

Analisis Pengaruh Reflektor terhadap Distribusi dan Intensitas Cahaya pada Sistem Pencahayaan LED SMD

Yahya Ayasy¹, Munnik Haryanti²

^{1,2} Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Dirgantara dan Industri, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 24 Februari 2026
Direvisi: 5 Maret 2026
Diterima: 8 Maret 2026

Kata kunci:

Intensitas Cahaya
Efikasi Optik
Lampu LED
Reflektor
Distribusi Cahaya

Keywords:

Light Intensity
Optical Efficacy
LED Lamp
Reflector
Light Distribution

Penulis Korespondensi:

Yahya Ayasy
Email:
yahyaayasy44@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan sistem pencahayaan yang efisien dan hemat energi semakin meningkat seiring berkembangnya aktivitas manusia di berbagai lingkungan. Lampu Light Emitting Diode (LED) banyak digunakan karena memiliki efisiensi energi tinggi dan umur pakai yang panjang, namun sudut pancar LED yang lebar menyebabkan sebagian cahaya tidak termanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penggunaan reflektor terhadap peningkatan intensitas dan distribusi cahaya pada sistem pencahayaan berbasis LED. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan merancang sistem pencahayaan menggunakan LED jenis Surface Mount Device (SMD). Pengujian dilakukan pada dua konfigurasi, yaitu LED tanpa reflektor dan LED dengan reflektor. Intensitas cahaya diukur menggunakan lux meter pada jarak pengukuran yang sama dengan dua variasi sudut reflektor, yaitu 120° dan 130°. Data dianalisis secara komparatif untuk mengevaluasi peningkatan intensitas cahaya dan efisiensi pemanfaatan cahaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LED tanpa reflektor menghasilkan intensitas rata-rata sebesar 321 lux. Penggunaan reflektor dengan sudut 120° meningkatkan intensitas cahaya menjadi 660 lux atau naik sebesar 105,61%, sedangkan reflektor dengan sudut 130° menghasilkan intensitas 483 lux atau meningkat sebesar 50,47%. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan reflektor mampu meningkatkan efisiensi distribusi cahaya tanpa menambah konsumsi daya listrik, sehingga berpotensi diterapkan pada berbagai sistem pencahayaan yang membutuhkan intensitas cahaya lebih optimal.

The demand for efficient and energy-saving lighting systems continues to increase due to the growing number of human activities in indoor and outdoor environments. Light Emitting Diode (LED) technology is widely used because of its high energy efficiency and long lifespan. However, the wide beam angle of LEDs often causes a portion of the emitted light to disperse and not be effectively utilized. This study aims to analyze the effect of reflector implementation on improving light intensity and distribution in LED-based lighting systems. This research employed an experimental method by designing a lighting system using Surface Mount Device (SMD) LEDs. Two configurations were tested: LEDs without reflectors and LEDs equipped with reflectors. Light intensity was measured using a lux meter at a fixed measurement distance with two reflector angle variations of 120° and 130°. The data were analyzed comparatively to evaluate the improvement in light intensity and lighting efficiency. The results show that the LED without a reflector produced an average light intensity of 321 lux. The use of a reflector with a 120° angle increased the light intensity to 660 lux (105.61% improvement), while the 130° reflector produced 483 lux (50.47% improvement). These results indicate that reflector implementation can significantly improve light distribution efficiency without increasing power consumption.

Copyright © 2026 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sistem pencahayaan yang hemat energi dan berkualitas semakin besar karena semakin banyaknya aktivitas manusia di lingkungan dalam ruangan maupun luar ruangan. Sistem pencahayaan juga berkontribusi signifikan terhadap penggunaan energi listrik, sehingga peningkatan efisiensi pencahayaan menjadi aspek penting dalam upaya penghematan energi dan pengelolaan penggunaan listrik secara lebih efektif [1].

Lampu LED telah banyak digunakan sebagai pengganti dari lampu konvensional seperti lampu pijar dan lampu fluoresen karena lebih hemat energi serta memberikan pencahayaan yang lebih baik [2]. Penggunaan LED memiliki potensi penerapan yang luas di berbagai sistem penerangan modern karena kemampuannya menghasilkan cahaya dengan konsumsi daya yang relatif rendah [3].

