



Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran
<http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp>
 Volume 8 Nomor 1, 2025
 P-2655-710X e-ISSN 2655-6022

Submitted : 02/01/2025
 Reviewed : 06/01/2025
 Accepted : 05/01/2025
 Published : 19/01/2025

Abdul Rohim¹
 Arfita Yuana Dewi²
 Erhaneli³

ANALISIS KINERJA SISTEM PENERANGAN LED TERHADAP KONSUMSI DAYA LISTRIK GEDUNG D INSTITUT TEKNOLOGI PADANG

Abstrak.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja lampu LED yang digunakan di Gedung D Institut Teknologi Padang, dengan fokus pada konsumsi energi, efisiensi energi, serta dampak ekonomi dan lingkungan. Data yang dikumpulkan mencakup jumlah lampu, jenis lampu, daya listrik, dan keluaran cahaya (lumen). Perbandingan dilakukan antara lampu LED dan lampu konvensional, seperti lampu TL, untuk menghitung penghematan biaya operasional dan efisiensi energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total daya lampu di Gedung D mencapai 2.163 watt, dengan konsumsi energi bulanan sebesar 648,9 kWh, yang setara dengan biaya listrik sekitar Rp 1.038.240 per bulan, berdasarkan tarif Rp 1.600 per kWh. Lampu LED terbukti memiliki efisiensi lebih tinggi, yaitu antara 88,89 hingga 94,44 lumen per watt, dibandingkan lampu TL yang hanya 75 lumen per watt. Dengan waktu penggunaan 10 jam per hari, lampu LED dapat bertahan hingga 17 tahun, sedangkan lampu TL hanya bertahan sekitar 5,1 tahun. Penggunaan lampu LED menghasilkan penghematan signifikan dalam hal biaya listrik dan ketahanan masa pakai, serta memberikan dampak positif terhadap lingkungan dengan mengurangi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca. Analisis return on investment (ROI) menunjukkan bahwa investasi pada lampu LED di Gedung D memberikan pengembalian sebesar 15% per tahun. Meskipun demikian, beberapa ruangan memerlukan penyesuaian lebih lanjut dalam jumlah lampu atau efisiensi lumen untuk mencapai tingkat pencahayaan yang optimal. Penelitian ini menyimpulkan bahwa lampu LED merupakan solusi yang lebih efisien dan ramah lingkungan dibandingkan lampu konvensional, dan berpotensi diterapkan lebih luas di berbagai gedung untuk penghematan energi yang lebih besar.

Kata Kunci: Lampu LED, Konsumsi Energi, Efisiensi Energi, Biaya Operasional, Dampak Lingkungan.

Abstrak

This study aims to analyze the performance of LED lights used in Building D of Institut Teknologi Padang, focusing on energy consumption, energy efficiency, as well as economic and environmental impacts. The collected data include the number of lights, types of lights, electrical power, and light output (lumens). A comparison was made between LED lights and conventional lights, such as fluorescent tubes (TL), to calculate operational cost savings and energy efficiency. The research findings show that the total lighting power in Building D reaches 2,163 watts, with a monthly energy consumption of 648.9 kWh, equivalent to an electricity cost of approximately IDR 1,038,240 per month, based on a tariff of IDR 1,600 per kWh. LED lights demonstrated higher efficiency, ranging from 88.89 to 94.44 lumens per watt, compared to fluorescent tubes, which only achieve 75 lumens per watt. With a usage duration of 10 hours per day, LED lights can last up to 17 years, whereas fluorescent tubes last only about 5.1 years. The use of LED lights results in significant savings in electricity costs and extended lifespan, while also providing positive environmental impacts by reducing energy consumption and greenhouse gas emissions. The return on investment (ROI) analysis indicates that investing

^{1,2,3} Teknik Elektro, Institut Teknologi Padang
 email: 2019310012.abdul@itp.ac.id¹

in LED lights in Building D yields a 15% annual return. However, some rooms require further adjustments in the number of lights or lumen efficiency to achieve optimal lighting levels. This study concludes that LED lights are a more efficient and environmentally friendly solution compared to conventional lights and have the potential for broader application in various buildings for greater energy savings.

