada Jarak 46 cm didata Tengah

Pengukuran Ke	DALE 40 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	Pembacaan Modul ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
1	773	735
2	759	793
3	770	793
4	769	793
5	759	736
6	729	735
Jumlah	4559	4585
Rata-Rata	759.83	764.16
Simpangan	4.33	
Error (%)	0.57	

Pada Tabel 4.7 merupakan hasil perbandingan nilai pengukuran iradiasi *blue light* dengan modul penulis dan alat kalibrator dengan merek DALE 40 pada jarak 46 cm di data tengah. Dari tabel dapat dilihat nilai yang ditunjukkan alat perbandingan di data 1 sampai data 2 mengalami penurunan dari 773 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ke 759 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Kemudian pengukuran nilai iradiasi didata 3 pada alat perbandingan mengalami kenaikan yaitu 770 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Selanjutnya pada data 4 sampai 6 mengalami penurunan sampai 729 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Pada modul penulis, pengukuran nilai iradiasi di data 1 yaitu 680 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Kemudian mengalami kenaikan dan konstan di data 2 sampai data 4 yaitu 793 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Selanjutnya pada data 5 sampai 6 mengalami penurunan yaitu

sampai 735 680 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Nilai antara alat perbandingan dan modul penulis mempunyai *error* sebesar 0,57 % dengan selisih rata-rata yaitu 4,33 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

3.7. Pengukuran Iradiasi dengan Alat Perbandingan Pada Jarak 46 cm didata Kiri

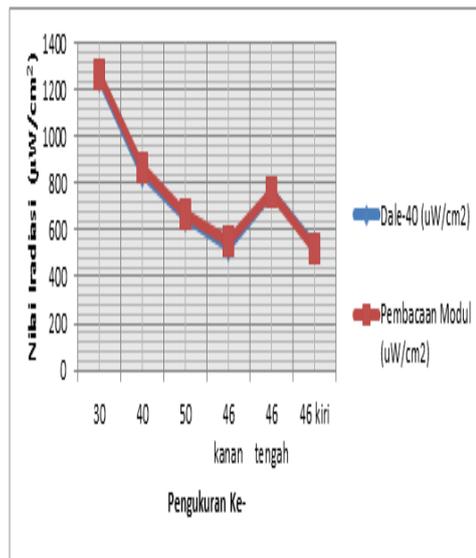
Tabel 7. Hasil Pengukuran Iradiasi Blue Light Pada Jarak 46 cm didata Kiri

Pengukuran Ke-	DALE 40 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	Pembacaan Modul ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
1	533	488
2	507	504
3	519	520
4	547	520
5	551	545
6	542	545
Jumlah	3199	3122
Rata-Rata	533.16	520.33
Simpangan	12.83	
Error (%)	2.4	

Pada Tabel 7, merupakan hasil perbandingan nilai pengukuran iradiasi *blue light* didata tengah. Dari tabel dapat dilihat nilai yang ditunjukkan alat perbandingan pada data 1 yaitu 533 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Kemudian pengukuran nilai iradiasi di data 2 sampai 5 mengalami kenaikan yaitu dari 507 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ sampai 551 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Selanjutnya pada data 6 mengalami penurunan yaitu 542 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Sedangkan pada modul penulis, pengukuran nilai iradiasi di data 1 sampai data 3 mengalami kenaikan yaitu 488 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ sampai 520 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Kemudian nilai iradiasi di data 3 dan 4 tetap yaitu 520 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Selanjutnya pada data 5 sampai 6 mengalami kenaikan dan konstan yaitu 545 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Nilai

antara alat pembanding dan modul penulis mempunyai *error* sebesar 2,4 % dengan selisih rata-rata yaitu $12,83 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

3.8. Analisis Data Pengukuran Iradiasi *Blue Light*



Gambar 2. Hasil Pengukuran Iradiasi *Blue Light* Pada Jarak 30 cm, 40 cm, 50 cm, 46 cm didata kanan, 46 cm di data tengah dan 46 cm didata kiri

