

# Rancang Bangun Luxmeter Dilengkapi Sensor Jarak Berbasis Arduino

Royditya Astrawinanta<sup>#</sup>, Syaifudin, Triana Rahmawati  
Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) Makassar  
Jurusan Teknik Elektromedik, Poltekkes Kemenkes Surabaya  
Jl. Pucang Jajar Timur No.10 Surabaya 60245, Indonesia  
<sup>#</sup>royditya@gmail.com, nyong74@yahoo.com, triana.tekmed@gmail.com

**Abstrak**—Pencapaian tempat operasi/bedah tergantung dari kualitas pencapaian dari sumber sinar lampu operasi/bedah. Pengukuran intensitas cahaya pada meja operasi sangat diperlukan karena dengan membangkitkan cahaya intensif yang disinarkan ke luka pemotongan tanpa permukaan pemotongan menjadi silau sehingga kondisi patologis bisa dikenal dan harus memberikan kontras terhadap kedalaman dan hubungan struktur anatomis. Untuk mengukur intensitas cahaya dari lampu operasi diperlukan alat luxmeter. Oleh karena itu, penulis membuat alat untuk mengukur intensitas lampu operasi yang disertai dengan pengukuran jarak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan pengukuran intensitas penyinaran lampu operasi disertai pengukuran jarak yang efektif dan efisien. Dilengkapi dengan sensor jarak sebagai alat pendukung pengukuran jarak dari sensor cahaya terhadap sumber cahaya lampu operasi adalah 1 meter. Pada alat ini menggunakan sensor cahaya MAX44009 tipe GY-49 untuk mengukur intensitas cahaya maksimum pada lampu operasi dan sensor ultrasonic HC-SR04 untuk mengukur jarak 1 meter antara sumber cahaya dan bidang cahaya pada lampu operasi. Sensor ultrasonic akan bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonic melalui pin trigger dan hasil pantulan obyek diterima oleh pin echo, sehingga jarak antara sensor dengan obyek terdeteksi. Sensor cahaya MAX44009 terdiri dari photodiode, ADC, DSP, dan I2C. Data output dari sensor diolah menggunakan Arduino Nano dan kemudian hasilnya ditampilkan dalam LCD karakter 16x2. Berdasarkan dari hasil pengujian modul terhadap 6 buah lampu operasi dengan pembandingan luxmeter dan roll meter standard, pada pengukuran jarak 100 cm didapatkan hasil error modul terendah sebesar 0,17% dan error modul tertinggi sebesar 0,67%. Pada pengukuran intensitas cahaya maksimum didapatkan hasil error modul terendah sebesar 2,04% dan error modul tertinggi sebesar 5,66%. Untuk perhitungan ketidakpastian (U95) pada pengukuran jarak 100 cm didapatkan hasil KTP lampu terendah sebesar  $\pm 0,42$ cm dan KTP lampu tertinggi sebesar  $\pm 0,84$ cm. Pada pengukuran intensitas cahaya maksimum didapatkan hasil KTP lampu terendah sebesar  $\pm 1401$ lux dan KTP lampu tertinggi sebesar  $\pm 5605$ lux. Desain Luxmeter yang efektif dan efisien ini akan membantu elektromedis dalam melakukan pengujian lampu operasi di Rumah Sakit.