Keywords: LED Lights, Energy Consumption, Energy Efficiency, Operational Costs, Environmental Impact.

PENDAHULUAN

Penggunaan lampu LED yang efisien merupakan salah satu aspek penting dalam analisis kinerja sistem penerangan LED terhadap konsumsi daya listrik Gedung D Institut Teknologi Padang. Dalam kondisi real, lampu LED yang digunakan harus memiliki efisiensi tinggi, yaitu minimal 80 lumens per watt (lm/W), dan harus memiliki kualitas yang baik, seperti kualitas cahaya yang stabil dan tidak berkedip. Namun, dalam kondisi ideal, lampu LED yang digunakan harus memiliki efisiensi tinggi, yaitu minimal 80 lm/W, dan harus memiliki kualitas yang baik, seperti kualitas cahaya yang stabil dan tidak berkedip. (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2022).

Konsumsi energi listrik juga merupakan aspek penting yang perlu diperhatikan. Dalam kondisi real, konsumsi energi listrik harus dibawah 10 kWh per bulan untuk setiap Gedung D Institut Teknologi Padang, dan penggunaan lampu LED dapat menghemat energi listrik hingga 70% dibandingkan dengan lampu tradisional. Biaya operasional juga menjadi perhatian utama. Dalam penggunaan lampu LED dapat menghemat biaya operasional sebesar Rp. 200.000 per tahun untuk setiap 100 kWh konsumsi daya listrik.

Analisis kinerja sistem penerangan LED terhadap konsumsi daya listrik Gedung D Institut Teknologi Padang memiliki urgensi yang sangat penting dalam era saat ini. Konsumsi energi listrik di Gedung D Institut Teknologi Padang terus meningkat, sehingga perlu dilakukan analisis kinerja sistem penerangan LED untuk menghemat energi listrik. Penggunaan lampu LED dapat mengurangi konsumsi energi listrik hingga 70% dibandingkan dengan lampu tradisional, seperti yang disebutkan dalam penelitian oleh (Fabanyo, 2020) yang menunjukkan bahwa penggunaan lampu LED dapat menghemat biaya operasional hingga Rp. 32.726.940 per tahun untuk Rumah Susun Sewa Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. Selain itu, biaya operasional Gedung D Institut Teknologi Padang juga dapat ditekan dengan menggunakan lampu LED yang lebih hemat energi. Penelitian oleh (Sulasno, 1993) menunjukkan bahwa penggunaan lampu TL-LED dapat menghemat biaya operasional sebesar Rp. 204.300,- per tahun untuk setiap 100 kWh konsumsi daya listrik. Kualitas cahaya yang stabil dan tidak berkedip juga merupakan aspek penting dalam penerangan Gedung D Institut Teknologi Padang, dan penelitian oleh (Fabanyo, 2020) menunjukkan bahwa penggunaan lampu LED 18 Watt dapat meningkatkan efisiensi konsumsi energi listrik dan mengurangi biaya operasional. Pengukuran konsumsi daya listrik yang akurat sangat penting untuk mengetahui seberapa besar penghematan energi yang dapat diperoleh dengan menggunakan lampu LED, dan penelitian oleh (Sulasno, 1993) menunjukkan bahwa pengukuran konsumsi daya listrik harus dilakukan secara akurat dan terus-menerus, meliputi semua jenis lampu yang digunakan di Gedung D Institut Teknologi Padang, termasuk lampu LED dan lampu tradisional. Peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik dan biaya operasional Gedung D Institut Teknologi Padang merupakan tujuan utama dari penelitian ini, dan penelitian oleh (Sulasno, 1993) menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik di Rumah Susun Sewa Universitas Sains dan Teknologi Jayapura dapat dilakukan dengan mengganti daya lampu yang ada di setiap ruangan, dimana daya lampu tersebut penggunaannya melewati batas standar tingkat pencahayaan sesuai fungsi ruangan.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif eksperimen yang bertujuan untuk mengukur dan menganalisis konsumsi energi listrik lampu LED di Gedung D Institut Teknologi Padang. Data yang dikumpulkan mencakup penggunaan energi listrik, spesifikasi lampu, dan efisiensi energi. Penelitian ini juga mengevaluasi efisiensi lampu LED dengan membandingkan daya listrik yang digunakan dan hasil pencahayaan yang dihasilkan

