

# Analisis Sebaran Intensitas Penyinaran Pada Alat Phototherapy

Muhammad Zaki Mubarak<sup>#</sup>, M. Ridha Mak'ruf, ST, Hj. Endang Dian Setioningsih  
Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya  
Jl. PucangJajar Timur No. 10, Surabaya, 60282, Indonesia  
[#m\\_zakimubarak@yahoo.com](mailto:m_zakimubarak@yahoo.com), [m.reedha@gmail.com](mailto:m.reedha@gmail.com), [diancholik@gmail.com](mailto:diancholik@gmail.com)

**Abstract**— Some babies who are treated with phototherapy devices experience side effects that must be watched out for. Including watery green stools, temporary skin rashes and other disease disorders. Therefore the dose of phototherapy should always be checked using a phototherapy radiometer to ensure the intensity value matches the value. standard this module is made using nine TSL 2561 light intensity sensors that measure each increase in light intensity received the goal is to analyze the appropriate and effective intensity distribution value. The measurement results are processed on the microcontroller then displayed on the TFT LCD and SD Card is used as a storage place for the reading the intensity value. The method used is comparison with standard devices with a measuring distance of 20.30.40.50cm and distribution analysis at nine measuring points the measurement involves 5 samples of phototherapy device of various brands and models the results of intense distribution analysis The most even distribution value is located at a distance of 50cm with the highest difference value of  $173 \mu\text{W} / \text{cm}^2$  in sample 4 and the lowest difference value of  $124 \mu\text{W} / \text{cm}^2$  in sample 1. Meaning that the distance of 50cm is the most recommended distance for therapy it is hoped that this research can be developed. by analyzing more phototherapy devices and can measure the type of LED phototherapy.

**Keywords:** *Phototherapy, Radiometer phototherapy, TSL 2561*

**Abstrak**— Beberapa bayi yang dirawat dengan alat fototerapi mengalami efek samping yang harus diwaspadai antara lain tinja berwarna hijau encer. Ruam kulit yang bersifat sementara dan gangguan penyakit lainnya. Karena itu dosis penggunaan fototerapi harus selalu dicek dengan menggunakan radiometer fototerapi untuk memastikan nilai intensitas sesuai dengan nilai standar. Modul ini dibuat dengan menggunakan sembilan sensor intensitas cahaya TSL 2561 yang mengukur setiap kenaikan intensitas cahaya yang diterima tujuannya menganalisis nilai sebaran intensitas yang tepat dan efektif. Hasil pengukuran diolah pada mikrokontroler kemudian ditampilkan pada LCD TFT dan SD Card digunakan sebagai tempat penyimpanan hasil pembacaan nilai intensitas. Metode yang digunakan adalah perbandingan dengan perangkat standar dengan jarak pengukuran 20.30.40.50cm dan analisis sebaran pada sembilan titik ukur. Pengukuran melibatkan 5 sampel alat fototerapi berbagai merk dan model hasil analisis distribusi intensitas nilai sebaran yang paling merata terletak pada jarak 50cm dengan nilai selisih tertinggi  $173 \mu\text{W} / \text{cm}^2$  pada sampel 4 dan nilai selisih terendah  $124 \mu\text{W} / \text{cm}^2$  pada sampel 1 artinya jarak 50cm jarak yang paling direkomendasikan untuk dilakukan terapi diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan dengan menganalisis lebih banyak lagi perangkat fototerapi dan dapat mengukur jenis fototerapi LED.

**Kata kunci :** *Fototerapi, Radiometer Fototerapi, TSL 2561*

## I. PENDAHULUAN

Konsentrasi *bilirubin* serum pada bayi kuning berkurang secara efisien dengan penggunaan alat fototerapi, prinsip dasarnya adalah memberikan terapi sinar biru (*blue light*) ke bayi[1]. terapi dilakukan ke seluruh permukaan tubuh dengan di batasi penggunaan penutup mata dan popok, paparan mencapai 100% dari total permukaan tubuh[2], efektivitas fototerapi tergantung pada kualitas cahaya yang dipancarkan lampu (panjang gelombang), intensitas cahaya (iradiasi), luas area penyinaran, dan jarak antara lampu fototerapi dengan obyek[3]. Banyak perangkat fototerapi telah dikembangkan dan dipasarkan, sebagian besar belum pernah diuji secara memadai

untuk kinerja atau outputan radiasi, keamanan dan kemanjuran. Pengukuran harus dilakukan untuk mengetahui dosis radiasi yang diberikan[4]. Gelombang ideal untuk *fotooksidasi bilirubin* berkisar antara 425 dan 475 nm atau  $534 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  -  $679 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , sedangkan standar nilai efektif intensitas cahaya fototerapi adalah tidak boleh kurang dari  $176 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , apabila kurang dari nilai iradiansi yang di izinkan lampu harus diganti dan dikalibrasi ulang[5].

