

ANALISA KALIBRASI ALAT PHOTOTHERAPY UNIT MENGGUNAKAN PHOTOTHERAPY RADIOMETER

Jesni Juwita Mendrofa¹, Yulizham²

^{1,2}Fakultas Sain dan Teknologi, Universitas Sari Mutiara Indonesia

Email:Jesnijuwita@gmail.com

ABSTRACT

Jaundice in newborns from January 2013 to December 2015, with a sample size of 223 babies. To treat jaundice in babies, Phototherapy is used. Phototherapy is the first action therapy for newborns with hyperbilirubinemia. The provision of effective phototherapy is the main factor in the rapid management of hyperbilirubinemia. This study aims to analyze the calibration of a phototherapy device using a phototherapy radiometer and also to determine the results of the data obtained after observing the workflow of the tool. This research was conducted by RS Sari Mutiara using a MEK phototherapy device, meckis, which was carried out at a distance of 50 cm. From the test results of the phototherapy device carried out at Sari Mutiara Hospital, the results were $36.18 \pm 0.29 \mu W / cm^2 / nm$ because it was within a tolerance value of $\geq 4 \mu W / cm^2 / nm$

Keywords: Phototherapy, Calibration, Hyperbilirubinemia

1. PENDAHULUAN

Phototherapy merupakan jenis alat terapi, yang berfungsi untuk menurunkan kadar bilirubin dalam darah pada pasien neonatus. Cara kerja phototherapy yaitu dengan memberikan paparan sinar biru dengan panjang gelombang antara 420-470 nm kepada bayi yang terindikasi hiperbilirubinemia selama waktu tertentu dan pada jarak tertentu. Cahaya biru ini akan menyebabkan reaksi fotoimerisasi bilirubin di bawah lapisan kulit bayi. Terapi dengan menggunakan lampu phototherapy ini sudah dimanfaatkan sejak tahun 1958 (Facchini FP, 2001). Phototherapy merupakan terapi tindakan pertama yang dilakukan terhadap bayi baru lahir dengan hiperbilirubinemia. 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 2 lampu. 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 (Sulistiya, Kartika dkk. 2018).

Di Amerika Serikat, sekitar 65% bayi mengalami ikterus. Penelitian yang

dilakukan Chime dkk di Nigeria tahun 2011 didapatkan prevalensi ikterus neonatorum 33% dengan 21% lelaki dan 12% perempuan. Di Indonesia, insiden ikterus pada bayi cukup bulan di beberapa Rumah Sakit (RS) Pendidikan, antara lain, RSCM, RS. Dr Sardjito, RS Dr. Soetomo, RS. Dr. Kariadi bervariasi antara 13,7 hingga 85%. Berdasarkan data registrasi Neonatologi bulan Desember 2014 sampai November 2015, di antara 1093 kasus neonatus yang dirawat, didapatkan 165 (15,09%) kasus dengan ikterus neonatorum. Tata laksana hiperbilirubinemia bertujuan untuk mencegah agar kadar bilirubin indirek dalam darah tidak mencapai kadar yang neurotoksik.

Dari data rekam medis penyakit ikterus pada bayi baru lahir dari Januari 2013 sampai Desember 2015, dengan besar sampel sebanyak 223 bayi. Penelitian ini dilakukan di RSUP. H Adam Malik, Medan. Distribusi usia getasi pada bayi yang menderita ikterus paling banyak adalah kelompok premature, yaitu sebanyak 158 bayi (70,9%) dan yang paling kurang adalah kelompok matur yaitu sebanyak 65 bayi (29,1). Distribusi jenis kelamin pada bayi baru lahir yang menderita ikterus paling banyak adalah laki-laki sebanyak 131 bayi (58,7%) dan yang paling kurang adalah perempuan sebanyak 92 bayi (41,3%).(Moganath Thilasyhini, 2016)

Kalibrasi merupakan serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen pengukur atau sistem pengukuran atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu (Caciotta, 2008). Dari hasil kalibrasi diperoleh nilai kebenaran konvensional dari suatu alat ukur dan ketidakpastiannya. Ketidakpastian adalah

suatu rentang yang didalamnya terdapat nilai-nilai yang mungkin merupakan nilai besaran ukur yang dicari. Suatu pengukuran tidak dapat menentukan nilai dengan tepat, yang dapat dilakukan hanya membuat perkiraan (Cox and Harris, 2006). Ketidakpastian pengukuran merupakan hal yang terpenting dalam hasil pengukuran.