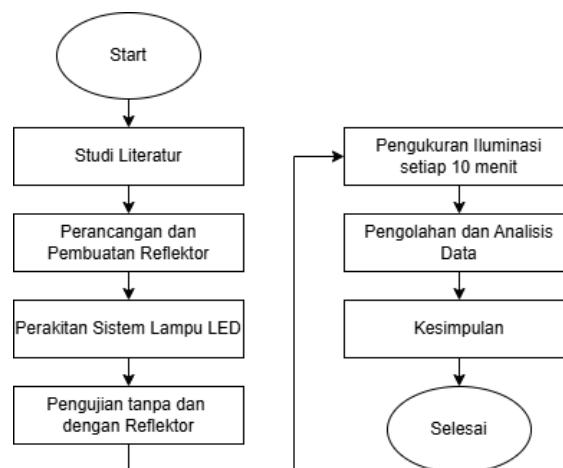
Salah satu keunggulan lain dari LED adalah daya tahan yang tinggi, ukuran yang lebih kecil, serta kemampuan menghasilkan cahaya dengan efisiensi yang lebih baik dibandingkan lampu tradisional [4]. Meskipun memiliki berbagai keunggulan, LED umumnya memancarkan cahaya dengan sudut sebaran yang cukup lebar sehingga tidak seluruh cahaya yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara efektif untuk menerangi area tertentu [5]. Tanpa pengendalian optik yang memadai, sebagian cahaya dari LED akan keluar ke arah yang tidak sesuai, sehingga mengurangi kekuatan cahaya yang sampai ke area kerja [6].

Metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas distribusi cahaya adalah dengan menambahkan reflektor pada sistem pencahayaan LED. Reflektor berjalan berdasarkan cara memantulkan cahaya, yaitu cahaya yang keluar dari sumber akan dipantulkan kembali ke arah tertentu sesuai dengan bentuk dan sifat permukaan reflektor [7]. Menggunakan reflektor dengan bahan dan bentuk yang sesuai bisa membuat sistem pencahayaan lebih efisien karena mengurangi kehilangan cahaya yang terjadi akibat penyerapan dan penyebaran cahaya yang tidak terkontrol [8]. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa karakteristik reflektor berpengaruh terhadap distribusi intensitas cahaya yang dihasilkan oleh sistem pencahayaan [9]. Peningkatan efisiensi optik pada sumber cahaya berbasis LED dapat dicapai dengan memanfaatkan struktur reflektif yang optimal [10].

Penelitian ini menjelaskan tentang desain dan evaluasi kinerja sistem penerangan berbasis lampu LED yang dilengkapi dengan reflektor. Evaluasi dilakukan dengan mengukur tingkat kecerahan menggunakan alat lux meter dari jarak yang sama, dengan dua jenis sudut reflektor yang berbeda. Analisis difokuskan pada peningkatan distribusi cahaya dan efisiensi sistem pencahayaan yang dihasilkan melalui penggunaan reflektor.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental dengan tahapan sebagaimana terlihat pada gambar 1. Urutan penelitian pada artikel ini meliputi tahapan perancangan sistem pencahayaan, pengujian, serta analisis kinerja sistem pencahayaan LED dengan dan tanpa reflektor. Fokus penelitian adalah mengevaluasi pengaruh penggunaan reflektor terhadap distribusi cahaya dan efisiensi pencahayaan yang dihasilkan.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1 LED SMD (Light Emitting Diode Surface Mount Device)

Light Emitting Diode Surface Mount Device merupakan jenis LED yang dirancang untuk dipasang langsung pada permukaan PCB (Printed Circuit Board) tanpa menggunakan kaki terminal panjang seperti LED konvensional. Teknologi Surface Mount Device memungkinkan komponen memiliki dimensi yang lebih ringkas, kemudahan perakitan, serta integrasi yang lebih fleksibel dalam sistem pencahayaan modern.

LED SMD umumnya dikemas dalam bentuk chip dengan ukuran tertentu yang dinyatakan dalam kode numerik, seperti 2835, 3528, atau 5730, yang menunjukkan dimensi fisiknya dalam milimeter. Perbedaan ukuran tersebut berpengaruh terhadap daya listrik, fluks cahaya, serta kemampuan disipasi panas. Struktur LED SMD terdiri dari chip semikonduktor sebagai sumber emisi cahaya, lapisan fosfor untuk menghasilkan cahaya putih, elektroda konduktor, serta substrat yang mendukung proses pembuangan panas. Kemampuan disipasi panas yang baik sangat penting karena temperatur kerja yang tinggi dapat menurunkan efisiensi cahaya dan mempercepat degradasi lumen.

Dari sisi optik, LED SMD umumnya memiliki sudut pancar yang relatif lebar, sehingga cahaya yang dihasilkan menyebar ke berbagai arah. Karakteristik ini menjadikan LED SMD sesuai untuk dikombinasikan dengan sistem optik tambahan seperti reflektor, yang berfungsi mengarahkan dan memfokuskan cahaya agar distribusinya lebih terkontrol pada bidang kerja.

Dalam penelitian ini, LED SMD dipilih sebagai sumber cahaya utama karena beberapa pertimbangan teknis, yaitu efisiensi energi yang tinggi, dimensi yang kompak sehingga mudah diintegrasikan dengan desain reflektor, kemampuan pelepasan panas yang memadai, serta sudut pancar lebar yang memungkinkan analisis pengaruh reflektor terhadap peningkatan distribusi dan intensitas cahaya. Dengan karakteristik tersebut, LED SMD dinilai representatif untuk digunakan dalam perancangan dan evaluasi sistem pencahayaan berbasis reflektor.