Nilai iradiasi juga dipengaruhi oleh jarak penyinaran dengan sumber cahaya, semakin jauh jarak dari sumber cahaya nilai iradiansi akan semakin kecil[6]. Beberapa bayi yang dirawat dengan kadar *bilirubin* tinggi juga mengalami efek samping

yang harus diwaspadai perawat meliputi feses encer kehijauan, ruam kulit *transien*, *hipertermia*, peningkatan kecepatan *metabolisme*, seperti *hipokalsemia* dan *priaspasmus ekskoriiasi*, luka, ruam kulit dengan gangguan *fotosensitasi* terhadap sel mast kulit dengan pelepasan *histamin*[7], ini alasan mengapa dosis dari fototerapi harus selalu di periksa dengan menggunakan *radiometer phototherapy* untuk menjamin keluaran selalu benar[8].

Agar menjamin tersedianya alat kesehatan yang sesuai standar pelayanan, persyaratan mutu, keamanan, keselamatan, dan laik pakai di fasilitas pelayanan kesehatan, alat kesehatan harus di uji keluaranya secara berkala, pengujian dilakukan minimal satu tahun sekali[9]. *Radiometer phototherapy* adalah alat yang digunakan untuk mengukur nilai keluaran / iradiasi dari alat fototerapi[10]. Meskipun tidak perlu mengukur radiasi *spektral* sebelum setiap penggunaan fototerapi, penting untuk melakukan pemeriksaan berkala unit fototerapi untuk memastikan bahwa iradiasi yang digunakan pada terapi masuk dalam batas standar [11]. Di indonesia pengukuran nilai iradiansi dilakukan pada titik tengah, sedangkan dosis penyinaran yang diberikan pada bayi dengan keadaan *hiperbilirubin* dilakukan di seluruh bagian tubuh[12], pengukuran yang ideal pun dilakukan pada setiap titik dari luas area penyinaran fototerapi, dengan membagi titik pengukuran menjadi sembilan titik [5], dengan pengukuran pada 9 titik, pengguna dapat mengetahui nilai intensitas ideal pada setiap bagian dari luas area penyinaran dan jarak yang efektif untuk diberikan pada terapi *hiperbilirubin*.

Penelitian dilakukan dengan judul *Multifunctional Radiometer, Hospital Equipment, Multiuse Measurement Tool, System and Method For Measuring Irradiance in Phototherapy*[13] kelebihan dari penelitian ini adalah alat kalibrasi yang multifungsi yang dapat mengukur berbagai parameter pengukuran, dan mempunyai nilai keakuratan di batas toleransi yang diizinkan, memiliki pemilihan jenis lampu terapi yang akan di ukur, penelitian ini pun masih dapat dikembangkan lebih jauh untuk mendapatkan keakuratan dari pembacaan iradiasi. Selanjutnya *Construction and characterization of a phototherapy radiometer for optical radiation measurements*[14], Penelitian ini mengembangkan dengan penambahan batteri pada alat agar lebih portabel, nilai pengukuran pun cukup tinggi dengan nilai 100-2500  $\mu\text{W}\cdot\text{cm}^2$ . kekurangan penelitian ini belum dilengkapi penyimpanan data sehingga hasil pengukuran sebelumnya tidak bisa di lihat dan di analisa.

Penelitian selanjutnya *Phototherapy Radiometer Dengan Penyimpanan Data Pengukuran pada SD Card*[15] Kelebihan penelitian ini adalah di lengkapi SD Card untuk penyimpanan data hasil pengukuran, kekurangan dari alat ini adalah tampilan masih sederhana dengan menggunakan lcd karakter. Penelitian selanjutnya *Use of a hand-held spectroradiometer for the measurement of neonatal phototherapy lamp*[16], kelebihan penelitian ini dapat terhubung ke komputer untuk melihat history pengukuran alat, kekurangan dari penelitian ini keakurasian dan ketidak stabilan sensor menjadi kendala dalam pembacaan nilai. Penelitian selanjutnya. *Phototherapy*

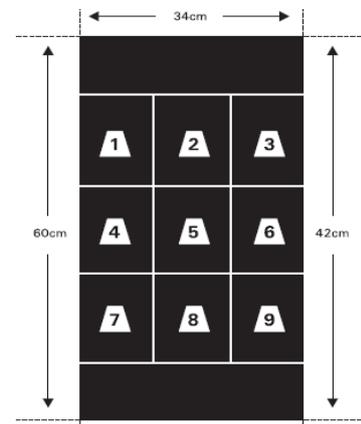
*Radiometer With 7262 Sensor*[17] kelebihan dari penelitian ini adalah tampilan alat sudah menggunakan TFT LCD, penelitian pun masih dapat dikembangkan dengan menerapkan perkembangan teknologi saat ini.