Toleransi merupakan besarnya kesalahan atau penyimpangan yang diizinkan dalam produk atau hasil kerja yang ditetapkan dalam desain, peraturan, standar dan lain lain sehingga ketidakpastian pengukuran digunakan untuk mengetahui apakah suatu produk memenuhi toleransi yang telah ditetapkan. Sumber-sumber ketidakpastian dari suatu pengukuran (pengujian/ kalibrasi) diantaranya adalah standar/ alat ukur, benda ukur, peralatan, metode pengukuran, lingkungan, personel, dan sumber sumber lain (Meyer, 2007).

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, maka dalam hal ini, penulis menganalisa kalibrasi phototherapy dengan menggunakan radiometer untuk melihat nilai kebenaran penunjukkan alat ukur dan bahan ukur

Pengertian Phototherapy

Phototherapy merupakan terapi pilihan pertama yang dilakukan terhadap bayi baru lahir dengan hiperbilirubinemia (Kumar et al, 2010 dalam Shinta, 2015). American

Academy of Pediatrics (AAP) mendefinisikan fototerapi intensif sebagai phototherapy yang menggunakan intensitas sinar sedikitnya 30 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ sampai 40 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ dan panjang gelombang yang dapat mencakup seluruh permukaan tubuh neonatus. Intensitas sinar dapat ditingkatkan dengan pemberian fototerapi ganda atau double fototerapi. Hal ini dapat dicapai dengan meletakkan sumber sinar di atas dan di bawah neonatus. Penggunaan fototerapi intensif dapat menurunkan kadar bilirubin 30% sampai 40% atau bilirubin serum total 1 sampai 2 mg/dL dalam waktu 4 sampai 6 jam (Repository, 2015). Sistem fototerapi mampu menghantarkan sinar melalui bolam lampu fluorcent, lampu quartz, halogen, emisi dioda lampu dan matres optik fiber. Keberhasilan pelaksanaan fototerapi tergantung dari efektifitas dan minimnya komplikasi yang terjadi (Stokowski, 2006 dalam Shinta, 2015).

Prinsip Dasar Phototherapy

Prinsip dasar alat ini yaitu dengan memberikan sinar pada kulit bayi secara langsung dengan jangka waktu tertentu. Sinar yang digunakan adalah sinar *Blue Light* yang mempunyai panjang gelombang antara 425-475 dengan radiasi 30 dan 20 sesuai dengan kadar bilirubin pada bayi dengan jarak penyinaran antara 35-45 cm dalam keadaan mata di tutup bahan yang tidak tembus cahaya.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi kuantitatif. yang bertujuan untuk menganalisa kalibrasi alat phototherapy menggunakan phototherapy radiometer. Dan juga bertujuan untuk mengetahui hasil data yang di dapat setelah pengamatan alur kerja alat. Alat Penelitian

Spesifikasi Alat

Nama Alat : Phototherapy unit

Merk : MEK

Type : Mekics

Peralatan Penelitian

Nama alat : Radiometer

Merk : Fluke

Type : Dale 40

Prosedur PraKalibrasi

1. Kondisikan Phototherapy dan alat standar sesuai dengan persyaratan
2. Siapkan peralatan dan bahan kalibrasi yang akan digunakan.
3. Lakukan pendataan administrasi meliputi merek, model/ tipe, nomor seri, tanggal pengujian/kalibrasi, tempat pengujian/kalibrasi, dan ruangan pemilik alat, catat pada lembar kerja
4. Lakukan pengukuran kondisi lingkungan ruang kalibrasi meliputi : suhu dan kelembaban dengan menggunakan thermohygrometer saat awal dan akhir kegiatan catat pada lembar kerja
5. Pemeriksaan kualitatif meliputi pemeriksaan fisik dan fungsi artefak. Lakukan pemeriksaan yang meliputi : kondisi fisik dan fungsi dari powercord, display, tombol/saklar.
6. Letakkan sensor radiophotometer tapat tegak lurus dengan titik pusat phototherapy
7. Kemudian Ukur jarak sensor radiometer dengan pusat phototerapi sebesar ± 50 cm

menggunakan laser distance meter/ penggaris.