**Kata Kunci** — Luxmeter; Intensitas cahaya; Sensor Max44009; Sensor Jarak HC-SR04

## I. PENDAHULUAN

Pencapaian tempat operasi/bedah tergantung dari kualitas pencapaian dari sumber sinar lampu operasi/bedah yang menggantung. Pengukuran intensitas cahaya pada meja operasi sangat diperlukan karena dengan membangkitkan cahaya intensif yang disinarkan ke luka pemotongan tanpa permukaan pemotongan menjadi silau sehingga kondisi patologis bisa dikenal dan harus memberikan kontras terhadap kedalaman dan hubungan struktur anatomis[1]. Luminer bedah seharusnya memberikan penerangan warna yang berkualitas tinggi, cerah, nyaman, dan baik, bahkan dalam situasi sulit seperti rongga dalam, dan dengan kepala dan tangan ahli bedah terletak di antara sumber cahaya dan lokasi bedah. Peningkatan ukuran dan beban panas lampu operasi telah dikaitkan dengan dikenalkannya efek berlebih yang tidak diinginkan pada aliran udara laminar dibandingkan dengan ukuran yang lebih kecil dan beban panas. Meskipun bukti klinis masih kurang, efek ini dapat membahayakan sterilitas luka dengan membawa lebih banyak partikel udara yang terkontaminasi ke lokasi bedah[2]. Pengujian adalah keseluruhan tindakan yang meliputi pemeriksaan fisik dan pengukuran untuk membandingkan alat yang diukur dengan standar, atau untuk menentukan besaran

atau kesalahan pengukuran. Salah satu tujuan pengujian dan kalibrasi yaitu menjamin tersedianya alat kesehatan yang sesuai standar pelayanan, persyaratan mutu, keamanan, manfaat, keselamatan, dan laik pakai di Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Salah satu alat medis yang harus dilakukan pengujian dan atau/ kalibrasi adalah lampu operasi[3]. Menurut standard IEC 60601-2-41, intensitas pencapaian maksimum untuk pengujian lampu operasi antara 40.000 lux – 160.000 lux. Jarak dari area penyinaran cahaya ke pusat bidang cahaya adalah 1 meter[4].

Sebelumnya pernah dibuat alat luxmeter oleh Ehab dan Razzaq di tahun 2013 tentang *Design and Implementation of Digital Light Meter*. Pada penelitiannya menggunakan sensor LDR dan hanya digunakan dibawah 720 lux[5]. Selanjutnya penelitian oleh Jawaaz pada tahun 2016 dengan judul *Light Dependent Resistor (LDR) Based LowCost Light Intensity Measurement Circuit Design (LUX Meter)*. Sensor yang digunakan adalah LDR dan hasil simulasinya hanya sampai 60.000 lux[6]. Kemudian dibuat alat luxmeter oleh Verna A. Suoth yaitu Rancang bangun alat pendeteksi intensitas cahaya berbasis Sensor Light Dependent Resistance (LDR) tahun 2018, tetapi masih memiliki kelemahan pada sensor cahaya LDR yang pada saat pengukuran memiliki sensitivitas rendah[7].

Made Satriya membuat Perancangan dan Pembuatan Lux Meter Digital Berbasis Sensor Cahaya EI7900 tahun 2018, menggunakan sensor cahaya EI7900 yang memiliki kelemahan karena pengukuran intensitas cahaya filter warna biru memiliki error yang tinggi[8]. Ainul Fitroh dan Adib Maulana tahun 2015 membuat Luxmeter berbasis Mikrokontroler dan masih memiliki kelemahan yaitu pembacaan sensor cahaya TEMT6000 yang tidak linier, sehingga pengukuran memiliki nilai error yang tinggi. Range intensitas cahaya hanya sampai 10.000 lux sehingga tidak bisa digunakan untuk pengkalibrasian lampu operasi[9]. Abdul Kadir membuat alat Lux Meter berbasis ATmega 328 tahun 2017, akan tetapi masih memiliki kelemahan pada sensor cahaya DFR0026 yang pada saat pengukuran memiliki presentasi error tinggi pada jarak tertentu[10]. Herlia Agni membuat alat Luxmeter Berbasis Arduino Dilengkapi dengan Pengukur Jarak pada tahun 2017, menggunakan sensor cahaya BH1750FVI tipe GY-302 yang memiliki kelemahan karena pengukuran intensitas cahaya hanya sampai 31562 lux di penelitiannya. sehingga masih memerlukan pengembangan dari sisi sensor cahayanya[11].

