

Pengembangan Fitur Keselamatan Mekanikal *Blue Light Therapy* Berbasis Motor Linear Terintegrasi

Febrian*, Rino Ferdian Surakusumah

Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah, Indonesia

Jl. Parit Indah No.38, Tengkerang Labuai, Kec. Bukit Raya, Kota Pekanbaru, Riau 28289, (0761) 27058

E-mail: febrian9532@app.stikes-alinsyirah.ac.id, rino.ferdian@ikta.ac.id, @ikta.ac.id

INFO ARTIKEL

Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/23841>

DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v6i1.23841>

Data Artikel:

Diterima:

31 Agustus 2024

Direview:

17 September 2024

Direvisi:

25 Oktober 2024

Disetujui:

31 Oktober 2024

Korespondensi:

febrian9532@app.stikes-alinsyirah.ac.id

ABSTRAK

Pada perkembangan teknologi di era globalisasi saat ini dapat mempengaruhi terhadap suatu perkembangan peralatan, diantaranya yaitu peralatan rumah tangga, perkantoran, industri hingga peralatan kesehatan. Ketika ada sambaran petir dapat menghasilkan lonjakan tegangan listrik yang sangat besar, yang bisa merusak atau mempengaruhi perangkat elektronik. Pengembangan Fitur Keselamatan Mekanikal *Blue Light Therapy* Menggunakan Sensor Ultraviolet, Ultrasonik, Dan Motor Terintegrasi. Metode penelitian ini menggunakan metode prototype pada suatu alat. Studi Literatur yang berfungsi untuk mengumpulkan dan memahami beberapa referensi penelitian serta mendapatkan berbagai data dan informasi. Dalam penelitian ini, dilakukan pengembangan alat *blue light therapy* yang menggunakan sensor ultraviolet. Dalam pengembangan prototype pada sistem alat *blue light therapy* dengan fitur keselamatan menggunakan sensor guva s12sd (ultraviolet), ultrasonik, dan motor terintegrasi serta dirancang dalam bentuk box yang berwarna hitam dengan ukuran panjang 18,5 cm dan lebar 11,5 cm. Pada jarak 150 mm, dimmer di posisi 9 menghasilkan tegangan 198V dengan intensitas cahaya 4296,31 lux di LCD dan 4130 lux di luxmeter. Pada jarak 200 mm, posisi 9 menghasilkan 200,3V dengan 2148,44 lux di LCD dan 3080 lux di luxmeter. Sensor ultraviolet mengukur intensitas cahaya untuk memastikan bahwa paparan UV tetap dalam batas aman.

Kata Kunci: Pengembangan, Fitur, *Blue Light Therapy*, Keselamatan, Sensor Ultraviolet.

ABSTRACT

Technological developments in the current era of globalization can influence the development of equipment, including household, office, industrial and health equipment. When there is a lightning strike it can produce a very large electrical voltage spike, which can damage or affect electronic devices. Development of Blue Light Therapy Mechanical Safety Features Using Ultraviolet Sensors, Ultrasonics, and Integrated Motors. This research method uses prototype methods for a tool. Literature study which functions to collect and understand several research references and obtain various data and information. In this research, a blue light therapy device was developed that uses an ultraviolet sensor. In developing the prototype, the blue light therapy device system with safety features uses a Guva S12SD (ultraviolet), ultrasonic sensor and integrated motor and is designed in the form of a black box with a length of 18.5 cm and a width of 11.5 cm. At a distance of 150 mm, the dimmer in position 9 produces a voltage of 198V with a light intensity of 4296.31 lux on the LCD and 4130 lux on the luxmeter. At a distance of 200 mm, position 9 produces 200.3V with 2148.44 lux on the LCD and 3080 lux on the luxmeter. Ultraviolet sensors measure light intensity to ensure that UV exposure remains within safe limits.

Keywords: Development, Features, Blue Light Therapy, Safety, Ultraviolet Sensor.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di era globalisasi telah mempengaruhi berbagai sektor, termasuk peralatan rumah tangga, industri, dan kesehatan. Dalam bidang kesehatan, teknologi telah meningkatkan efektivitas terapi, termasuk perawatan bayi. Salah satu alat penting adalah phototherapy yang digunakan untuk bayi baru lahir (BBL) dengan hiperbilirubinemia (penyakit kuning), yang umum terjadi pada minggu pertama kelahiran. Penyakit ini disebabkan oleh tingginya kadar bilirubin dalam darah yang bersifat toksik dan, jika tidak ditangani, dapat menyebabkan kerusakan otak, cacat, atau kematian. Fototerapi menggunakan sinar biru untuk mengubah bilirubin indirek menjadi bentuk yang mudah dikeluarkan dari tubuh melalui feses.

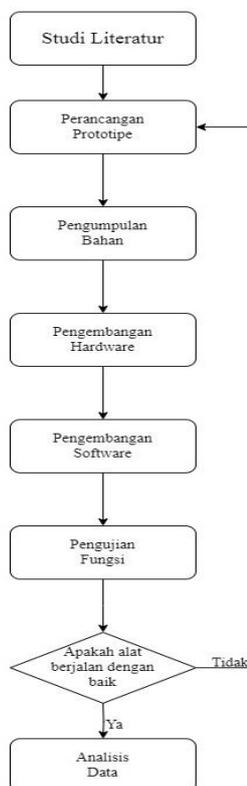
Sumber cahaya yang umum digunakan untuk fototerapi adalah lampu fluorescent tabung, namun kini LED (light emitting diode) lebih disukai karena lebih efisien dan tahan lama. Terapi ini bersifat non-invasif, dengan bayi ditempatkan di bawah sinar hingga kadar bilirubin kembali normal. Sekitar 50-70% bayi cukup bulan dan 80-90% bayi prematur mengalami hiperbilirubinemia. Meski sinar matahari pagi kadang digunakan sebagai alternatif, fototerapi buatan lebih andal saat sinar matahari tidak tersedia. Blue light therapy menggunakan panjang gelombang 450-490 nm dengan jarak penyinaran 30-50 cm.