8. Catat jarak sensor radiometer dengan pusat phototerapy pada lembar kerja.

Prosedur Kalibrasi

Pengukuran spectral irradiance:

1. Hidupkan phototeraphy, dan setting intensitas spectral irradiance pada mode penyinaran maksimal.
2. tunggu 2 s/d 3 menit untuk pemanasan dan pastikan semua lampu menyala dengan sempurna.
3. Hidupkan alat standar, tutup sensor radiometer pastikan penunjukkan alat standar menunjukkan angka 0, Catatan : jika pada alat standar/ radiophotometer dilengkapi pemilihan sumber cahaya maka setting alat standar pada sumber cahaya LED.
4. Lakukan pengukuran phototeraphy, catat hasil pengukuran pada lembar kerja jika penunjukkan nilai sudah stabil.
5. Tutup sensor Phototeraphy hingga display menunjukkan angka nol
6. Buka tutup sensor radiophotometer hingga display menunjukkan nilai yang stabil(tetap), catat hasil pengukuran pada lembar kerja.
7. Ulangi langkah (c) dan (d) sebanyak 5 (lima) kali.

Analisa Data

Adapun langkah-langkah kerja penganalisaan adalah sebagai berikut :

1. Model matematik untuk kesalahan :

$$K = P_{test} - P_{standar}$$

Dimana :

K: nilai kesalahan

P_{test} : penunjukkan phototherapy

$P_{standar}$: penunjukkan standar

2. Adapun sumber-sumber ketidakpastian terdiri dari :

- a. ketidakpastian daya ulang pembacaan (repeatability)
- b. ketidakpastian daya baca (resolusi)
- c. ketidakpastian standar dari sertifikat kalibrasi
- d. ketidakpastian standar atau acuan

3. nilai acuan rata-rata hasil pengukuran :

Rumusan :

$$x_0 = \sum_{n=1}^n (x_1) \dots \left[= (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) / n \right]$$

Dimana :

x_0 : jumlah data pengukuran

n: banyaknya data pengukuran

4. hitung nilai ketidakpastian daya ulang pembacaan terhadap titik ukur yang sama (repeatability) / ketidakpastian tipe A. Karena hanya dilakukan kali pengambilan data atau jumlahnya < (lebih kecil) dari 10 dan untuk tiap-tiap titik pengukuran, maka ketidakpastian daya ulang pembacaan menggunakan rumus

5. hitunglah ketidakpastian daya baca / resolusi

6. hitung ketidakpastian histerisis

7. hitung ketidakpastian standar

8. ketidakpastian gabungan (U_c)