Dari pengembangan luxmeter telah dikerjakan oleh penelitian-penelitian terdahulu sebagaimana yang telah diuraikan pada paragraf diatas. Maka objek penelitian ini adalah mengembangkan luxmeter dilengkapi sensor jarak untuk pengujian lampu operasi sesuai dengan standard yang efektif dan efisien, sehingga membantu elektromedis dalam melakukan pengujian lampu operasi di fasilitas pelayanan kesehatan.

**II. BAHAN-BAHAN DAN METODE**

*A. Setting Percobaan*

Penelitian ini menggunakan lampu operasi sebanyak 6 unit dimana pengukuran untuk masing-masing lampu operasi dilakukan sebanyak 6 kali .

*1) Bahan dan Alat*

Penelitian ini menggunakan sensor cahaya MAX44009 tipe GY-49 dan sensor jarak ultrasonic HC-SR04, sedangkan diolah menggunakan mikrokontroler arduino nano dan ditampilkan melalui LCD karakter 16x2. Alat ukur standard yang digunakan milik BPFK Makassar adalah luxmeter untuk mengukur intensitas cahaya (Krisbow, KW06-288) dan roll meter untuk mengukur jarak (Toho) keduanya sudah terkalibrasi.

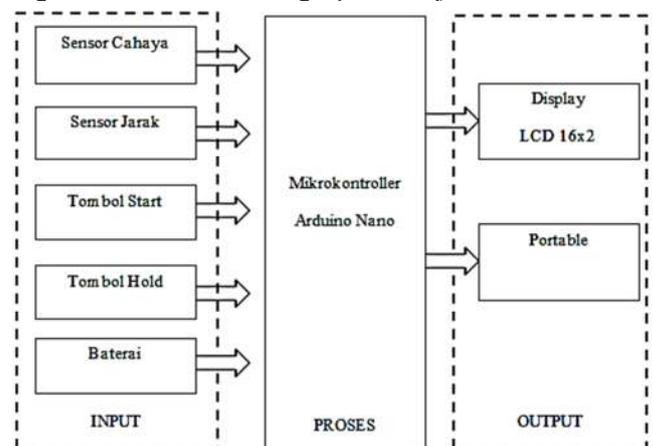
*2) Eksperimen*

Dalam penelitian ini, setelah desain pcb untuk menghubungkan antara sensor cahaya, sensor jarak, tombol start, dan hold ke mikrokontroler kemudian ditampilkan ke LCD karakter 16x2. Kemudian dilakukan pembuatan casing alat tersebut. Serta pengujian terhadap fungsi sensor cahaya MAX44009 dan sensor jarak HC-SR04. Pada tahap pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengujian lampu operasi sebanyak 6 unit. Parameter yang diukur adalah jarak 1 m antara sumber cahaya dan bidang cahaya kemudian intensitas cahaya maksimumnya sesuai standard IEC 60601-2-41. Nilai pembacaan sensor dibandingkan dengan hasil dari alat ukur standard).

Setelah dilakukan pengujian dengan alat pembanding selanjutnya data yang didapatkan akan diolah sehingga didapatkan rata-rata, error, dan ketidakpastian pengukuran.

*B. Diagram Blok*

Dalam penelitian ini, Mikrokontroler Arduino nano sebagai pusat pengendali data input dan output. IC ini akan bekerja berdasarkan kode program yang di masukkan kedalam IC mikrokontroler ini. Data input yang masuk pada mikrokontroler yaitu sensor cahaya MAX44009, sensor jarak ultrasonic HC-SR04, dan tombol start, hold. Tombol ini digunakan untuk mengatur operasional alat. Sensor jarak dan cahaya akan mengirim data digital ke Arduino nano untuk diolah menjadi nilai dalam satuan cm dan lux. Setelah melakukan pembacaan mikrokontroler tersebut akan menampilkan pembacaan data ke display LCD. Luxmeter tersebut dapat digunakan secara portable karena menggunakan daya baterai dan untuk ukuran dimensi tidak besar. Berikut ini adalah blok diagram dan diagram alir luxmeter dilengkapi sensor jarak :