Namun, perangkat fototerapi rentan terhadap lonjakan tegangan yang dapat merusak alat, terutama saat terjadi sambaran petir. Oleh karena itu, perlindungan terhadap lonjakan tegangan penting untuk menjaga kinerja alat.

Penulis berencana mengembangkan fitur keselamatan pada alat blue light therapy yang mengintegrasikan sensor ultraviolet, ultrasonik, motor, dan alarm untuk perlindungan optimal. Karya ilmiah ini berjudul "Pengembangan Fitur Keselamatan Mekanikal Blue Light Therapy Berbasis Motor Linear Terintegrasi."

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode prototype pada suatu alat. Adapun langkah metode penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Kerangka Konsep

2.1 Pengumpulan Data

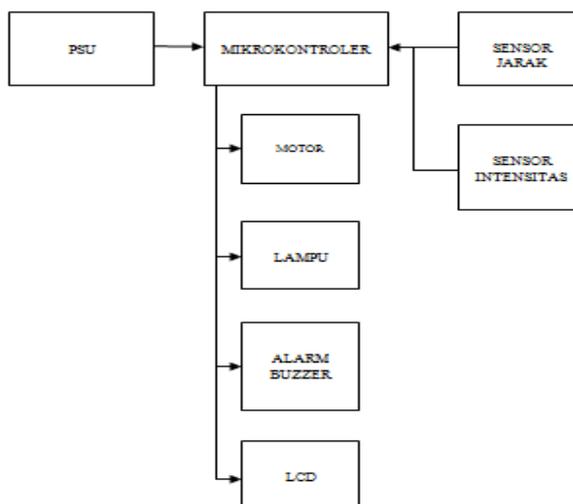
Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur. Studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan, memahami, dan menganalisis berbagai referensi penelitian serta memperoleh data dan informasi yang relevan. Sumber-sumber yang digunakan dalam studi ini meliputi buku, jurnal, dan artikel yang telah dipublikasikan sebelumnya. Tujuan utama dari studi literatur ini adalah untuk merancang dan mengembangkan alat *blue light therapy* dengan meningkatkan fitur keselamatan melalui penggunaan sensor ultrasonik, motor, alarm, serta sensor GUVA-S12SD yang berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya lampu pada perangkat tersebut.

2.2 Gambaran Umum Perancangan Alat

Gambaran umum perancangan alat mencakup serangkaian proses yang bertujuan untuk melakukan perancangan dan pengembangan alat, metode, serta teknik yang signifikan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam konteks kegiatan manufaktur. Proses ini melibatkan tahapan yang komprehensif, dimulai dari pemahaman yang mendalam terhadap kebutuhan dan tujuan manufaktur hingga implementasi solusi yang inovatif.

2.2.1 Blok Diagram

Blok diagram ini akan dibuat pada hasil pembuatan alat secara keseluruhan melalui rangkaian skematik suatu alat yang akan dirancang.



Gambar 2. Blok Diagram

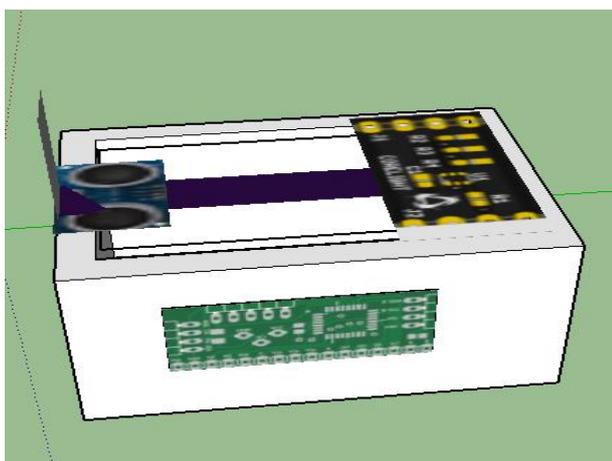
Blok diagram ini merupakan representasi sistem dari sebuah perangkat yang melibatkan sensor, motor, lampu, alarm, dan tampilan LCD. Berikut penjelasan dari tiap blok pada diagram tersebut:

1. PSU (*Power Supply Unit*): Ini adalah sumber daya utama yang memberikan tegangan dan arus yang diperlukan untuk menjalankan seluruh sistem. PSU menyuplai daya ke mikrokontroler dan komponen lainnya.
2. Mikrokontroler: Ini adalah pusat pengendalian dari sistem. Mikrokontroler menerima input dari sensor (sensor jarak dan sensor intensitas), memproses data, dan mengontrol perangkat lain seperti motor, lampu, alarm buzzer, dan LCD sesuai dengan program yang ditanamkan.
3. Sensor Jarak: Sensor ini digunakan untuk mengukur jarak atau mendeteksi posisi objek tertentu, kemungkinan digunakan untuk mendeteksi jarak lampu dari permukaan atau objek tertentu dalam sistem.