Dengan latar belakang masalah di atas dan pengembangan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Penulis mencoba untuk mengambil tema penelitian dengan judul Analisis Sebaran Intensitas Penyinaran Pada Alat Phototherapy, dimana alat akan mengukur nilai iradiasi dari setiap titik area penyinaran pada alat fototerapi, dengan tujuan untuk menganalisa nilai iradiasi dari sebaran intensitas penyinaran pada alat fototerapi, sehingga dapat diketahui nilai iradiasi efektif per titik sesuai dengan sebaran pada luas area penyinaran alat fototerapi.

## II. BAHAN-BAHAN DAN METODE

### A. Setting Percobaan

Melakukan pengukuran pada 9 titik sesuai dengan sebaran nilai intensitas penyinaran pada alat phototherapy dan menempatkan sensor pada titik tersebut, seperti pada gambar 1



Gambar 1 Template for irradiance measurement of fluorescent[5]

### 1) Bahan dan Alat

Modul ini di buat menggunakan sembilan sensor intensitas cahaya TSL 2561 yang mengukur setiap kenaikan intensitas cahaya yang diterima, hasil dari pengukuran di proses pada mikrokontroller kemudian di tampilkan pada TFT LCD dan SD Card digunakan sebagai penyimpanan hasil nilai pembacaan.

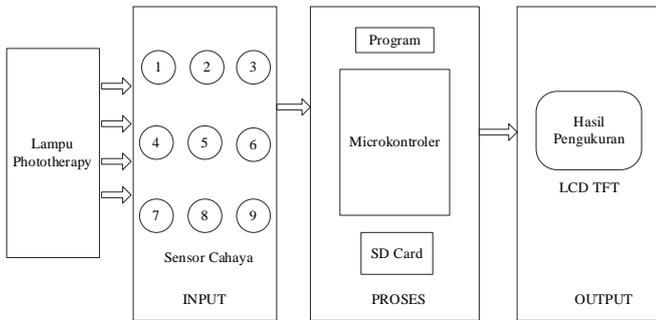
### 2) Eksperimen

Pada penelitian ini setelah perancangan selesai maka dilakukan pengambilan data dan membandingkan modul dengan alat standart. Pengambilan data pada 9 titik pengukuran kemudian dilakukan pengulangan 10 kali dan mengatur jarak pada 20cm, 30cm, 40cm dan 50cm.

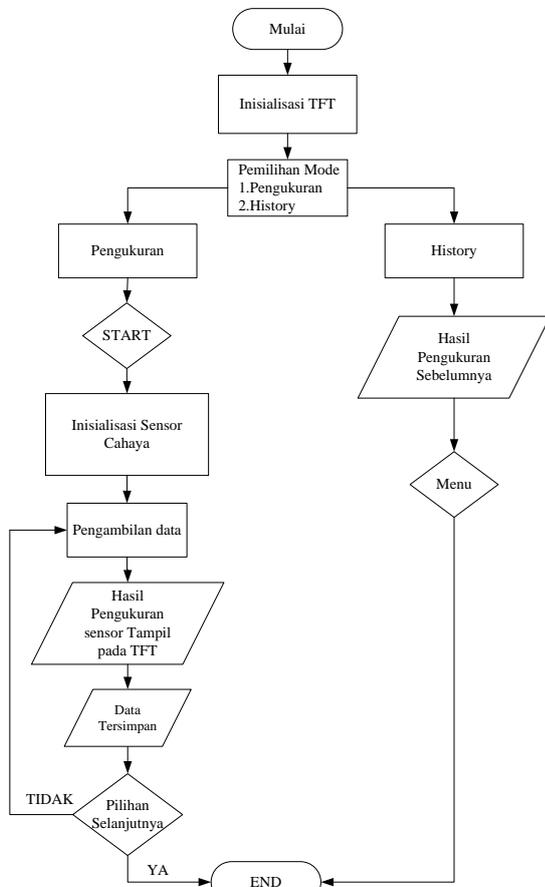
### B. Diagram Blok sistem

Seperti pada gambar 2, ketika power pada posisi on maka sensor cahaya dan rangkaian lainnya akan mendapatkan supply tegangan dari sumber daya, apabila pilihan start ditekan sensor cahaya akan memulai inisialisasi untuk melakukan pembacaan ke 9 titik pengukuran, hasil dari pembacaan sensor cahaya lalu di konversikan ke nilai iradiasi sinar fototerapi yang di proses pada

miktokontroler. Nilai intensitas cahaya yang telah di konversikan akan ditampilkan pada LCD TFT dengan menampilkan hasil dari 9 titik pengukuran. Apabila pilihan Simpan ditekan maka data yang telah diukur berupa nilai iradiansi fototerapi akan tersimpan pada SD Card yang telah terprogram pada mikrokontroler. Saat selesai melakukan pengukuran dan penyimpanan data pada memori penyimpanan, data dapat dimunculkan kembali pada layar LCD TFT. Setelah selesai dalam melakukan pengukuran lalu tekan saklar power dalam posisi off agar seluruh rangkaian dalam posisi mati.