Gambar 1. Blok Diagram Luxmeter Dilengkapi Dengan Sensor Jarak



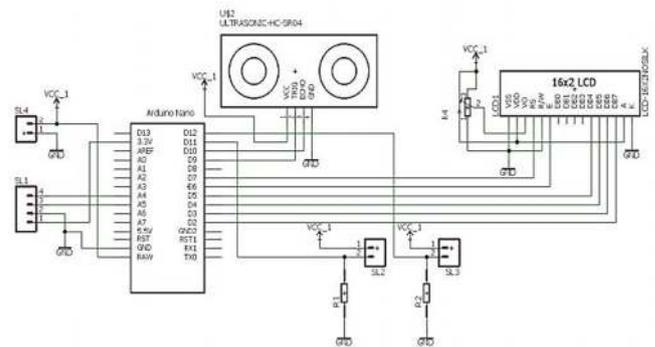
Gambar 2. Diagram Alir Luxmeter Dilengkapi Dengan Sensor Jarak

C. Diagram Alir

Saat modul dinyalakan, mikrokontroler akan melakukan inisialisasi LCD. Kemudian pembacaan data dari sensor jarak tampil pada LCD. Jika jarak sudah 1 meter, tombol START dapat ditekan dan dilanjutkan ke proses pembacaan data dari sensor cahaya yang ditampilkan pada LCD. Kemudian tekan tombol HOLD untuk menahan nilai pembacaan saat pengambilan data.

D. Rangkaian Modul

Rangkaian Modul ini terdiri dari Sensor Cahaya Max44009, Sensor Jarak HC-SR04, Arduino Nano, LCD 16x2, Baterai, Modul charger, Tombol Start dan Hold. Untuk koneksi sensor cahaya Max44009 ke arduino pin adalah pin VIN dihubungkan ke 3v3, GND ke GND, SCL ke pin A5, dan SDA ke pin A4. Sedangkan untuk koneksi sensor jarak HC-SR04 ke arduino pin adalah Vcc dihubungkan ke 5V, Trig ke pin D9, Echo ke pin D10, dan GND ke GND. Baterai dengan tegangan 3,8 V dihubungkan ke modul charger dan step up, kemudian outputnya dihubungkan ke pin VIN pada arduino nano. Tombol Start dihubungkan ke pin D11 dan tombol Hold ke pin D12 arduino nano. Kemudian pin arduino nano yang digunakan pada LCD 16x2 adalah pin D2-D7. Seperti yang ditunjukkan pada gambar rangkaian di bawah ini :



Gambar 3. Rangkaian Modul Luxmeter Dilengkapi Sensor Jarak

III. HASIL

Pada penelitian ini, modul luxmeter dilengkapi sensor jarak diuji menggunakan alat ukur standard yang dimiliki BPFK Makassar, dimana luxmeter untuk mengukur intensitas cahaya (Krisbow, KW06-288, Indonesia) dan roll meter untuk mengukur jarak (Toho, Jepang) keduanya sudah terkalibrasi. Pengujian ini dilakukan di RS UNHAS Makassar, dengan melakukan pengujian lampu operasi 6 unit dengan pengambilan data sebanyak 6 kali setiap lampu operasi.

1) Rancang Bangun Luxmeter Dilengkapi Sensor Jarak

Foto yang ditunjukkan pada Gambar 3. merupakan rangkaian keseluruhan modul. Terdiri dari Sensor cahaya Max44009 tipe GY-49 untuk membaca intensitas cahaya, Sensor Jarak HC-SR04 untuk membaca jarak, mikrokontroller arduino nano yang merupakan pengolah data dari program arduino. Terdapat juga LCD 2x16 yang digunakan untuk menampilkan nilai pembacaan jarak dan intensitas cahaya yang terbaca oleh sensor, tombol Start untuk memulai pembacaan sensor cahaya dan tombol hold untuk menahan nilai pembacaan terakhir. Serta terdapat baterai dan modul charger.