4. Sensor Intensitas: Sensor ini mendeteksi intensitas cahaya (misalnya intensitas sinar biru pada alat fototerapi) dan mengirimkan data ke mikrokontroler. Mikrokontroler kemudian memutuskan tindakan berdasarkan hasil pembacaan intensitas cahaya.
5. Motor: Motor ini mungkin digunakan untuk menggerakkan atau menyesuaikan posisi perangkat (misalnya mengatur jarak lampu dalam sistem fototerapi), sesuai dengan perintah dari mikrokontroler yang didasarkan pada data sensor jarak atau intensitas.
6. Lampu: Lampu di sini merupakan sumber cahaya, kemungkinan besar merupakan lampu yang digunakan untuk terapi (seperti blue light therapy), yang diatur oleh mikrokontroler sesuai dengan hasil sensor intensitas.
7. Alarm Buzzer: Alarm buzzer digunakan sebagai peringatan jika ada kondisi yang tidak sesuai atau berbahaya, misalnya jika intensitas cahaya terlalu tinggi atau jarak lampu tidak sesuai dengan batas yang diinginkan.
8. LCD: Layar ini digunakan untuk menampilkan informasi penting, seperti jarak yang terdeteksi oleh sensor, intensitas cahaya yang diukur, atau status sistem secara keseluruhan, untuk memudahkan pemantauan oleh operator.

2.2.2 Desain Perancangan Alat

Desain perancangan alat ini dibuat pada saat proses pembuatan alat secara menyeluruh berdasarkan rangkaian skematik dan blok diagram alat.



Gambar 3. Desain Alat tampak dari depan

2.3 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini terdapat jenis alat dan bahan yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian yaitu dapat pada tabel dibawah ini.

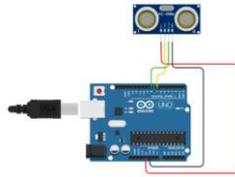
Tabel 1. Alat dan Bahan

No.	Bahan	Alat
1.	Arduino Uno	Laptop
2.	Motor Linear Aktuator Servo	Toolset/Toolkit
3.	Sensor Ultrasonik	Solder
4.	Kabel Jumper	Timah
5.	LED UV	
6.	Resistor 220 ohm	
7.	LCD 16x2	
8.	Buzzer	
9.	Sensor Guva S12SD	
10.	Box Casing	

2.3.1 Perancangan Rangkaian Skematik

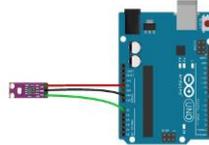
Perancangan rangkaian skematik sebagai berikut :

- a. Perancangan rangkaian skematik arduino dengan sensor ultrasonik



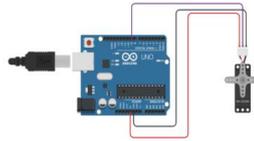
Gambar 4. Rangkaian Skematik Sensor Ultrasonik

- b. Perancangan rangkaian skematik arduino dengan sensor Guva S12SD



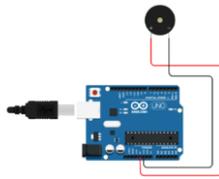
Gambar 5. Rangkaian Skematik Sensor Guva S12SD

- c. Perancangan rangkaian skematik arduino dengan motor linear aktuator servo



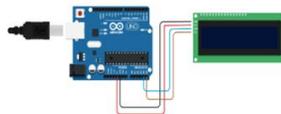
Gambar 6. Rangkaian Skematik Motor

- d. Perancangan sistem rangkaian skematik arduino dengan Buzzer



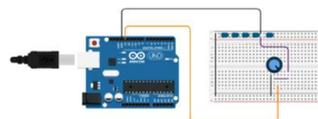
Gambar 7. Rangkaian Skematik Buzzer

- e. Perancangan sistem rangkaian skematik arduino dengan LCD I2C



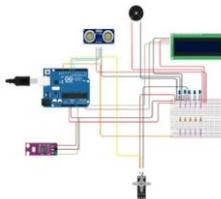
Gambar 7. Rangkaian Skematik LCD

- f. Perancangan sistem rangkaian skematik arduino dengan potensiometer dan lampu LED UV



Gambar 8. Rangkaian Skematik Potensiometer dan Lampu LED UV

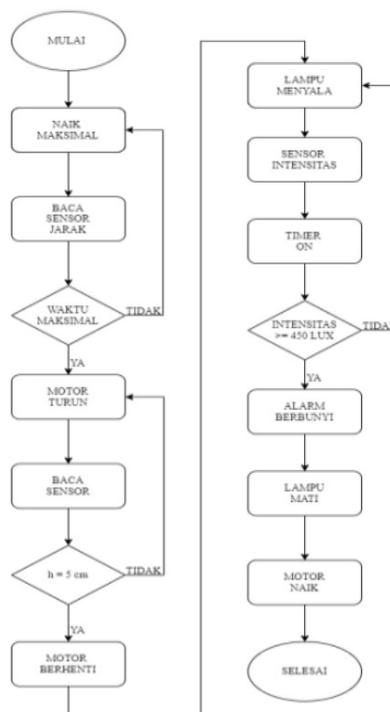
- g. Perancangan rangkaian sistem keseluruhan



Gambar 9. Rangkaian Skematik Keseluruhan

2.3.2 Alur Pemrograman

Alur program ini dapat dibuat pada saat melakukan proses penelitian.