2.2 Perancangan Sistem Pencahayaan LED

Penelitian awal dilakukan dengan merancang sistem pencahayaan berbasis lampu LED sebagai sumber cahaya utama. Sumber cahaya yang digunakan adalah LED jenis SMD (Surface Mounted Device) seperti di gambar 2, dengan daya sebesar 0,2 - 0,5 watt per LED, nilai fluks cahaya sebesar 40 - 60 lumen, serta sudut penyebaran cahaya awal (beam angle) sebesar 120° - 160° sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh pabrik.

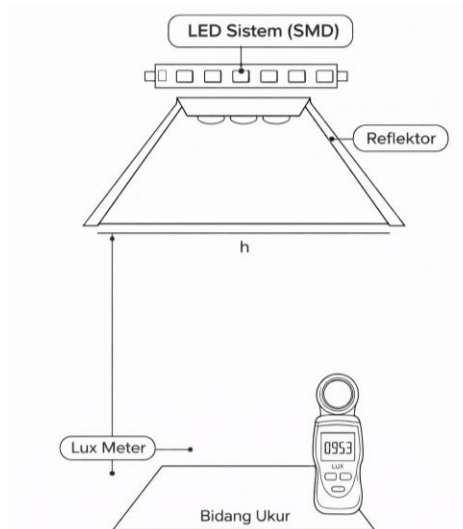


Gambar 2 Lampu LED SMD

Sistem pencahayaan dirancang dalam dua konfigurasi, yaitu lampu LED tanpa reflektor dan lampu LED dengan reflektor. Reflektor yang digunakan berbentuk limas trapesium dan terbuat dari bahan carton board dilapisi cermin datar yang bisa memantulkan cahaya, sehingga mampu mengarahkan sinar ke tempat yang diinginkan.

Dalam penelitian ini, reflektor digunakan sebagai variabel bebas, sedangkan tingkat kecerahan di area yang diukur menjadi variabel terikat. Jarak antara sumber cahaya dan bidang ukur dijaga tetap selama pengujian untuk memastikan kondisi pengukuran yang konsisten. Pemilihan posisi LED, bentuk reflektor, dan sudut reflektor terhadap sumber cahaya

memengaruhi distribusi cahaya yang dihasil. Untuk mencapai distribusi cahaya yang terarah pada bidang ukur, perlu dilakukan perancangan yang tepat.



Gambar 3 Konfigurasi Sistem Pencahayaan LED

2.3 Konfigurasi Dan Variasi Pengujian

Pengujian dilakukan pada satu jarak pengukuran tetap antara sumber cahaya dan bidang ukur. Untuk mengevaluasi pengaruh reflektor terhadap sebaran cahaya, pengujian dilakukan pada dua variasi sudut pencahayaan. Konfigurasi ini bertujuan untuk membandingkan pola distribusi cahaya dan intensitas cahaya yang dihasilkan oleh sistem pencahayaan LED dengan reflektor terhadap sistem tanpa reflektor.

2.4 Pengukuran Intensitas Cahaya

Pengukuran intensitas cahaya dilakukan menggunakan alat ukur lux meter. Pengukuran dilakukan pada bidang ukur yang telah ditentukan dengan posisi sensor lux meter tegak lurus terhadap arah datang cahaya. Data intensitas cahaya dicatat untuk setiap konfigurasi pengujian, baik pada lampu LED tanpa reflektor maupun dengan reflektor pada masing-masing sudut pencahayaan. Besaran intensitas cahaya dinyatakan dalam satuan lux (lx), yang merupakan fluks cahaya per satuan luas. Secara matematis, intensitas pencahayaan dapat dinyatakan sebagai:

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (1)$$

dengan:

E = Intensitas cahaya (lux)

Φ = Fluks cahaya (lumen)

A = Luas bidang ukur (m^2)

2.5 Analisis Efikasi Optik Reflektor

Analisis efikasi optik reflektor dilakukan dengan membandingkan intensitas cahaya yang dihasilkan oleh sistem pencahayaan LED sebelum dan sesudah penggunaan reflektor. Hasil analisis ini digunakan untuk menilai efektivitas reflektor dalam meningkatkan pemanfaatan cahaya dan mengurangi rugi-rugi optik akibat penyebaran cahaya yang tidak terarah. Efikasi optik dihitung dengan membandingkan intensitas cahaya sistem dengan reflektor terhadap intensitas cahaya sistem tanpa reflektor, yang dirumuskan sebagai:

$$\eta_{opt} = \frac{E_r}{E_{nr}} \times 100\% \quad (2)$$

dengan:

η_{opt} = Efikasi optik reflektor (%)

E_r = Intensitas cahaya dengan reflektor (lux)

E_{nr} = Intensitas cahaya tanpa reflektor (lux)