Gambar 2 Diagram Blok Sistem



Gambar 3 Diagram Alir program

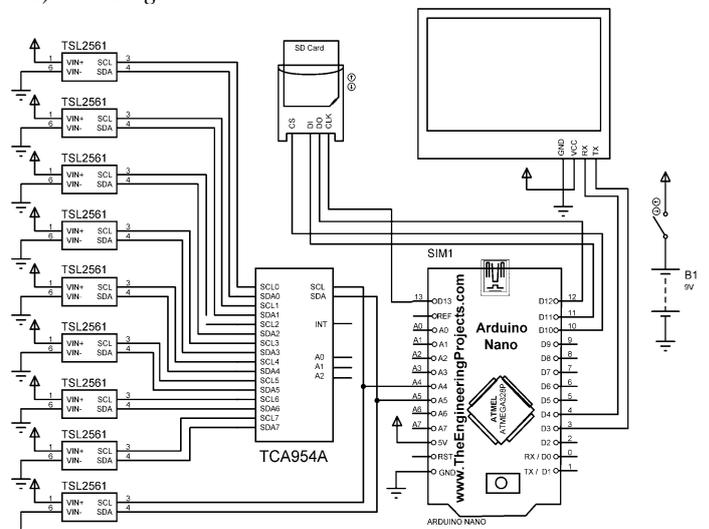
### C. Diagram Alir Program

Seperti terlihat pada Gambar 3 awal perintah menggunakan alat adalah dengan menekan tombol power selanjutnya alat akan melakukan proses inialisasi *display* (LCD TFT). Kemudian setelah selesai proses inialisasi, pengukuran dari proses inialisasi sensor cahaya, saat inialisasi selesai maka sensor akan melakukan pembacaan yang kemudian melakukan pengambilan data yang di proses pada mikrokontroler, data hasil pengukuran akan ditampilkan pada *display TFT*. Data yang ditampilkan pada *display* akan tersimpan pada SD Card jika "Save" di tekan pada layar *display* dengan jumlah data dan waktu pengambilan data yang sesuai. Setelah itu pada *display* akan menunjukan tombol merah pada *display* "Save" yang artinya data telah di simpan.

Apabila user menekan mode *History*, setelah pilihan start ditekan maka akan terjadi proses menampilkan data hasil pengukuran sebelumnya pada *display*, setelah itu jika menekan "Menu" maka tampilan akan kembali pada keadaan awal yakni pada proses penampilan data yang di ukur setelah di proses dari sensor ke arduino.

### D. Rangkaian

#### 1) Rangkaian



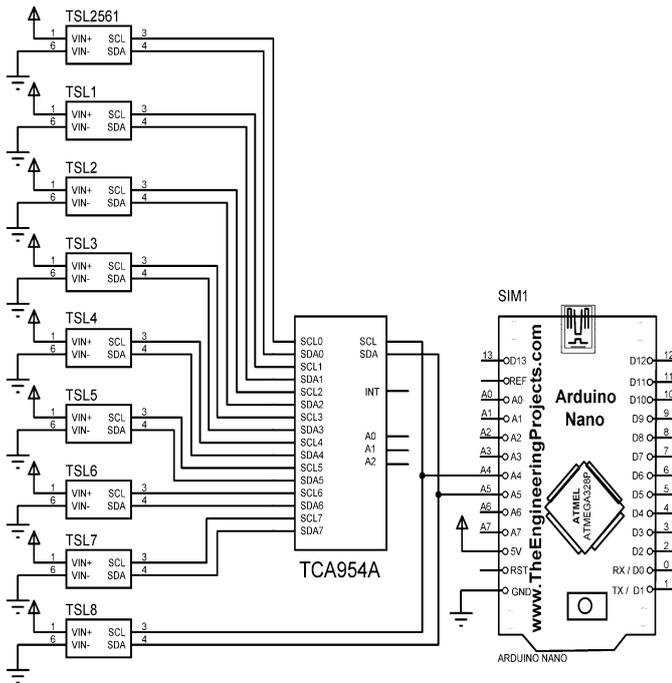
Gambar 4 Rangkaian modul Radiometer Phototherapy

Pada gambar 4 rangkaian arduino mempunyai peranan yang sangat penting untuk menjalankan fungsi dan system dari *Radiometer Phototherapy*. Cara kerja dari rangkaian ini dimulai dari catu daya battery 9V ke Arduino NANO untuk bekerja, Dari battery *supply* daya akan diberikan ke modul arduino nano, *switch* berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan *supply* daya, setelah arduino mendapatkan *supply* daya kemudian bekerja sesuai dengan perintah pada program yang dimasukan ke dalam arduino, arduino akan membaca sensor dengan sistem *Pc* dimana pada sistem ini hanya diperlukan pin SDA dan SCL untuk melakukan pembacaan data, data dari sensor tersebut akan dibaca langsung oleh pin SDA dan SCL arduino atau pada pin A4 dan A5, *Pc multiplexer* berfungsi

untuk selektor sensor yg akan dibaca secara bergantian pada pada 8 alamat atau sensor kecuali pada sensor 9, hasil dari pembacaan sensor tersebut ditampilkan pada display TFT nextion melalui pin TX RX dan data dapat disimpan dalam SD card yang dihubungkan pada pin miso, mosi dan sck.