Gambar 10. Diagram Alir Program Alat Blue Light Therapy

2.4 Pengembangan

Dalam penelitian ini, dilakukan pengembangan alat *blue light therapy* yang dilengkapi dengan sensor ultraviolet untuk mendeteksi intensitas cahaya yang digunakan dalam terapi bayi. Alat ini dirancang dengan mengintegrasikan motor sebagai output penggerak dan alarm sebagai peringatan suara, serta menambahkan fitur-fitur fungsional lainnya untuk meningkatkan performa dan keunggulan alat. Proses penelitian dimulai dengan tahap pengumpulan data, diikuti oleh persiapan alat dan bahan yang diperlukan. Setelah itu, dilaksanakan perancangan *hardware* dan *software* untuk alat *blue light therapy*. Tahap selanjutnya adalah pengujian *hardware* dan *software* guna memastikan keandalan dan kinerja optimal dari alat yang dikembangkan.

2.5 Pengujian Fungsi

Pada percobaan ini dilakukan dengan tujuan untuk membuktikan bahwa setiap sub-sistem yang sebelum diujikan dapat disusun menjadi satu sistem yang utuh dan dapat berfungsi dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilaksanakan dengan cara yaitu pengoperasian perangkat yang telah dirakit, termasuk pada pengujian jarak antara alat dengan objek menggunakan sensor ultrasonik. *Buzzer* akan berbunyi menandakan bahwa objek penyinaran tidak tepat, selanjutnya mikrokontroler akan memproses data yang diterima oleh sensor. Hasil pemrosesan tersebut akan tampil pada layar LCD. Kemudian motor akan bergerak sesuai kode perintah dari mikrokontroler. Dalam penelitian ini dilakukan 3 proses pengujian yaitu pengujian perangkat keras, perangkat lunak dan pengujian layak pakai.

2.5.1 Pengujian Perangkat Keras (Hardware)

Pengujian ini akan dilakukan berdasarkan alur yang dilakukan pada saat penelitian. Pada pengujian ini dilakukan bertahap-tahap yaitu melakukan pengujian pada sensor itu apakah berjalan sesuai dengan program yang telah dimasukkan. Apabila sensor tidak bekerja maka akan dilakukan pemrograman ulang atau dapat mengganti sensor tersebut. Selanjutnya dilakukan pengujian pada motor apakah motor dapat bekerja dengan baik atau tidak, ketika motor bekerja dengan baik maka

motor akan berjalan sesuai program. Apabila motor tidak bekerja dengan baik maka motor tersebut dapat diberi pelumas atau diganti bila diperlukan. Kemudian dilakukan pengujian pada lampu yaitu dengan cara menghidupkan lampu menggunakan program pada arduino, apabila lampu tidak menyala maka lakukan pengecekan pada bola lampu tersebut atau mengganti lampu dengan lebih baik. Pada pengujian alarm yaitu dilakukan dengan cara memberikan program ketika alat tersebut tidak sesuai pada program alat tersebut maka alarm akan berbunyi, apabila alarm tidak berbunyi maka ganti alarm atau buzzer. Terakhir pengujian LCD yaitu dilakukan dengan cara menampilkan nilai atau parameter yang ditunjukkan apakah sesuai dengan program yang dijalankan atau tidak. Kalau LCD-nya tidak dapat menampilkan sesuai program maka dilakukan dengan memutar I2C menggunakan obeng atau mengganti dengan baru.

2.5.2 Pengujian Perangkat Lunak (Software)

Pada proses pengujian perangkat lunak dilakukan dengan cara menguji eksekusi sub-sub program dan keseluruhan program yang telah dibuat dengan menggunakan software Arduino IDE. Hal ini untuk dapat mengetahui bahwa apakah program yang telah dibuat itu mengalami proses error atau tidak saat dikompilasikan.

2.5.3 Pengujian Pengalaman Pengguna Alat

Pada tahap pengujian ini dilakukan dengan cara pendekatan kepada pengguna alat yang memiliki pengalaman dalam proses pengoperasian alat. Pengujian ini akan diberikan nanti kepada perawat, bidan dan dosen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengembangan Prototype

Dalam pengembangan prototype pada sistem alat *blue light therapy* dengan fitur keselamatan menggunakan sensor guva s12sd (ultraviolet), ultrasonik, dan motor terintegrasi serta dirancang dalam bentuk box yang berwarna hitam dengan ukuran panjang 18,5 cm dan lebar 11,5 cm. Kemudian didalam box berwarna hitam tersebut terdapat suatu sistem mikrokontroler yang dihubungkan dengan 2 buah sensor, *buzzer* dan LCD I2C 16x2. Selanjutnya mikrokontroler dihubungkan dengan motor pada sebelah box yang berwarna hitam tersebut dan lampu LED UV pada bagian atas box tersebut serta pada bagian atas motor linear aktuator servo. Berikut ini adalah hasil gambar pengembangan prototype alat.



Gambar 11. Bentuk Prototype Alat *Blue Light Therapy*

3.2 Hasil Pengujian Perangkat Keras (Hardware)

Adapun hasil pengujian perangkat keras ini dilakukan dengan cara menguji pada tiap-tiap komponen ke suatu sistem keselamatan mekanikal *blue light therapy* dengan menggunakan sensor Ultraviolet, Ultrasonik dan Motor Terintegrasi. Pengujian perangkat keras dilakukan untuk

memastikan kinerja optimal dari sensor ultraviolet, sensor ultrasonik, motor terintegrasi, serta layar LCD yang digunakan dalam sistem keselamatan mekanikal *blue light therapy* adalah sebagai berikut :

3.2.1 Hasil Pengujian LCD

Hasil pengujian menunjukkan bahwa layar LCD berfungsi dengan baik dalam menampilkan informasi yang diperlukan, termasuk data dari sensor ultraviolet dan ultrasonik serta status operasi motor terintegrasi. Layar LCD memberikan tampilan yang jelas dan mudah dibaca, dengan responsivitas yang cepat terhadap perubahan data, sehingga mendukung interaksi pengguna yang efektif dan *real-time*.