Gambar 4. Desain Luxmeter dilengkapi Sensor Jarak

2) Listing Program untuk Luxmeter Dilengkapi Sensor Jarak

Dalam tulisan ini, program arduino dibagi menjadi dua bagian penjelasan yaitu program pembacaan sensor cahaya dan program pembacaan sensor jarak.

Listing program 1. Program pembacaan sensor Cahaya

```
{
data[0] = Wire.read();
data[1] = Wire.read();
}
int exponent = (data[0] & 0xF0) >> 4;
int mantissa = ((data[0] & 0x0F) << 4) | (data[1] & 0x0F);
float luminance = pow(2, exponent) * mantissa * 0.045;
```

Data serial yang diterima, akan dimasukkan pada variable data [0] dan data [1]. Kemudian tipe data integer eksponen yang melakukan operasi AND (&) pada setiap bit kedua operand yaitu pembacaan variable data [0] dan 0xF0 serta melakukan penggeseran bit ke kanan 4 kali. Kemudian tipe data integer mantissa melakukan operasi OR (|) pada setiap bit kedua operand yaitu operasi AND (&) pembacaan variable data [0] dan 0x0F serta melakukan penggeseran bit ke kiri 4 kali dan pembacaan variable data [1] dan 0x0F. Kemudian tipe data float luminance yang melakukan operasi pow untuk mencari bilangan berpangkat. Jadi, hasil dari 2 pangkat nilai eksponen dikalikan nilai mantissa dikalikan 0,045. Dari perhitungan tersebut dapat dihasilkan hasil pembacaan sensor cahaya.

Listing program 2. Program pembacaan sensor jarak

```
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
distance = duration*0.034/2;
```

Duration melakukan operasi membaca pulsa HIGH pada echoPin, pulsein menunggu pin menjadi HIGH dan memulai perhitungan waktu. Kemudian distance melakukan operasi pengukur an jarak benda, dimana rumus jarak benda adalah selisih waktu yang dipancarkan dan diterima dikalikan kecepatan suara dibagi 2 karena gelombang suara bergerak maju dan memantul ke belakang. Kecepatan rambat suara adalah 340 m/s, jika dikonversi menjadi centimeter adalah 0,034 cm/μs.



Gambar 3. Instalasi Pengujian Lampu Operasi

Tabel 1. Hasil Pengujian Lampu Operasi Parameter Jarak 100 cm

Pengujian Lampu Operasi	Rata-rata (cm)	Error (%)	Ketidak-pastian (U95) ±
-------------------------	----------------	-----------	-------------------------

Lampu I	Modul	99	0,67	0,42
	Standard	100		
Lampu II	Modul	101	0,50	0,45
	Standard	100		
Lampu III	Modul	100	0,17	0,61
	Standard	100		
Lampu IV	Modul	101	0,50	0,73
	Standard	100		
Lampu V	Modul	100	0,17	0,84
	Standard	100		
Lampu VI	Modul	101	0,50	0,73
	Standard	100		

Tabel 2. Hasil Pengujian Lampu Operasi Parameter Intensitas Cahaya Maksimum

Pengujian Lampu Operasi	Rata-rata (lux)	Error (%)	Ketidak-pastian (U95) ±	
Lampu I	Modul	61624,32	3,02	2089
	Standard	59817		
Lampu II	Modul	108625,85	2,04	5285
	Standard	106450		
Lampu III	Modul	106536,90	2,21	5605
	Standard	104233		
Lampu IV	Modul	48568,31	4,19	1401
	Standard	46617		
Lampu V	Modul	104447,94	3,14	5285
	Standard	101267		
Lampu VI	Modul	57446,60	5,66	2089
	Standard	54367		

Berikut adalah hasil dokumentasi proses pengambilan data pengujian lampu operasi menggunakan alat standard dan modul:



Gambar 6. Pengujian Lampu Operasi Parameter Pengukuran jarak 100 cm



Gambar 7. Pengujian Lampu Operasi Parameter Pengukuran Intensitas Cahaya Maksimum

#### IV. PEMBAHASAN

Desain alat telah diperiksa dan diuji dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil pengujian lampu operasi pada pengukuran jarak 100 cm dan intensitas cahaya maksimum pada modul yang dibandingkan dengan alat standard, untuk pengukuran pada parameter jarak 100 cm menghasilkan error dan ketidakpastian rendah. Sedangkan untuk pengukuran pada parameter intensitas cahaya maksimum menghasilkan error dan ketidakpastian yang cukup tinggi.