2) Rangkaian Sensor intensitas cahaya

Arduino akan membaca sensor dengan sistem I2c dimana pada sistem ini hanya diperlukan pin SDA dan SCL untuk melakukan pembacaan data, data dari sensor tersebut akan dibaca langsung oleh pin SDA dan SCL arduino atau pada pin A4 dan A5, seperti yang di tunjukan pada gambar 5. I2c multiplexer berfungsi untuk selektor sensor yg akan dibaca secara bergantian pada pada 8 sensor kecuali pada sensor 9.



Gambar 5 Rangkaian Sensor intensitas cahaya

III. HASIL

Dalam studi ini, Radiometer Phototherapy telah dilakukan perbandingan menggunakan alat pembanding standar Radiometer Phototherapy (Fluke, Dale 40) dan pengukuran pada 5 sampel alat fototerapi. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai error tertinggi 6,67% pada jarak 30cm, 1,63% pada jarak 40cm dan 1,52% pada jarak 50cm sehingga dapat dinyatakan modul yang digunakan laik untuk melakukan pengukuran nilai intensitas penyinaran pada alat fototerapi.

Bentuk dari desain penelitian modul radiometer phototherapy yang penulis buat seperti pada gambar 6, dengan ukuran panjang 16cm, lebar 8cm dan tinggi 10cm, dilengkapi dengan 9 sensor intensitas cahaya menggunakan port kabel usb 2.0.



Gambar 6 Radiometer phototherapy Desain



Gambar 7 Penempatan sensor pada pengukuran alat fototerapi

Pada proses pengambilan data dilakukan pada jarak 20cm, 30cm, 40cm dan 50cm, dengan sensor yang harus diletakan pada permukaan yang rata dan ruangan dalam keadaan gelap sehingga intensitas cahaya lain tidak mempengaruhi hasil pembacaan sensor seperti yang terlihat pada gambar 7.

Tabel 1 Perbandingan sampel pada jarak 20cm

| Titik Pengukuran | Rata Rata Pengukuran Sampel ( $\mu\text{W} / \text{cm}^2$ ) |        |       |        |        |
|------------------|---|--------|-------|--------|--------|
|                  | 1   | 2      | 3     | 4      | 5      |
| Titik 1          | 1237,4  | 1197,2 | 530   | 1227,1 | 1150,4 |
| Titik 2          | 1260,9  | 1113,4 | 637,7 | 1274,7 | 1254,9 |
| Titik 3          | 1266,4  | 886,9  | 540,3 | 1103,3 | 1206,7 |
| Titik 4          | 1380,3  | 1189,9 | 775,1 | 1206,8 | 1153,6 |
| Titik 5          | 1583,3  | 1348,7 | 743,4 | 1426,3 | 1397,7 |
| Titik 6          | 1310,3  | 1164,4 | 761,4 | 1174,5 | 1175,8 |
| Titik 7          | 1259,3  | 859,3  | 562,7 | 1233,5 | 1096,1 |
| Titik 8          | 1229,8  | 1188,5 | 787,9 | 1217,1 | 1196   |
| Titik 9          | 1174,9  | 1196,2 | 847,5 | 1238,4 | 1242,1 |

Pada tabel 1 Pengukuran jarak 20 cm setiap sampel memiliki sebaran yang berbeda, pada sampel 1,2,4 dan 5 nilai intensitas tertinggi terletak pada titik 5 artinya 4 dari 5 sampel memiliki titik tertinggi yang sama yaitu pada titik tengah, sedangkan nilai terendah beragam setiap sampelnya tetapi memiliki kesamaan pada letak titik terluar dari pengukuran, Pada jarak 20 cm nilai sebaran intensitas cahaya pun beragam

seluruh sampel menyatakan sebaran nilai tertinggi dan terendah memiliki selisih yang tinggi

Tabel 2 Perbandingan sampel pada jarak 30cm

| Titik Pengukuran | Rata Rata Pengukuran Sampel ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) |        |       |        |        |
|------------------|---|--------|-------|--------|--------|
|                  | 1   | 2      | 3     | 4      | 5      |
| Titik 1          | 978,8   | 980,3  | 435,5 | 968,6  | 958,3  |
| Titik 2          | 917,3   | 904,5  | 493,4 | 1011,1 | 956,2  |
| Titik 3          | 884,7   | 733,4  | 442,2 | 848,8  | 926,9  |
| Titik 4          | 1008,5  | 985,1  | 563   | 1052,6 | 957,2  |
| Titik 5          | 1041,5  | 1098,6 | 501,5 | 1185,3 | 1112,4 |
| Titik 6          | 892,7   | 1045,1 | 569,9 | 1082,2 | 923,4  |
| Titik 7          | 859,6   | 676,1  | 418,9 | 889,9  | 931,7  |
| Titik 8          | 836,8   | 970,7  | 499,9 | 1064,7 | 980,7  |
| Titik 9          | 764,1   | 997,5  | 596,4 | 1123,5 | 966,4  |

Pada tabel 2 pengukuran jarak 30 cm dapat dilihat nilai titik tertinggi juga terletak pada titik 5 atau titik tengah dengan 4 dari 5 sampel yang memberikan hasil tersebut, sama halnya pada titik 20cm nilai sebaran intensitas cahaya pun beragam seluruh sampel menyatakan sebaran nilai tertinggi dan terendah memiliki selisih yang tinggi.