3.2.2 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik Menggunakan Sensor HC-SR04

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi dengan akurasi yang tinggi dalam mendeteksi jarak dan keberadaan objek. Sensor ini mampu merespons perubahan posisi objek dengan cepat dan konsisten, menghasilkan data yang akurat untuk mengendalikan mekanisme keselamatan perangkat. Kinerja sensor HC-SR04 diuji dalam berbagai kondisi lingkungan, dan hasilnya menunjukkan stabilitas serta keandalan yang memadai untuk mendukung fitur keselamatan mekanikal pada terapi cahaya biru.

Tabel 2. Pengujian untuk sensor HC-SR04

Jarak Pada Sensor Terhadap Objek (cm)	Tampilan Pada Layar LCD (cm)	Pengukuran Pada Mistar (cm)	Selisih Antara Tampilan di LCD Terhadap Pengukuran Pada Mistar (cm)
5	5	5	0
10	10	10	0
15	15	15	0
20	20	20	0
25	25	25	0
30	30	30	0

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa hasil baca dari sensor ultrasonik HC-SR04 terhadap suatu objek yang kemudian dapat dilihat pada layar LCD dan hasil pengukuran menggunakan mistar. Hasil dari tampilan LCD dengan pengukuran menggunakan mistar dapat dinyatakan sesuai atau tidak ada selisih nilai diantara kedua metode pengujianya.

3.2.3 Hasil Pengujian Sensor Ultraviolet Menggunakan Sensor Guva S12SD

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultraviolet Guva S12SD berfungsi dengan baik dalam mendeteksi intensitas sinar UV, memberikan pembacaan yang akurat dan konsisten untuk memastikan paparan UV aman. Sensor ini juga stabil dan andal di berbagai kondisi pencahayaan, mendukung sistem otomatisasi perangkat terapi cahaya biru. Selama pengujian intensitas cahaya, terjadi masalah pada lampu LED UV yang menyala redup. Setelah diperiksa, tegangan dari LM2596 menurunkan input 12 V DC dari power supply menjadi 5 V DC, sesuai dengan yang diharapkan. Namun, tegangan dari potensiometer turun menjadi 2,75 V DC sebelum mencapai lampu, menyebabkan performa LED menurun. Setelah mengganti potensiometer dan lampu UV serta merakit ulang pada projectboard yang dihubungkan ke Arduino Uno, lampu menyala normal saat potensiometer diatur. Berdasarkan analisis, masalah ini kemungkinan disebabkan oleh kesalahan penyolderan pada PCB atau human error saat komponen dipindahkan. Peneliti memutuskan untuk menyimpan komponen di laboratorium dan mengganti lampu UV yang bermasalah. Berikut ini merupakan tabel pengujian sensor GUYA S12SD :

Tabel 3. Pengujian sensor Guva s12sd pada jarak baca 150 mm

Posisi putaran pada rangkaian Dimmer	Tegangan (Volt)	Jarak Baca (mm)	Bacaan Intensitas Cahaya (Lux) pada	
			Layar LCD	Luxmeter
0	165,2	150	0	433
1	165,2	150	0	432
2	165,3	150	0	402
3	165,4	150	0	384
4	165,3	150	0	357
5	165,5	150	0	400
6	165,9	150	0	396
7	166,0	150	0	384
8	166,8	150	0	437
9	198,0	150	4296,31	4130
10	226,7	150	10742,19	6510

Pada Tabel 3, hasil sensor Guva S12SD pada jarak 150 mm menunjukkan bahwa pada posisi dimmer 0 dan 1, tegangan output ke lampu mencapai 165,2 V, namun intensitas cahaya di LCD dan luxmeter masing-masing terbaca 0 dan 433/432 lux. Saat dimmer diputar ke posisi 9, tegangan meningkat menjadi 198 V, dan intensitas cahaya di LCD terbaca 4296,31 lux, sementara di luxmeter 4130 lux. Pada posisi 10, tegangan mencapai 226,7 V, intensitas di LCD menunjukkan 10742,19 lux, dan di luxmeter 6510 lux. Terapi pada posisi 10 dapat menyebabkan iritasi kulit bayi, sedangkan posisi 9 dianggap aman untuk terapi bayi kuning.

Tabel 4. Pengujian sensor Guva s12sd pada jarak baca 200 mm

Posisi putaran pada rangkaian Dimmer	Tegangan (Volt)	Jarak Baca (mm)	Bacaan Intensitas Cahaya (Lux) pada	
			Layar LCD	Luxmeter
0	165,3	200	0	262
1	165,3	200	0	260
2	165,5	200	0	256
3	165,5	200	0	250
4	165,6	200	0	234
5	165,6	200	0	290
6	165,9	200	0	264
7	166,3	200	0	295
8	167,2	200	0	305
9	200,3	200	2148,44	3080
10	227,2	200	6445,31	4600

Pada Tabel 4, hasil sensor Guva S12SD pada jarak 200 mm menunjukkan bahwa pada posisi dimmer 0 dan 1, tegangan output lampu mencapai 165,3 V, namun intensitas cahaya di LCD dan luxmeter masing-masing terbaca 0 dan 262/260 lux. Pada posisi 9, tegangan meningkat menjadi 200,3 V, dengan intensitas di LCD 2148,44 lux dan di luxmeter 3080 lux. Pada posisi 10, tegangan mencapai 227,2 V, intensitas di LCD 6445,31 lux dan di luxmeter 4600 lux. Posisi dimmer 10 berisiko menyebabkan iritasi kulit bayi, sedangkan posisi 9 dianggap aman untuk terapi bayi kuning.