2.6 Perhitungan Efisiensi Sistem Pencahayaan

Efisiensi sistem pencahayaan dianalisis dengan membandingkan intensitas cahaya yang dihasilkan terhadap daya listrik yang digunakan oleh sistem. Efisiensi pencahayaan dapat dinyatakan sebagai:

$$\eta = \frac{E}{P} \quad (2)$$

dengan:

η = Efisiensi sistem pencahayaan

E = Intensitas cahaya rata – rata

P = Daya listrik lampu LED

2.7 Tahapan Analisis Data

Data hasil pengukuran intensitas cahaya dianalisis secara komparatif untuk melihat perbedaan kinerja sistem pencahayaan LED dengan dan tanpa reflektor. Analisis difokuskan pada peningkatan distribusi cahaya, perubahan intensitas cahaya pada bidang ukur, serta peningkatan efisiensi sistem pencahayaan akibat penggunaan reflektor. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi dan pembahasan.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya

Pengukuran intensitas cahaya dilakukan menggunakan lux meter pada satu jarak pengukuran tetap dengan dua variasi sudut pencahayaan. Pengujian dilakukan pada dua konfigurasi sistem, yaitu lampu LED tanpa reflektor dan lampu LED dengan reflektor. Nilai intensitas cahaya yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua konfigurasi tersebut.

Tabel 1 Hasil pengukuran pada lampu tabung

Waktu	Arus	Tegangan	Daya	Lux
10 detik	0,25 A	220v	55	261
20 detik	0,27 A	220v	59,4	260
30 detik	0,25 A	220v	55	259
40 detik	0,26 A	220v	57,2	253
50 detik	0,26 A	220v	57,2	254
60 detik	0,26 A	220v	57,2	259
70 detik	0,25 A	220v	55	258
80 detik	0,27 A	220v	59,4	260
90 detik	0,29 A	220v	63,8	259
100 detik	0,28 A	220v	61,6	258
Rata rata	0,264 A		58,08	258,1

Berdasarkan Tabel 1, nilai cahaya yang dihasilkan berada antara 253 hingga 261 lux, dengan rata-rata sebesar 258,1 lux. Variasi nilai yang relatif kecil menunjukkan bahwa sistem berada dalam kondisi pengukuran yang stabil selama periode pengamatan. Daya listrik yang digunakan berada di sekitar 58,08 watt dengan arus rata-rata 0,264 ampere pada tegangan 220 volt. Fluktuasi arus dan daya yang terjadi tidak menyebabkan perubahan yang signifikan pada nilai cahaya yang diukur. Hasil ini menunjukkan bahwa lampu tabung menghasilkan distribusi pencahayaan yang relatif konstan pada jarak pengukuran yang telah ditentukan dan dapat digunakan sebagai pembanding dalam evaluasi kinerja sistem LED pada konfigurasi berikutnya.

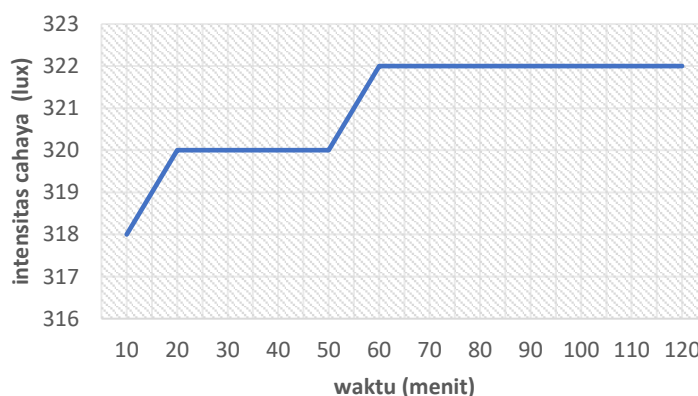
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa standar deviasi intensitas cahaya mencapai 2,6 lux, yang menunjukkan variasi yang relatif kecil selama pengukuran. Hal ini menunjukkan bahwa lampu tabung memiliki kualitas pencahayaan yang stabil selama masa pengamatan.

Tabel 2 Pengukuran Pada Lampu LED tanpa reflektor

Waktu	Suhu (°C)	Arus (A_2)	Arus (A_1)	Voltase (V_2)	Voltase (V_1)	Daya (W) ($P = V_1 \times A_1$)	Intensitas (Lux)
Awal	23,8						
10 menit	31	0,75	0,04	12	220v	8.8W	318
20 menit	33,5	0,75	0,04	12	220v	8.8W	320
30 menit	34,9	0,74	0,04	12	220v	8.8W	320
40 menit	34,6	0,75	0,04	12	220v	8.8W	320
50 menit	34,6	0,75	0,04	12	220v	8.8W	320
60 menit	35	0,76	0,04	12	220v	8.8W	322
70 menit	35,2	0,76	0,04	12	220v	8.8W	322
80 menit	34,4	0,76	0,04	12	220v	8.8W	322
90 menit	35,2	0,76	0,04	12	220v	8.8W	322
100 menit	35,3	0,76	0,04	12	220v	8.8W	322
110 menit	36	0,76	0,04	12	220v	8.8W	322
120 menit	35,2	0,76	0,04	12	220v	8.8W	322
Rata"	34,6	0,755					321