Tabel 3 Perbandingan sampel pada jarak 40cm

| Titik Pengukuran | Rata Rata Pengukuran Sampel ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) |       |       |       |       |
|------------------|---|-------|-------|-------|-------|
|                  | 1   | 2     | 3     | 4     | 5     |
| Titik 1          | 609,4   | 537,7 | 278,9 | 626,7 | 645,6 |
| Titik 2          | 639,6   | 532,1 | 358,6 | 629,3 | 795,2 |
| Titik 3          | 580,3   | 460,8 | 339   | 588,5 | 652,7 |
| Titik 4          | 671,4   | 548   | 400,1 | 651,3 | 696,7 |
| Titik 5          | 718,7   | 636,1 | 360   | 669,3 | 919,7 |
| Titik 6          | 662,2   | 614,1 | 426,2 | 753,3 | 760,2 |
| Titik 7          | 612,8   | 408,3 | 310,1 | 547   | 704,6 |
| Titik 8          | 637,7   | 521,3 | 357,2 | 633,6 | 689,8 |
| Titik 9          | 580,8   | 583,5 | 432,1 | 709,9 | 833,5 |

Pada tabel 3 pengukuran di jarak 40cm dapat dilihat Sebaran nilai intensitas penyinaran cukup merata dan memiliki tren yang hampir sama pada setiap sampel, dikarenakan nilai selisih antara titik tertinggi dan titik terendah memiliki nilai yang rendah.

Tabel 4 Perbandingan sampel pada jarak 50cm

| Titik Pengukuran | Rata Rata Pengukuran Sampel ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) |       |       |       |       |
|------------------|---|-------|-------|-------|-------|
|                  | 1   | 2     | 3     | 4     | 5     |
| Titik 1          | 423,6   | 427,8 | 251,5 | 453,6 | 543,1 |
| Titik 2          | 438,7   | 430,2 | 292,6 | 476,6 | 543,2 |
| Titik 3          | 400,9   | 385,5 | 282,9 | 445,4 | 483,1 |
| Titik 4          | 450,9   | 438,8 | 366,2 | 483,5 | 462,9 |
| Titik 5          | 464,6   | 488,2 | 354,2 | 493,2 | 581,1 |
| Titik 6          | 432,1   | 486,7 | 374,6 | 552,6 | 577,7 |

|         |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Titik 7 | 415,6 | 330,6 | 327,6 | 399,1 | 445,2 |
| Titik 8 | 434,8 | 405,3 | 367,3 | 465   | 526,5 |
| Titik 9 | 399,8 | 454,7 | 453,6 | 541,8 | 467,9 |

Pada tabel 4 pengukuran di jarak 50cm dapat dilihat Sebaran nilai intensitas penyinaran merata dan memiliki tren yang hampir sama pada setiap sampel, dikarenakan nilai selisih antara titik tertinggi dan titik terendah memiliki nilai yang rendah

1) Program 1 untuk Pembacaan sensor Intensitas Cahaya

```
void loop(void)
{
  unsigned long data;
  noInterrupts();
  data=y;
  interrupts();
  if (bnextion.available())
    switch_control(); }
while(y==0){Serial.print("1");
TCA9548A(0);//baca sensor 2 di pin 1
  TSL2561 tsl(TSL2561_ADDR_FLOAT);
  tsl.setGain(TSL2561_GAIN_16X);
  tsl.setTiming(TSL2561_INTEGRATIONTIME_13MS);
  uint16_t x =
  tsl.getLuminosity(TSL2561_VISIBLE);
  uint32_t lum = tsl.getFullLuminosity();
  uint16_t ir, full;
  ir = lum >> 16;
  full = lum & 0xFFFF;
  nilaisensor = tsl.calculateLux(full, ir) * 0.34;
  (i=0;i<jumlahbaca;i++){nilai+nilaisensor;delay(50);
  Serial.println(i);
  if (nilaisensor == 239)
  {
    nilaisensor = 0; }
  Wire.endTransmission();
  myNextion.setComponentText("t1", String(nilaisensor));
  s1 = nilaisensor;
}
```

Pada program 1 menggunakan bahasa pemrograman arduino untuk melakukan pembacaan nilai intensitas cahaya penyinaran, nilai yang di baca sensor mempunyai satuan luxmeter sedangkan nilai satuan standar dengan satuan  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , pada program "nilaisensor= tsl.calculateLux (full, ir) \* 0.34;" satuan yang di baca di konversikan ke nilai satuan standar dengan faktor pengali 0.34. untuk nilai sensor=239 untuk zero ketika posisi sensor intensitas cahaya tidak terpasang.