Tabel 5. Pengujian sensor Guva s12sd pada jarak baca 250 mm

Posisi putaran pada rangkaian Dimmer	Tegangan (Volt)	Jarak Baca (mm)	Bacaan Intensitas Cahaya (Lux) pada	
			Layar LCD	Luxmeter
0	164,6	250	0	168
1	164,6	250	0	166
2	164,6	250	0	160
3	164,7	250	0	168
4	164,7	250	0	166
5	164,8	250	0	164
6	165	250	0	172
7	165,3	250	0	185
8	165,3	250	0	180
9	194,1	250	2148,44	1810
10	218,8	250	4296,67	3000

Pada Tabel 5, hasil sensor Guva S12SD pada jarak 250 mm menunjukkan bahwa pada posisi dimmer 0 dan 1, tegangan output lampu mencapai 164,6 V, namun intensitas cahaya di LCD terbaca 0, dan di luxmeter masing-masing 168/162 lux. Pada posisi 9, tegangan meningkat menjadi 194,1 V, dengan intensitas di LCD 2145,44 lux dan di luxmeter 1810 lux. Pada posisi 10, tegangan mencapai 218,8 V, intensitas di LCD 4296,67 lux dan di luxmeter 3000 lux. Posisi dimmer 10 aman digunakan untuk terapi bayi kuning.

Tabel 6. Pengujian sensor Guva s12sd pada jarak baca 300 mm

Posisi putaran pada rangkaian Dimmer	Tegangan (Volt)	Jarak Baca (mm)	Bacaan Intensitas Cahaya (Lux) pada	
			Layar LCD	Luxmeter
0	163,2	300	0	123
1	163,2	300	0	121
2	164,0	300	0	125
3	164,1	300	0	128
4	164,2	300	0	130
5	164,3	300	0	128
6	164,2	300	0	125
7	164,5	300	0	133
8	165,1	300	0	136
9	205,2	300	2148,44	1640
10	220,2	300	2148,44	1939

Pada Tabel 6, hasil sensor Guva S12SD pada jarak 300 mm menunjukkan bahwa pada posisi dimmer 0 dan 1, tegangan output lampu mencapai 163,2 V, namun intensitas cahaya di LCD terbaca 0, dan di luxmeter masing-masing 123/121 lux. Pada posisi 9, tegangan naik menjadi 205,2 V, dengan intensitas di LCD 2148,44 lux dan di luxmeter 1640 lux. Pada posisi 10, tegangan mencapai 220,2 V, intensitas di LCD tetap 2148,44 lux, dan di luxmeter 1939 lux. Posisi dimmer 10 aman untuk terapi bayi kuning.

Tabel 7. Pengujian sensor Guva s12sd pada jarak baca 350 mm

Posisi putaran pada rangkaian Dimmer	Tegangan (Volt)	Jarak Baca (mm)	Bacaan Intensitas Cahaya (Lux) pada	
			Layar LCD	Luxmeter
0	163,5	350	0	125
1	163,5	350	0	123
2	165,0	350	0	120
3	165,1	350	0	118
4	165,3	350	0	128
5	165,4	350	0	130
6	165,5	350	0	130
7	165,8	350	0	126
8	166,2	350	0	130
9	203,0	350	2148,44	1325
10	223,0	350	2148,44	1717

Pada Tabel 7, hasil sensor Guva S12SD pada jarak 350 mm menunjukkan bahwa pada posisi dimmer 0 dan 1, tegangan output lampu mencapai 163,5 V, namun intensitas cahaya di LCD terbaca 0, dan di luxmeter masing-masing 125/123 lux. Pada posisi 9, tegangan naik menjadi 203,0 V, dengan intensitas di LCD 2148,44 lux dan di luxmeter 1325 lux. Pada posisi 10, tegangan mencapai 223,0 V, intensitas di LCD tetap 2148,44 lux, dan di luxmeter 1717 lux. Posisi dimmer 10 aman untuk terapi bayi kuning.

3.2.4 Hasil Pengujian Motor Linear Aktuator Menggunakan Driver Motor L298N

Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor linear aktuator dengan driver L298N berfungsi optimal, memberikan gerakan presisi dan responsif. Motor ini menghasilkan torsi cukup untuk

stabilitas, serta menunjukkan kinerja konsisten dan andal dalam berbagai kondisi operasi, mendukung penyesuaian otomatis perangkat secara efektif.

Tabel 8. Pengujian Pergerakan motor linear

PWM	PIN			POSISI		WAKTU (s)	JARAK (mm)	KECEPATAN (mm/s)
	EN	IN 1	IN 2	AWAL (mm)	AKHIR (mm)			
N/A	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	22	5,04	22	4,37
	0	1	0	22	0	4,61	-22	-4,77
	1	0	0	0	0	0	0	0,00
255	1	0	1	0	44	4,84	44	9,09
	1	1	0	44	0	4,83	-44	-9,11
180	1	0	1	0	32	4,92	32	6,50
	1	1	0	32	0	4,63	-32	-6,91
120	1	0	1	0	21	4,86	21	4,32
	1	1	0	21	0	4,59	-21	-4,58
60	1	0	1	0	13	4,89	13	2,66
	1	1	0	13	0	4,54	-13	-2,86
0	1	0	1	0	0	0	0	0,00
	1	1	0	0	0	0	0	0,00

Tabel 8 menunjukkan hasil pengujian motor linear menggunakan driver L298N untuk mengontrol putaran motor maju dan mundur. Pada PWM N/A (EN = 0; IN1 = 0; IN2 = 0), motor tidak bergerak. Saat EN = 0; IN1 = 0; IN2 = 1, motor naik perlahan 22 mm dalam 5.04 detik, dengan kecepatan 4.37 mm/s. Pada EN = 0; IN1 = 1; IN2 = 0, motor turun perlahan 22 mm dalam 4.61 detik, dengan kecepatan 4.77 mm/s.