Berdasarkan Tabel 2, intensitas cahaya dari lampu LED tanpa reflektor berada dalam rentang 318 hingga 322 lux, dengan rata-rata sebesar 321 lux. Nilai ini relatif stabil selama 120 menit pengujian, meskipun terjadi peningkatan suhu dari 23,8°C menjadi sekitar 35°C. Kenaikan suhu tidak memengaruhi penurunan kekuatan cahaya secara nyata, yang menunjukkan bahwa sistem LED tetap stabil dalam kinerja panasnya pada rentang pengujian tersebut.

Daya listrik yang digunakan relatif konstan sebesar 8,8 W dengan arus LED rata-rata 0,755 A pada tegangan 12 V. Jika dibandingkan dengan lampu tabung pada Tabel 1 yang memiliki rata-rata iluminansi sebesar 258,1 lux, lampu LED tanpa reflektor menunjukkan peningkatan intensitas cahaya sekitar 24,4%. Ini menunjukkan bahwa sistem LED lebih hemat dalam penggunaan energi untuk memproduksi cahaya dibandingkan lampu tabung, dalam kondisi uji yang sama. Hasil perhitungan statistik menunjukkan bahwa standar deviasi memiliki nilai 1,44 lux, yang artinya perubahan intensitas cahaya selama pengujian tidak terlalu besar. Pengujian menunjukkan bahwa sistem LED tanpa reflektor memiliki kestabilan keluaran cahaya yang cukup baik selama 120 menit, meskipun suhu meningkat dari 23,8°C hingga sekitar 35°C.



Gambar 4 Grafik Tren Intensitas Cahaya LED tanpa Reflektor

Berdasarkan tren intensitas cahaya LED tanpa reflektor, nilai iluminansi tetap stabil selama pengujian. intensitas cahaya berkisar antara 318-320 lux meskipun terjadi peningkatan suhu LED. Hal ini menunjukkan bahwa sistem LED tanpa reflektor mampu mempertahankan kualitas pencahayaan yang cukup stabil sepanjang masa uji.

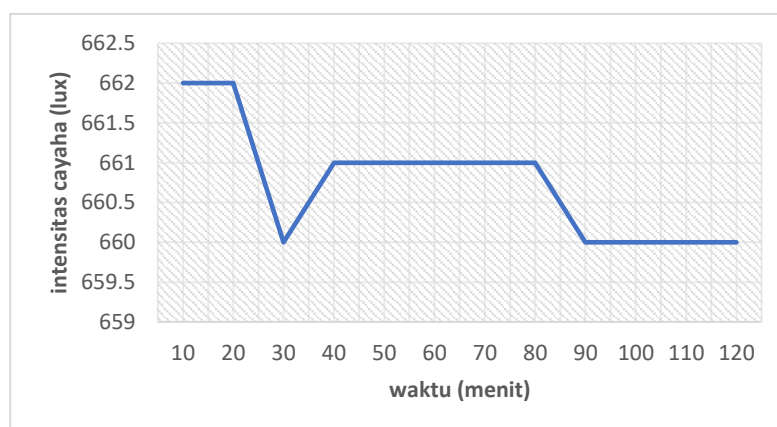
Tabel 3 Pengukuran Pada Lampu LED dengan reflektor 1

Waktu	Suhu (°C)	Arus (A_2)	Arus (A_1)	Voltase (V_2)	Voltase (V_1)	Daya (W) ($P = V_1 \times A_1$)	Intensitas (Lux)
Awal	27,5						
10 menit	34,6	0,77	0,04	12	220v	8.8W	662
20 menit	35,8	0,78	0,04	12	220v	8.8W	662
30 menit	36,4	0,78	0,04	12	220v	8.8W	660
40 menit	37,2	0,78	0,04	12	220v	8.8W	661
50 menit	38	0,77	0,04	12	220v	8.8W	661
60 menit	38,2	0,75	0,04	12	220v	8.8W	661
70 menit	39	0,75	0,04	12	220v	8.8W	661
80 menit	39,5	0,76	0,04	12	220v	8.8W	661
90 menit	40,4	0,77	0,04	12	220v	8.8W	660
100 menit	40,4	0,78	0,04	12	220v	8.8W	660
110 menit	40,8	0,78	0,04	12	220v	8.8W	660
120 menit	41	0,77	0,04	12	220v	8.8W	660
Rata"	38,4	0,77					660,75

Berdasarkan Tabel 3, intensitas cahaya dari lampu LED dengan reflektor 1 berada dalam rentang 660 hingga 662 lux, dengan rata-rata mencapai 660,75 lux. Nilai ini menunjukkan konsistensi cahaya selama 120 menit selama pengujian, meskipun suhu meningkat dari 27,5°C hingga 41°C. Daya listrik yang digunakan tetap 8,8 watt, jadi peningkatan cahaya tidak karena daya bertambah, melainkan karena reflektor bekerja lebih efektif dalam memfokuskan cahaya ke area yang diukur. Reflektor dapat meningkatkan intensitas cahaya dari sumber LED yang tidak dilengkapi reflektor.