2) Program 2 untuk penyimpanan pada SD Card

```
void switch_control()
{
```

```
int size = bnextion.readBytesUntil('\n', received, 4);
switch_pos = received[0];
Serial.print("SWITCH:");
if (switch_pos == SWITCH_ON)
  Serial.println("ON");
  Serial.println("Tulis Data...");
  n++;
  writeSD();
  delay(5);
}
else if (switch_pos == SWITCH_OFF)
{ readSD();
  Serial.println("OFF");
  Serial.println("Baca Data...");
  delay(5);}
}
```

Pada program 2 digunakan untuk melakukan penyimpanan data pada hasil pengukuran intensitas cahaya, agar nilai pengukuran dapat di lihat kembali pada menu history, hasil pengukuran di tampilkan secara horizontal pada layar TFT dengan menampilkan ke 9 titik pengukuran.

#### IV. PEMBAHASAN

Pada penelitian sebelumnya yang di lakukan Ichwan Syahrul Bahtiar Error tertinggi sebesar 9.01% [17] artinya error pembacaan sensor yang penulis buat lebih kecil dan penelitian hanya menggunakan 1 sampel alat fototerapi sedangkan penulis menggunakan 5 jenis sampel fototerapi dengan merk dan tipe berbeda beda.

Pada pengukuran sampel 1 nilai selisih tertinggi antar titik pengukuran terdapat di jarak 20cm dengan pembacaan 408  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , selisih terendah pada jarak 50cm dengan pembacaan 124  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Pada pengukuran sampel 2 nilai selisih tertinggi antar titik pengukuran terdapat di jarak 20cm dengan pembacaan 489  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , sedangkan selisih terkecil pada jarak 50cm dengan pembacaan 170  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Pada pengukuran sampel 3 nilai selisih tertinggi antar titik pengukuran terdapat di jarak 20cm dengan pembacaan 365  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , sedangkan selisih terkecil pada jarak 40cm dengan pembacaan 170  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Pada pengukuran sampel 4 nilai selisih tertinggi antar titik pengukuran terdapat di jarak 30cm dengan pembacaan 387  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , sedangkan selisih terkecil pada jarak 50cm dengan pembacaan 173  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , Pada pengukuran sampel 5 nilai selisih tertinggi antar titik pengukuran terdapat di jarak 20cm dengan pembacaan 452  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , sedangkan selisih terkecil pada jarak 50cm dengan pembacaan 164  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

#### V. KESIMPULAN

Sebuah modul *Radiometer Phototherapy* sebagai alat ukur intensitas cahaya *Blue Light Therapy* berhasil di buat dan dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukannya perbandingan dengan menggunakan alat standar di dapat nilai *error* tertinggi 6,67% pada jarak 30cm, 1,63% pada jarak 40cm dan 1,52% pada jarak 50cm

Pada 5 sampel alat fototerapi yang digunakan dalam penelitian didapat nilai sebaran intensitas penyinaran yang paling merata terletak pada jarak 50cm, dengan nilai selisih tertinggi 173  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  pada sampel 4 dan nilai selisih terendah 124  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  pada sampel 1, artinya jarak 50cm jarak yang paling direkomendasikan untuk melakukan terapi bayi *hyperbillirubin*