Data yang dibutuhkan

Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup:

1. Data Konsumsi Energi Listrik
 - a) Konsumsi daya listrik dari lampu LED di Gedung D yang diukur harian dan bulanan menggunakan kWh meter.
 - b) Data total energi listrik yang dikonsumsi lampu LED selama periode tertentu (misalnya satu bulan).
2. Data Spesifikasi Lampu
Jumlah lampu, tipe lampu, daya (watt), dan efisiensi masing-masing lampu (lumen per watt) di setiap ruangan Gedung D.
3. Data Intensitas Cahaya (Lux)
Pengukuran intensitas cahaya di setiap ruangan, menggunakan lux meter, untuk mengevaluasi apakah lampu LED memberikan pencahayaan yang optimal.
4. Data Biaya Listrik
Perhitungan biaya listrik berdasarkan tarif listrik yang berlaku dan konsumsi energi lampu LED di Gedung D.
5. Data Efisiensi Energi
Perbandingan konsumsi daya lampu LED dengan output cahaya untuk mengukur efisiensi energi.

Langkah-langkah

1. Persiapan Alat dan Bahan

Menyiapkan alat-alat pengukur seperti kWh meter, lux meter, dan multimeter. Pastikan semua alat berfungsi dengan baik dan telah dikalibrasi untuk mendapatkan hasil yang akurat.

2. Pengumpulan Data Spesifikasi Lampu

Mengumpulkan data spesifikasi lampu yang digunakan di Gedung D. Catat jumlah, jenis, dan daya lampu di setiap ruangan.

3. Pengukuran Konsumsi Energi Listrik

- a) Memasang kWh meter pada panel listrik gedung untuk mengukur konsumsi daya lampu LED.
- b) Lakukan pengukuran harian selama satu bulan untuk mendapatkan data konsumsi energi harian dan total bulanan.
- c) Catat hasil pengukuran setiap hari untuk keperluan analisis.

4. Pengukuran Intensitas Cahaya

- a) Menggunakan lux meter untuk mengukur intensitas cahaya di berbagai ruangan di Gedung D.
- b) Mencatat hasil pengukuran intensitas cahaya dari setiap ruangan dan bandingkan dengan standar pencahayaan yang disarankan untuk setiap jenis ruangan.

5. Pengolahan dan Analisis Data

- a) Hitung total konsumsi energi bulanan dari data harian yang dikumpulkan.
- b) Hitung biaya listrik menggunakan tarif listrik yang berlaku.
- c) Analisis efisiensi lampu LED dengan menghitung rasio lumen per watt (lm/W) dari setiap tipe lampu.
- d) Bandingkan hasil konsumsi energi dengan pencahayaan yang dihasilkan untuk menilai efisiensi penggunaan energi di Gedung D.

6. Evaluasi Efisiensi dan Kualitas Penerangan

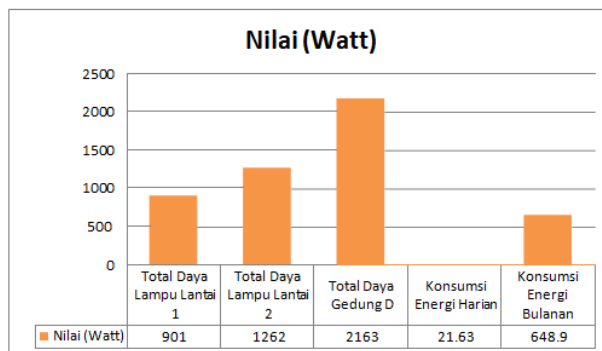
- a) Berdasarkan hasil pengukuran konsumsi energi dan intensitas cahaya, evaluasi apakah penggunaan lampu LED di Gedung D efisien dalam hal konsumsi daya dan kualitas pencahayaan.
- b) Analisis dampak penerangan terhadap kenyamanan dan efisiensi ruangan, serta dampak ekonomi dalam hal penghematan biaya listrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis terhadap kinerja lampu LED yang digunakan di Gedung D Institut Teknologi Padang, dengan fokus utama pada konsumsi daya listrik yang dibutuhkan untuk penerangan. Penelitian ini meliputi pengumpulan data konsumsi listrik selama periode tertentu, perhitungan efisiensi energi yang dihasilkan oleh lampu LED, serta evaluasi dampak ekonomi dan lingkungan dari penerapan teknologi LED. Selanjutnya,

data yang diperoleh akan diolah dan dianalisis untuk mengetahui seberapa besar penghematan energi, serta bagaimana lampu LED berkontribusi dalam pengurangan biaya operasional gedung.