Dengan menggunakan reflektor, intensitas cahaya meningkat sebesar 105,8%, yang berarti lebih dari dua kali lipat dibandingkan dengan sistem LED tanpa reflektor yang hanya mencapai rata-rata 321 lux. Reflektor berbentuk limas trapesium mampu meminimalkan penyebaran cahaya yang tidak terarah dan memfokuskan distribusi cahaya ke area pengukuran secara lebih efektif. Selain itu, meskipun suhu meningkat hingga 41°C, nilai cahaya tetap tidak berubah, yang menunjukkan bahwa sistem masih berjalan dengan kondisi panas yang tidak merusak performa cahaya LED secara signifikan.

Intensitas cahaya dari lampu LED dengan reflektor 1 berada dalam rata-rata 660,75 lux dengan standar deviasi sebesar 0,75 lux. Nilai deviasi yang kecil menunjukkan bahwa hasil pengukuran intensitas cahaya relatif stabil selama waktu pengamatan.



Gambar 5 Grafik Intensitas cahaya LED dengan reflektor 1

Dari grafik intensitas cahaya LED dengan reflektor 1, terlihat bahwa nilai iluminansi tetap stabil selama periode pengujian mulai dari menit ke-10 hingga menit ke-120. Intensitas cahaya berada di antara 660 hingga 662 lux meskipun suhu naik dari 27,5 derajat Celsius sampai 41 derajat Celsius. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan reflektor dengan ukuran 1 meter berhasil menjaga kestabilan cahaya dari LED selama proses pengujian.

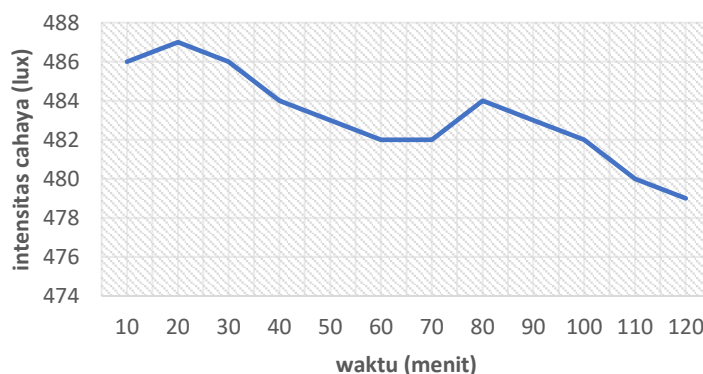
Tabel 4 Pengukuran Pada Lampu LED dengan reflektor 2

Waktu	Suhu (°C)	Arus (A ₂)	Arus (A ₁)	Voltase (V ₂)	Voltase (V ₁)	Daya (W) (P = V ₁ x A ₁)	Intensitas (Lux)
Awal	23,8						
10 menit	33,8	0,77	0,04	12	220v	8.8W	486
20 menit	36,1	0,78	0,04	12	220v	8.8W	487
30 menit	35,2	0,78	0,04	12	220v	8.8W	486
40 menit	35,3	0,78	0,04	12	220v	8.8W	484
50 menit	35,7	0,77	0,04	12	220v	8.8W	483
60 menit	36,4	0,77	0,04	12	220v	8.8W	482
70 menit	36,5	0,78	0,04	12	220v	8.8W	482
80 menit	34	0,77	0,04	12	220v	8.8W	484
90 menit	35,7	0,78	0,04	12	220v	8.8W	483
100 menit	35,1	0,78	0,04	12	220v	8.8W	482
110 menit	35,7	0,77	0,04	12	220v	8.8W	480
120 menit	37,2	0,77	0,04	12	220v	8.8W	479
Rata-rata	35,5	0,77					483

Berdasarkan Tabel 4, intensitas cahaya pada konfigurasi reflektor 2 berada dalam rentang 479–487 lux dengan rata-rata sebesar 483 lux. Nilai tersebut tetap stabil selama 120 menit tes meskipun suhu naik dari 23,8°C menjadi 37,2°C. Penggunaan listrik tetap stabil sebesar 8,8 W. Jika dibandingkan dengan sistem LED tanpa reflektor yang menghasilkan 321 lux, menggunakan reflektor 2 meningkatkan intensitas cahaya hingga 50,5%. Dan dibandingkan dengan reflektor 1 yang menghasilkan nilai iluminansi 660,75 lux, konfigurasi reflektor 2 menunjukkan penurunan sekitar 26,9% dalam tingkat cahaya yang dihasilkan.