Dengan membandingkan modul dengan alat standard, pengukuran intensitas cahaya maksimum menghasilkan error dan ketidakpastian yang cukup tinggi, hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan hasil pengukuran yang mencakup sumber ketidakpastian daya ulang pembacaan yang merupakan ketidakpastian tipe A. Salah satu faktornya adalah rendahnya akurasi dari sensor yang dipakai untuk mengukur intensitas cahaya.

Dalam penelitian ini juga dibandingkan dengan penelitian lain. Made satriya dalam penelitiannya Lux meter EL7900 mempunyai sensitivitas yang mendekati sama dengan lux meter standar[8]. Kemudian Jawaaz Ahmad mengklaim bahwa desain sirkuit pengukuran intensitas cahaya (lux meter) berbahan dasar sensor LDR yang merupakan pengganti yang lebih baik untuk meter intensitas cahaya biaya tinggi saat ini[6].

#### V. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan perkembangan alat luxmeter yang digunakan untuk pengujian lampu operasi yang dikembangkan dari peneliti sebelumnya. Penelitian ini dibangun dari sensor cahaya Max44009 tipe GY-49, sensor jarak ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler arduino nano, dan LCD untuk menampilkan hasil pengukuran jarak dan intensitas cahaya. Penelitian ini telah membuktikan bahwa untuk pengukuran jarak dan intensitas cahaya dapat digunakan untuk pengujian lampu operasi. Desain luxmeter yang dilengkapi sensor jarak ini sangat efektif dan efisien yang akan membantu teknisi elektromedis dalam melakukan pengujian lampu operasi di Rumah Sakit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Republik Indonesia. 2012. Pedoman Teknis Bangunan Rumah Sakit Ruang Operasi. Kementerian Kesehatan. Jakarta.
- [2] Arjan J. Knulst, MSc dkk. 2009. *Choosing Surgical Lighting in the LED Era*. Sage
- [3] Republik Indonesia. 2015. Pedoman Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan Nomor : 54, 1-32. Kementerian Kesehatan. Jakarta.
- [4] IEC 60601-2-41. 2000. *Medical electrical equipment – Part 2-41: Particular requirements for the safety of surgical luminaires and luminaires for diagnosis*. INTERNATIONAL STANDARD.
- [5] Ehab Abdul-Razzaq Hussein. 2013. *Design and Implementation of Digital Light Meter*. Babylon University / Engineering Sciences.
- [6] Jawaaz Ahmad, Romana Yousuf. 2016. *Light Dependent Resistor (LDR) Based Low Cost Light Intensity Measurement Circuit Design (LUX Meter)*. Islamic University of Science & Technology : Awantipora.
- [7] Verna A. Suoth. 2018. membuat Rancang bangun alat pendeteksi intensitas cahaya berbasis Sensor Light Dependent Resistance (LDR). Unsrat, Manado.
- [8] I Made Satriya Wibawa. 2018. Perancangan dan Pembuatan Lux Meter Digital Berbasis Sensor Cahaya EL7900. Universitas Udayana.
- [9] Ainul Fitroh Istiadzah dan Adib Maulana. 2015. Lux Meter Berbasis Mikrokontroler. Poltekkes Kemenkes Surabaya.
- [10] Abdul Kadir Jailani. 2017. Lux Meter Digital Berbasis ATmega 328. Poltekkes Kemenkes Surabaya.
- [11] Herlia Agni Agria Marasyta. 2017. Luxmeter Berbasis Arduino Dilengkapi dengan Pengukur Jarak. Poltekkes Kemenkes Surabaya.