Pada PWM 255 (EN = 1; IN1 = 0; IN2 = 1), motor naik 44 mm dalam 4.84 detik (9.09 mm/s). Pada EN = 1; IN1 = 1; IN2 = 0, motor turun 44 mm dalam 4.83 detik (9.11 mm/s). Untuk PWM 180, 120, dan 60 (EN = 1; IN1 = 0; IN2 = 1), kecepatan naik masing-masing 6.50 mm/s, 4.32 mm/s, dan 2.66 mm/s. Untuk kondisi turun (EN = 1; IN1 = 1; IN2 = 0), kecepatan turun masing-masing 6.91 mm/s, 4.58 mm/s, dan 2.86 mm/s.

3.3 Hasil Pengujian Keselamatan

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan keselamatan pasien selama terapi menggunakan sistem terbaru. Pengujian dilakukan dengan menguji motor yang dikendalikan driver L298N untuk gerakan naik-turun. Terjadi troubleshoot karena program atau koneksi yang salah, menyebabkan driver L298N berasap saat dinyalakan lama. Berikut hasil pengujian keselamatan:

Tabel 9. Pengujian Keselamatan Intensitas Cahaya

Dimmer	Tegangan pada Titik 0 (Volt)	Tegangan pada Titik akhir (Volt)	Tegangan (Volt)	Sensor Value	Lux Value	Jarak antara Pasien dengan Lampu (mm)
0-1	163,8	164,1	0,3	1	48	230
0-2	164,1	164,3	0,2	1	48	230
0-3	164,1	164,2	0,1	1	48	230
0-4	164,4	164,4	0	2	97	230
0-5	164,2	164,6	0,4	2	97	230
0-6	164,6	165,1	0,5	2	97	230
0-7	164,4	165,5	1,1	3	146	230
0-8	164,5	165,9	1,4	3	146	230
0-9	164,5	201,6	37,1	21	1025	420
0-10	164	219,8	55,8	42	2050	440

Tabel 9 menunjukkan hasil pengujian keselamatan intensitas cahaya untuk terapi bayi kuning. Pada dimmer 0-1 terjadi lonjakan tegangan 0.3 volt dengan sensor value 1 dan lux value 48 lux. Pada dimmer 0-2 dan 0-3, lonjakan masing-masing 0.2 volt dan 0.1 volt dengan sensor value 1 dan lux value 48 lux. Dimmer 0-4 tidak menunjukkan lonjakan, tetapi sensor value 2 dan lux value 97 lux. Pada dimmer 0-5 dan 0-6, lonjakan 0.4 volt dan 0.5 volt, sensor value 2 dan lux value 97 lux. Dimmer 0-7 dan 0-8 menunjukkan lonjakan 1.1 volt dan 1.4 volt, sensor value 3 dan lux value 146 lux, dengan jarak lampu 230 mm dari pasien. Pada dimmer 0-9, lonjakan 37.1 volt dengan sensor value 21 dan lux value 1025 lux, motor bergerak dari 230 mm ke 420 mm. Pada dimmer 0-10, lonjakan 55.8 volt dengan sensor value 42 dan lux value 2050 lux, motor bergerak dari 230 mm ke 440 mm.

3.4 Pembahasan

Dalam pengembangan perangkat terapi cahaya biru, penting untuk mengacu pada standar internasional terkait keselamatan, seperti IEC 60601-2-50 yang secara khusus menangani peralatan terapi cahaya untuk neonatus. Standar ini memberikan panduan terkait keamanan radiasi optik, termasuk batasan intensitas cahaya untuk menghindari kerusakan kulit dan mata akibat paparan berlebih. Standar lain seperti ISO 13485 juga menetapkan persyaratan untuk sistem manajemen kualitas pada perangkat medis, yang mencakup aspek keselamatan pengguna.

Perbedaan signifikan antara intensitas cahaya yang ditampilkan di LCD dan hasil pengukuran luxmeter dapat disebabkan oleh berbagai faktor teknis. Sensor yang terhubung ke sistem LCD mungkin memiliki tingkat sensitivitas dan kalibrasi yang berbeda dibandingkan dengan luxmeter yang lebih presisi. Luxmeter dirancang untuk akurasi tinggi, sedangkan sensor dalam sistem kontrol mungkin lebih rentan terhadap variasi kondisi seperti suhu, sudut cahaya, dan spektrum cahaya yang dideteksi.

Selain itu, perangkat lunak yang digunakan untuk menampilkan data pada LCD bisa memengaruhi keakuratan. Pengolahan data yang salah atau konversi unit yang tidak tepat dapat menyebabkan perbedaan hasil antara LCD dan luxmeter.

Perbedaan ini mempengaruhi kinerja alat terapi cahaya biru, terutama dalam aspek keselamatan dan efektivitas. Pembacaan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah oleh sistem otomatis dapat menyebabkan paparan cahaya berlebih atau tidak memadai. Oleh karena itu, kalibrasi yang tepat antara sensor otomatis dan alat ukur eksternal seperti luxmeter sangat penting untuk menjaga agar perangkat bekerja sesuai standar keselamatan yang berlaku.