9. ketidakpastian yang diperluas / bentangan

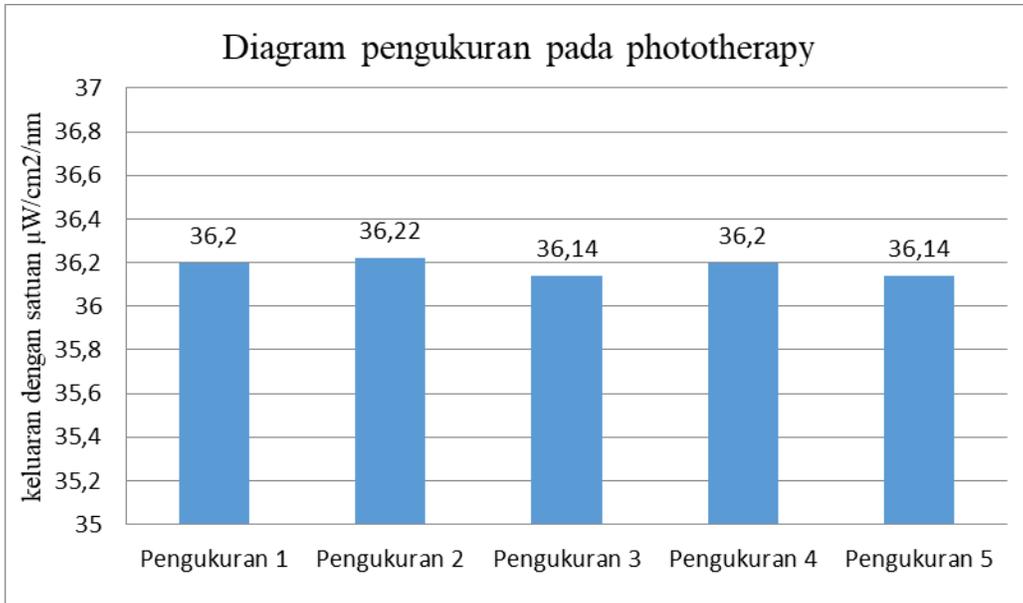
$$U_{exp} = k \times U$$

3. HASIL

Dari hasil penelitian terhadap kalibrasi alat phototherapy yang dilaksanakan di RS Sari mutiara Medan diperoleh hasil sebagai berikut

Hasil pengukuran phototherapy

| Parameter | Jarak Pengukuran | Pengukuran $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ | | | | | Toleransi |
|--|------------------|--|-------|-------|-------|-------|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Spectral irradiance $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ | 50 cm | 36,20 | 36,22 | 36,14 | 36,20 | 36,14 | $\geq 4\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ |



4. PEMBAHASAN

Pembahasan Perhitungan Ketidakpastian

Menghitung nilai rata-rata

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n [(x_i)] / n$$

Dimana :

X_i : Data ke-i

n : Jumlah data

$$\bar{x} = (36,20 + 36,22 + 36,14 + 36,20 + 36,14) / 5$$

$$= 36,18 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$$

Menghitung Standar Deviasi

Untuk memperoleh nilai ketidakpastian repeatability, perlu menghitung terlebih dahulu nilai standar deviasi dari seluruh data-data pengukuran yang di ambil.

$$\sigma = \sqrt{(\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})^2]) / (n-1)}$$

Dimana :

σ = standar deviasi

\bar{x} = nilai rata-rata pengukuran

x_i = nilai acak data pengukuran x_1, x_2, \dots, x_n

n = jumlah data yang diambil

$$SD = \sqrt{((36,20 - 36,18)^2 + (36,22 - 36,18)^2 + (36,14 - 36,18)^2 + (36,20 - 36,18)^2 + (36,14 - 36,18)^2) / (5-1)}$$

$$SD = \sqrt{(0,0004 + 0,0016 + 0,0016 + 0,0004 + 0,0016) / 4}$$

$$SD = \sqrt{0,0056 / 4}$$

$$SD = \sqrt{0,0014}$$

$$SD = 0,04 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$$

Menghitung Ketidakpastian Tipe A

$$U_A = SD / \sqrt{n}$$

Dimana :

U_A = ketidakpastian baku tipe A

SD= standar deviasi

n = jumlah data yang diambil

$$U_A = SD/\sqrt{n}$$

$$U_A = 0,04/\sqrt{5}$$

$$U_A = 0,018 \mu W/cm^2/nm$$

Ketidakpastian Tipe B

Ketidakpastian dari sertifikat kalibrator phototherapy

$$U_B = U_{standar}/k$$

$$U_B = U_{standar}/k$$

$$= 0,125/2$$

$$= 0,0625 \mu W/cm^2/nm$$

Menghitung Ketidakpastian Drift Standar

$$U_B = (10\% \times \text{akurasi standar})/\sqrt{3}$$

Akurasi = full scale \times akurasi spesifikasi alat

$$= (1999 \times 5\%)/44$$

$$= 2,271 \mu W/cm^2/nm$$

$$U_B = (10\% \times 2,271)/\sqrt{3}$$

$$= 0,13 \mu W/cm^2/nm$$

Ketidakpastian Gabungan(U_c)

$$U_c = \sqrt{(U_A \times C_i)^2 + (U_{B_1} \times C_i)^2 + (U_{B_2} \times C_i)^2}$$

$$U_c = \sqrt{(0,018 \times 1)^2 + (0,0625 \times 1)^2 + (0,13 \times 1)^2}$$

$$U_c = \sqrt{0,0003 + 0,004 + 0,017}$$

$$U_c = \sqrt{0,0213}$$

$$U_c = 0,146 \mu W/cm^2/nm$$

Derajat Kebebasan

$$V_{(a)} = n-1$$

$$= 5-1$$

$$= 4 \mu W/cm^2/nm$$

$$V_b = 1/2 (100/R)^2$$

Dimana :