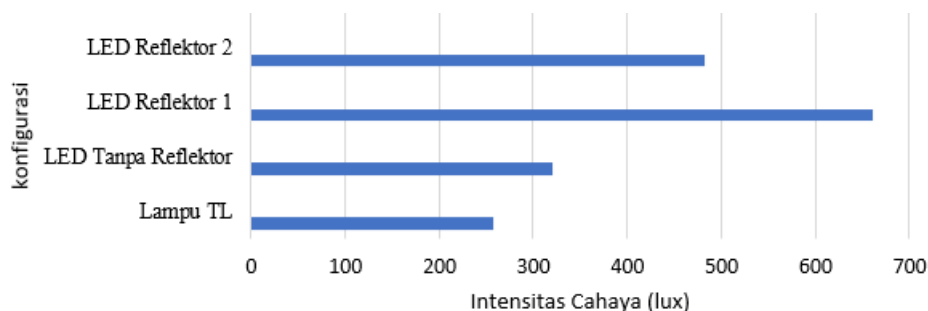
Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa bentuk dan sudut reflektor sangat berpengaruh terhadap cara cahaya terdistribusi. Reflektor 1 cenderung memfokuskan cahaya secara lebih terarah pada bidang ukur sehingga menghasilkan iluminansi yang lebih tinggi. Sementara itu, reflektor 2 menghasilkan cahaya yang lebih merata, sehingga intensitas di titik ukur lebih kecil meskipun area yang tertutup cahaya mungkin lebih luas. Secara umum, penggunaan reflektor membuat penyebaran cahaya lebih efektif dibandingkan sistem yang tidak menggunakan reflektor. Desain geometri reflektor berperan penting dalam meningkatkan efisiensi sistem pencahayaan yang menggunakan LED.

Intensitas cahaya pada konfigurasi reflektor 2 berada antara 479 hingga 487 lux, dengan rata-rata 483 lux dan standar deviasi sebesar 2,33 lux. Nilai deviasi yang relatif kecil menunjukkan bahwa intensitas cahaya cenderung stabil selama 120 menit pengujian meskipun suhu meningkat dari 23,8°C menjadi 37,2°C.



Gambar 6 Grafik Intensitas Cahaya LED dengan Reflektor 2 terhadap waktu

Berdasarkan grafik intensitas cahaya LED dengan reflektor 2 terhadap waktu, terlihat bahwa nilai iluminansi tetap relatif konstan selama pengujian yang dilakukan dari menit ke-10 hingga menit ke-120. Peningkatan suhu terjadi dari 23,8°C hingga 37,2°C. Intensitas cahaya berada dalam rentang 479 hingga 487 lux. Ini menunjukkan bahwa sistem LED dengan reflektor 2 bisa menjaga pencahayaan tetap stabil selama pemeriksaan dilakukan.



Gambar 7 Konfigurasi Perbandingan Intensitas Cahaya Pada Lampu

Grafik perbandingan menunjukkan konfigurasi LED yang menggunakan reflektor 1 menghasilkan cahaya dengan intensitas terbesar, yaitu sekitar 660,75 lux. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan LED tanpa reflektor yang hanya 321 lux dan reflektor 2 yang mencapai 483 lux. Ini menunjukkan bahwa desain reflektor pertama lebih baik dalam menumpuk cahaya ke area yang diukur dibandingkan dengan pengaturan lainnya.

3.2 Analisis Distribusi Cahaya

Distribusi cahaya dipengaruhi oleh bentuk dan sudut reflektor yang digunakan. Berdasarkan prinsip hukum pemantulan cahaya, sudut di mana cahaya datang ke permukaan reflektor akan sama dengan sudut di mana cahaya tersebut dipantulkan. Penggunaan reflektor yang dirancang dengan baik dapat memfokuskan cahaya ke area yang dituju sehingga lebih efisien. Tanpa menggunakan reflektor, cahaya dari LED menyebar ke berbagai arah, sehingga hanya sedikit bagian dari cahaya tersebut yang sampai ke titik pengukuran. Nilai iluminansi yang dihasilkan relatif rendah.

Sebaliknya, dalam konfigurasi yang menggunakan reflektor, cahaya yang sebelumnya menyebar dipantulkan kembali ke area pengukuran. Reflektor 1 menghasilkan cahaya yang lebih terang karena kemungkinan memiliki sudut reflektor yang lebih sempit, sehingga cahaya bisa berkumpul di satu titik saja. Sementara itu, reflektor 2 memiliki sudut pantul yang lebih luas, sehingga cahaya terdistribusi lebih merata, tetapi intensitas cahaya di titik pengukuran menjadi lebih rendah.