Penggunaan sensor ultraviolet GUYA S12SD dan sensor ultrasonik dalam kombinasi dengan motor yang dikendalikan oleh driver L298N memastikan perlindungan tambahan. Sistem ini memungkinkan respons otomatis terhadap perubahan intensitas cahaya atau jarak, menjaga agar perangkat tetap dalam batas aman sesuai standar keselamatan internasional. Motor bergerak untuk menyesuaikan jarak perangkat, mencegah paparan berlebihan dan memastikan bahwa terapi dilakukan dengan aman dan efektif sesuai rekomendasi standar IEC dan ISO.

4. KESIMPULAN

Proses perancangan alat *Blue Light Therapy* melibatkan pengembangan fitur keselamatan mekanikal dengan mengintegrasikan sensor ultraviolet (GUYA-S12SD), sensor ultrasonik (HC-SR04), dan motor linear dengan driver L298N. Sensor ultraviolet memantau intensitas cahaya UV untuk mencegah paparan berlebih, sementara sensor ultrasonik mengukur jarak objek untuk menghindari kontak yang tidak diinginkan. Motor linear, dikendalikan oleh *driver* L298N, menyesuaikan posisi perangkat untuk memastikan terapi berlangsung aman dan efektif. Sistem kerja *Blue Light Therapy* menggunakan sensor ultraviolet dan ultrasonik untuk mengatur dan memantau terapi. Sensor ultraviolet mengukur intensitas cahaya untuk memastikan bahwa paparan UV tetap dalam batas aman. Sensor ultrasonik mengukur jarak antara perangkat dan objek untuk menghindari risiko kontak yang berbahaya. Data dari sensor-sensor ini digunakan untuk mengontrol motor linear, yang menyesuaikan posisi perangkat secara otomatis berdasarkan pengukuran. *Blue Light Therapy* beroperasi menggunakan lampu LED UV berbasis Arduino yang terhubung dengan berbagai komponen. Sensor ultraviolet dan ultrasonik terhubung ke Arduino

untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Data ini kemudian digunakan untuk mengendalikan motor linear melalui driver L298N. Pengujian menunjukkan bahwa sensor ultraviolet memberikan pembacaan akurat tentang intensitas cahaya, sedangkan motor linear bergerak dengan kecepatan yang sesuai berdasarkan perintah dari Arduino.

1. Hasil Pengujian:
 - a. Layar LCD menampilkan informasi yang jelas dan responsif dari sensor-sensor serta status motor.
 - b. Sensor ultrasonik HC-SR04 menunjukkan akurasi tinggi dalam pengukuran jarak.
 - c. Sensor ultraviolet GUVA-S12SD memberikan pembacaan intensitas cahaya yang konsisten.
 - d. Motor linear aktuator dengan driver L298N menunjukkan performa yang stabil dalam mengatur posisi perangkat.
2. Pengujian Keselamatan:
 - a. Pengujian keselamatan memastikan bahwa intensitas cahaya yang digunakan aman untuk terapi bayi kuning, dengan pengaturan dimmer yang tepat untuk menghindari iritasi kulit.

Secara keseluruhan, pengembangan dan pengujian fitur keselamatan mekanikal pada Blue Light Therapy menunjukkan bahwa alat ini berfungsi dengan baik dan aman untuk digunakan, dengan sistem otomatisasi yang efektif untuk mengatur intensitas cahaya dan posisi perangkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hariyono, M. A. (2023). Monitoring Bayi Bilirubin Pada Alat Phototherapy Menggunakan Modul Kamera Ov 7670 Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Kajian Ilmiah Kesehatan dan Teknologi*, 5(1), 47–56. <https://doi.org/10.52674/jkikt.v5i1.103>
- [2] Mahmud, R. (n.d.). Hubungan Pemasangan Blue Ligh Therapy Dengan Kecemasan Ibu Di Ruang Perinatologi Rsud Puri Husada Tembilahan.
- [3] Mirza, Y., & Deviana, H. (n.d.). Sistem Monitoring Parkir Mobil Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.
- [4] Ningsih, N. S. & Endang Marlina. (2020). Pengetahuan Penerapan Keselamatan Pasien (Patient Safety) Pada Petugas Kesehatan. *Jurnal Kesehatan*, 9(1), 59–71. <https://doi.org/10.37048/kesehatan.v9i1.120>
- [5] Pahutar, I., & Ridha, D. U. (2019). Rancang Bangun Bluelight Therapy Pada Infant Warmer Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. *Jurnal Mutiara Elektromedik*, 3(1), Article 1.
- [6] Priyono, T., & Idris, N. (2020). Perancangan Instalasi Pada Sistem Automatic Phototherapy Berbasis Arduino.
- [7] Rancang Bangun Model Simulasi Sistem Pendeteksi Dan Pembuangan Asap Rokok Otomatis Berbasis Arduino.
- [8] Royan, R., Wibowo, K. M., & Romadhona, G. (2020). Penerapan Internet of Things (IoT) pada Perangkat Phototherapy. *Cyclotron*, 3(2). <https://doi.org/10.30651/cl.v3i2.5311>
- Sri Santiari, D. A., & Putra, M. (2018). Kajian Area Penyinaran Dan Nilai Intensitas Pada Peralatan Blue Light Therapy. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(2), 279.
- [10] <https://doi.org/10.24843/MITE.2018.v17i02.P17>
- [11] Zulyadain, m. (2022). fabrikasi alat phototherapy dengan sensor suhu dan timer berbasis mikrokontroler arduino uno. *medika trada*, 2(1). <https://doi.org/10.59485/jtemp.v2i1.14>