V_b = derajat kebebasan Tipe B

R = kehandalan (Reliability) dalam satuan %

$$V_b = 1/2 (100/R)^2$$

$$V_b = 1/2 (100/10)^2$$

$$= 50 \mu W/cm^2/nm$$

Derajat Kebebasan Efektif

$$V_{eff} = \frac{(U_c)^4}{((U_A \times C_i)^4/V_a + ((U_{B_1} \times C_i)^4 + (U_{B_2} \times C_i)^4)/V_b)}$$

$$V_{eff} = \frac{(0,146)^4}{(((0,018 \times 1)^4)/4 + ((0,0625 \times 1)^4 + (0,13 \times 1)^4)/50)}$$

$$V_{eff} = (0,00045)/(0,0000001/4 + (0,000016 + 0,00028)/50)$$

$$V_{eff} = 0,00045/(0,00000025 + 0,00000592)$$

$$V_{eff} = 0,00045/0,00000617$$

$$V_{eff} = 72,93 \mu W/cm^2/nm$$

Ketidakpastian Bentangan

$$U = k \times U_c$$

$$U = 1,993 \times 0,146$$

$$= 0,29$$

$$= \pm 0,29 \mu W/cm^2/nm$$

Jadi hasil akhir pengukuran adalah (36,18 \pm 0,29 $\mu W/cm^2/nm$)

5. SIMPULAN

Dari hasil pengujian terhadap alat phototherapy yang dilakukan di RS Sari mutiara maka di peroleh hasil:

Pengujian pada alat phototherapy didapatkan hasil $36,18 \pm 0,29 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ karena berada dalam nilai toleransi $\geq 4 \mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$. Berdasarkan hasil pengujian keselamatan listrik dan pengukuran kinerja alat kesehatan tersebut dinyatakan layak pakai.

6. REFERENSI

1. Caciotta, M. (2008) 'Informative calibration of the instrumentation', Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 41(2), pp. 211–218.
2. Cox, M. G. and Harris, P. M. (2006) 'Measurement uncertainty and traceability', Measurement Science and Technology, 17(3), pp. 533–540.
3. Dewa Ayu Sri Santiari , Putu Agus Mahadi Putra, 2018. Kajian Area Penyinaran Dan Nilai Intensitas Pada Peralatan Blue Light Therapy.
4. F. P. Facchini, "Standardizing the calibration of," J. Pediatr., vol. 77, p. 67, 2001.
5. Haws, Paulette S. : alih bahasa H.Y Kuncara. Asuhan Neonatus Rujukan Cepat. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta : 2007
6. Juffrie. 2010. Gastroenterologi-hepatologi, jilid 1. Jakarta: Badan penerbit IDAI.
7. Kosim, S., Soetandio, R., Sakundarno, M. 2008. —Dampak Lama Fototerapi Terhadap Penurunan kadar Bilirubin Total pada Hiperbilirubinemia Neonatal". Jurnal Sari Pediatrik.Vol. 10.No. 3.Hal. 201-6
8. Maisels, M.J. & McDonagh, A. F. 2008.Phototherapy for neonatal jaundice. N Engl J Med, 358, 920-8.
9. Meyer, V. R. (2007) 'Measurement uncertainty', Journal of Chromatography A,
10. Moganath Thilasyhini, 2016. Prevalensi Ikterus Pada Bayi Baru Lahir Di Rsup H. Adam Malik Medan
11. Price, Sylvia Anderson dan Wilson, Lorraine McCarty. 2006. Patofisiologi: Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit. Jakarta: EGC.
12. Shinta p, tina. 2015. Pengaruh perubahan posisi tidur pada bayi baru lahir hiperbilirubinemia dengan total fototerapi terhadap kadar bilirubin total.
13. Sulistiya, T., Kartika, W., & Untara, B. (2015). Radiometer Sebagai Alat Ukur Iradiasi Blue Light Pada Fototerapi Dilengkapi Sensor Ultrasound HC-SR04.
14. Supriyadi, Edy, dkk. (2017). Evaluating the Assessment System of Basic Courses in the Department of Electrical Engineering. JPTK Vol 23 No 3, 235-240.
15. Suriadi, Rita Yuliani., 2006, Asuhan Keperawatan Pada Anak Edisi 2. Jakarta : Sagung setia.