3.3 Efisiensi Sistem Pencahayaan

Efisiensi sistem pencahayaan bergantung pada kemampuan sistem untuk memanfaatkan cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya secara maksimal. Sistem tanpa reflektor menyebabkan sebagian besar cahaya terbuang karena menyebar ke arah yang tidak dimanfaatkan. Hal ini menyebabkan cahaya yang sampai pada bidang ukur menjadi lebih sedikit. Penggunaan reflektor memungkinkan cahaya yang sebelumnya tersebar dapat dipantulkan kembali ke area pengukuran sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan cahaya. Dengan daya listrik yang sama, yaitu 8,8 watt, sistem LED yang menggunakan reflektor bisa memberikan penerangan lebih terang dibandingkan sistem LED tanpa reflektor. Peningkatan kinerja sistem pencahayaan lebih dipengaruhi oleh desain optik reflektor daripada peningkatan daya listrik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem pencahayaan LED, penggunaan reflektor terbukti meningkatkan intensitas cahaya dibandingkan dengan sistem tanpa reflektor. Penggunaan LED tanpa reflektor menghasilkan rata-rata iluminansi sebesar 321 lux, sedangkan penggunaan reflektor 2 menghasilkan 483 lux atau meningkat sekitar 50,5%. Sementara itu, konfigurasi reflektor pertama menghasilkan cahaya yang terang dengan nilai 660,75 lux, yang meningkat sekitar 105,8% dibandingkan sistem yang tidak menggunakan reflektor. Desain reflektor berpengaruh signifikan terhadap penyebaran dan efisiensi cahaya yang dihasilkan oleh LED. Reflektor 1 terbukti menjadi pengaturan yang paling baik dalam penelitian ini karena mampu mengarahkan cahaya lebih efektif ke area pengukuran tanpa meningkatkan penggunaan listrik, yang tetap terjaga pada 8,8 watt.

Penelitian ini juga memiliki beberapa batasan, yaitu uji coba hanya dilakukan pada satu jarak pengukuran, sehingga distribusi cahaya pada jarak yang berbeda belum dapat dianalisis secara lengkap. Selain itu, penelitian ini belum memeriksa dampak perubahan sudut reflektor terhadap pola penyebaran

cahaya yang dihasilkan. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan variasi jarak pengukuran dan melakukan pengujian pada beberapa sudut reflektor yang berbeda untuk memperoleh karakteristik distribusi cahaya yang lebih komprehensif dan menentukan desain reflektor yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. P. Widartha, I. Ra, S. Y. Lee, Dan C. S. Kim, “Advancing Smart Lighting: A Developmental Approach To Energy Efficiency Through Brightness Adjustment Strategies,” *Journal Of Low Power Electronics And Applications*, Vol. 14, No. 1, Mar 2024, Doi: 10.3390/Jlpea14010006.
- [2] M. Haryanto, E. M. Silalahi, B. Widodo, R. Purba, Dan J. I. Nempung, “Tinjauan Fluks Cahaya, Suhu Warna, Total Harmonic Distortion, Faktor Daya Lampu Pijar, Lampu Hemat Energi Dan Light Emitting Diode,” *Lektrokom : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, Vol. 3, No. 1, Hlm. 9, Agu 2020, Doi: 10.33541/Lektrokom.V3i1.3349.
- [3] “Universitas Indonesia Peluang Pemanfaatan Lampu Led Sebagai Lampu.”
- [4] T. Pulli, T. Dönsberg, T. Poikonen, F. Manoocheri, P. Kärhä, Dan E. Ikonen, “Advantages Of White Led Lamps And New Detector Technology In Photometry,” *Light Sci. Appl.*, Vol. 4, Sep 2015, Doi: 10.1038/Lsa.2015.105.
- [5] I. M. Sumpena, “Analisa Pengelolaan Energi Listrik Pada Gedung Untuk Sistem Penerangan Dengan Bas (Building Automation System).”
- [6] Faisal Risal, “Analisis Intensitas Penerangan Di Gedung Rumah Sakit Umum Daerah Pandega Kabupaten Pangandaran,” 2022.
- [7] T. Bhattarai, A. Ebong, Dan M. Y. A. Raja, “A Review Of Light-Emitting Diodes And Ultraviolet Light-Emitting Diodes And Their Applications,” 1 Juni 2024, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (Mdpi)*. Doi: 10.3390/Photonics11060491.
- [8] A. Bielawny, “Reflectors In Lighting Design: Reflector-Based Non-Imaging Optics For Lighting Applications,” 1 Desember 2019, *De Gruyter*. Doi: 10.1515/Aot-2018-0052.
- [9] M. Leśko Dan A. Różowicz, “Influence Of The Reflector Properties On The Photometric Characteristics Of A Luminaire With Variable Luminous Intensity Distribution,” *Przegląd Elektrotechniczny*, Vol. 2024, No. 1, Hlm. 199–203, 2024, Doi: 10.15199/48.2024.01.41.
- [10] H. J. Lee, J. Y. Park, L. K. Kwac, Dan J. Lee, “Improved Optical Efficiency Of 850-Nm Infrared Light-Emitting Diode With Reflective Transparent Structure,” *Micromachines (Basel)*, Vol. 14, No. 8, Agu 2023, Doi: 10.3390/Mi14081586.

”.