Tidak efektif dan berbahaya apabila dilakukannya terapi pada jarak 20cm – 30cm karena range selisih sebaran intensitas penyinaran pada jarak tersebut 359  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  - 489  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , artinya nilai selisih yang sangat tinggi menyebabkan dosis penyinaran yang di berikan tidak merata.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. M. Addi, N. A. Z. Abidin, and S. A. Daud, "Development of a portable phototherapy garment (PPG) for jaundice treatment," *IECBES 2016 - IEEE-EMBS Conf. Biomed. Eng. Sci.*, pp. 405–410, 2016, doi: 10.1109/IECBES.2016.7843482.
- [2] V. K. Bhutani *et al.*, "Phototherapy to prevent severe neonatal hyperbilirubinemia in the newborn infant 35 or more weeks of gestation," *Pediatrics*, vol. 128, no. 4, 2011, doi: 10.1542/peds.2011-1494.
- [3] A. K. Surya Dewi, I. M. Kardana, and K. Suarta, "Efektivitas Fototerapi Terhadap Penurunan Kadar Bilirubin Total pada Hiperbilirubinemia Neonatal di RSUD Sanglah," *Sari Pediatr.*, vol. 18, no. 2, p. 81, 2016, doi: 10.14238/sp18.2.2016.81-6.
- [4] R. Pepenene, R. Sieberhagen, and N. Nel-Sakharova, "Radiometry of Phototherapy ( Blue Light Therapy ) in South Africa," no. September 2014, 2011, doi: 10.13140/2.1.3972.7360.
- [5] F. P. Facchini, "Standardizing the calibration of phototherapy devices," *J. Pediatr. (Rio. J.)*, vol. 77, no. 2, pp. 67–74, 2001, doi: 10.2223/jped.179.
- [6] M. T. A. Sampurna *et al.*, "Current phototherapy practice on Java, Indonesia," *BMC Pediatr.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.1186/s12887-019-1552-1.
- [7] D. Bunyaniah, "Pengaruh Fototerapi Terhadap Derajat Iktirik Pada Bayi Baru Lahir Di Rsd Dr. Moewardi Surakarta," pp. 1–21, 2013.
- [8] P. D. M. Jeffrey Maisels, M.B., B.Ch., and Antony F. McDonagh and This, "Phototherapy for neonatal jaundice," *N. Engl. J. Med.*, vol. 358, no. 23, pp. 2523–2524, 2008.
- [9] Permenkes RI, "Permenkes R1 No 54 Tahun 2015," 2015.
- [10] H. Moseley *et al.*, "Guidelines on the measurement of ultraviolet radiation levels in ultraviolet phototherapy: Report issued by the British Association of Dermatologists and British Photodermatology Group 2015," *Br. J. Dermatol.*, vol. 173, no. 2, pp. 333–350, 2015, doi: 10.1111/bjd.13937.
- [11] H. J. Vreman, R. J. Wong, and D. K. Stevenson, "Phototherapy: Current methods and future directions," *Semin. Perinatol.*, vol. 28, no. 5, pp. 326–333, 2004, doi: 10.1053/j.semperi.2004.09.003.
- [12] J. Webster, R. Blythe, and F. Nugent, "An appraisal of the use of the Kramer's scale in predicting hyperbilirubinaemia in healthy full term infants.," *Birth Issues*, vol. 14, no. 3, pp. 83–89, 2006.
- [13] D. Kr and V. Artemov, "(12) Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2012/0184582 A1," US 2012/028014A1, 2012.
- [14] S. M. Reda, K. A. Mohammad, and S. M. El-faramawy, "Construction and characterization of a phototherapy radiometer for optical radiation measurements," *Indian J. Pure Appl. Phys.*, vol. 56, no. 5, pp. 379–382, 2018.
- [15] T. R. Ganjar Heru Purnomo, Bedjo Utomo, "Phototherapy Radiometer Dengan Penyimpanan Data Pengukuran Pada SDCard," p. 7, 2018.
- [16] D. M. Clarkson and P. Satodia, "Use of a hand-held spectroradiometer for the measurement of neonatal phototherapy lamp outputs," *Med. Eng.*

- Phys.*, vol. 73, pp. 107–111, 2019, doi: 10.1016/j.medengphy.2019.07.001.
- [17] Ichwan Syahrul Bahtiar, Andjar Pudji, and I Dewa Gede Hari Wisana, “Phototherapy Radiometer with AS7262 Sensor,” *J. Electron. Electromed. Eng. Med. Informatics*, vol. 1, no. 1, pp. 39–45, 2019, doi: 10.35882/jeeemi.v1i1.8.
- [18] S. Mathindas, R. Wilar, and A. Wahani, “Hiperbilirubinemia Pada Neonatus,” *J. Biomedik*, vol. 5, no. 1, 2013, doi: 10.35790/jbm.5.1.2013.2599.
- [19] S. Pratesi, S. Di Fabio, C. Bresci, C. Di Natale, S. Bar, and C. Dani, “Broad-Spectrum Light versus Blue Light for Phototherapy in Neonatal Hyperbilirubinemia: A Randomized Controlled Trial,” *Am. J. Perinatol.*, vol. 32, no. 8, pp. 779–784, 2014, doi: 10.1055/s-0034-1396685.
- [20] O. F. Pediatrics, N. Infant, and M. Weeks, “Management of Hyperbilirubinemia in the Newborn Infant 35 or More Weeks of Gestation,” *Pediatrics*, vol. 114, no. 1, pp. 297–316, 2004, doi: 10.1542/peds.114.1.297.
- [21] F. Pineda-Lopez *et al.*, “Light blue led for bilirubin treatment in newborns: Automatic phototherapy prototype,” *Proc. 2017 IEEE 24th Int. Congr. Electron. Electr. Eng. Comput. INTERCON 2017*, pp. 0–3, 2017, doi: 10.1109/INTERCON.2017.8079715.
- [22] M. S. Kosim, R. Soetandio, and M. Sakundarno, “Dampak Lama Fototerapi Terhadap Penurunan Kadar Bilirubin Total pada Hiperbilirubinemia Neonatal,” *Sari Pediatr.*, vol. 10, no. 3, p. 201, 2016, doi: 10.14238/sp10.3.2008.201-6.