Pada Gambar 2, menunjukkan nilai iradiasi *blue light* pada jarak 30 cm, 40 cm, 50 cm, 46 cm didata kanan, 46 cm didata tengah, dan 46 cm didata kiri. Hubungan antara jarak dengan nilai iradiasi adalah semakin dekat jarak alat pengukuran dengan sumber cahaya dari lampu *blue light* pada fototerapi, maka nilai iradiasi yang dihasilkan akan semakin besar, begitu pula sebaliknya. Pada pembacaan modul, rata-rata nilai iradiasi yang terbaca selalu mendekati dengan pembacaan

pada alat pembanding, hasil pengukuran nilai *error* terkecil terletak pada jarak 46 cm didata tengah yaitu sebesar 0,57 % dengan selisih rata-rata $4,33 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. *Error* terbesar terletak pada jarak 46 cm didata kanan yaitu sebesar 4,37 % dengan selisih rata-rata $23 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Artinya modul TA penulis masih dapat bekerja dengan baik untuk melakukan iradiasi *blue light* pada fototerapi sebagaimana fungsinya seperti alat pembanding. Kemudian hubungan antara jarak dan nilai iradiasi adalah semakin dekat jarak pengukuran akan semakin besar nilai iradiasi dan nilai pengukuran terbesar pada data pengukuran kiri, tengah, dan kanan adalah didata tengah.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan proses pembuatan dan *study literature*, perencanaan, percobaan, pengujian alat dan pendataan atau pengukuran, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Modul “Radiometer Sebagai Alat Ukur Iradiasi *Blue Light* Pada Fototerapi” dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Rata-rata nilai iradiasi yang terbaca selalu mendekati dengan pembacaan pada alat pembanding, hasil pengukuran nilai *error* terkecil terletak pada jarak 46 cm dititik tengah yaitu sebesar 0,57 %.

Sedangkan *error* terbesar terletak pada jarak 46 cm dititik kanan yaitu sebesar 4,37 %.

2. Hubungan antara jarak dan nilai iradiasi adalah semakin dekat jarak pengukuran akan semakin besar nilai iradiasi dan nilai pengukuran terbesar pada titik pengukuran kiri, tengah, dan kanan adalah dititik tengah.
3. Pembuatan sistem minimum ATmega328P dapat bekerja dengan baik sesuai dengan sistem kerja modul yang direncanakan.
4. Sensor TCS3200 mampu menangkap nilai iradiasi *blue light* dengan baik dan sensor HC-SR04 mampu mengukur jarak secara otomatis dalam proses pengambilan data.
5. Rangkaian LCD karakter 2x16 bekerja dengan baik dalam menampilkan hasil pengukuran.
6. Pada sistem minimum pengolahan data dengan menggunakan program Arduino mampu bekerja dan eksekusi program secara baik.

Setelah dilakukan uji coba sistem secara keseluruhan, alat radiometer ini bekerja dengan baik dalam pembacaan nilai ukur iradiasi *blue light* dengan tujuan uji fungsi ataupun perawatan berkala pada fototerapi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Shinta, "Fototerapi Terhadap Kadar Bilirubin Total," Parahyangan-Jawa Barat, 2008.
- [2] N. Jaundice, C. Leds, and B. Anvisa, "Medical devices Phototherapy for neonatal jaundice treatment Medical devices and eHealth solutions," *Compendium of innovative health technologies for low-resource settings*, 2005. [Online]. Available: http://www.who.int/medical_devices.
- [3] M. Yurdakök, "Phototherapy in the newborn: what's new?," *J. Pediatr. Neonatal Individ. Med.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–26, 2015.
- [4] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, *Peraturan menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2015 Tentang Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan*. Indonesia, 2015, p. 4.
- [5] M. P. R. R. Indonesia, *Undang-Undang republik Indonesia Nomor 44 tahun 2009 tentang Rumah Sakit*. Indonesia, 2009, p. 13.
- [6] A. Abdillah, "Rancang Bangun Phototherapy Radiometer Menggunakan Sensor TCS3200," Poltekkes Kemenkes Surabaya, 2016.