Konsumsi daya listrik



Gambar 1. Konsumsi Daya Gedung D

$$Biaya\ Listrik = kW \times Tarif\ per\ kW$$

$$Biaya\ Listrik = 648.9kW \times 1.600Rp/kW = RP\ 1.038.240$$

konsumsi energi bulanan Gedung D adalah 648.9 kWh dan tarif listrik adalah Rp 1.600 per kWh, maka biaya listrik yang harus dibayarkan per bulan adalah sekitar Rp 1.038.240

Efisiensi Energi Lampu LED

Meski lumen per watt (lm/W) adalah bentuk standar pengukuran efisiensi, LED bisa dianggap sekitar 600–900% lebih efisien daripada lampu pijar (karena pijar hanya menghasilkan 10–15 lm/W) dan 30–60% lebih efisien daripada lampu TL.

Ketahanan Lampu

Salah satu keunggulan utama dari lampu LED adalah umur pakainya yang dapat mencapai hingga 50.000 jam. Angka ini tidak hanya didasarkan pada klaim produsen, tetapi juga didukung oleh berbagai uji coba laboratorium, standar industri, dan pengalaman pengguna. Angka umur pakai 50.000 jam untuk lampu LED berasal dari berbagai uji coba dan penelitian yang dilakukan oleh produsen dan lembaga independen. Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi umur pakai lampu LED:

1. Uji Laboratorium

Produsen lampu LED melakukan uji coba di laboratorium untuk menentukan umur pakai produk mereka. Uji ini biasanya melibatkan pengoperasian lampu dalam kondisi yang dikontrol untuk mengukur penurunan lumen (tingkat cahaya) seiring waktu.

2. Standar Industri

Ada standar industri yang mengatur pengujian dan pelaporan umur pakai lampu LED, seperti standar LM-80 dan TM-21 yang diterbitkan oleh Illuminating Engineering Society (IES). Standar ini membantu memastikan bahwa klaim umur pakai didasarkan pada metodologi yang konsisten dan dapat diandalkan.

Dengan kombinasi uji laboratorium, standar industri, angka 50.000 jam menjadi acuan umum untuk umur pakai lampu LED (Department of Energy).

Pembahasan Konsumsi

1) Konsumsi Energi dan Penggunaan Lampu

Gedung D dilengkapi dengan berbagai jenis lampu, termasuk lampu LED dan lampu TL. Berdasarkan data yang telah dihimpun, total daya lampu di seluruh gedung mencapai 2163 Watt, terdiri dari 901 Watt di lantai 1 dan 1262 Watt di lantai 2. Pemakaian lampu yang dominan menggunakan teknologi LED menunjukkan langkah yang signifikan menuju efisiensi energi, mengingat lampu LED umumnya lebih hemat energi dibandingkan jenis lampu konvensional seperti lampu pijar dan TL.

2) Perhitungan Konsumsi Energi Harian dan Bulanan

Dengan asumsi bahwa lampu dioperasikan selama 10 jam per hari, konsumsi energi harian tercatat sebesar 21.63 kWh. Konsumsi energi ini setara dengan 648.9 kWh selama satu bulan. Konsumsi energi yang relatif rendah ini menunjukkan bahwa penggunaan lampu LED

membantu menurunkan beban listrik, yang mana berkontribusi dalam mengurangi biaya operasional gedung.

3) Perhitungan Biaya Listrik

Menggunakan tarif listrik standar sebesar Rp 1.600 per kWh, biaya listrik bulanan untuk penggunaan lampu di Gedung D mencapai Rp 1.038.240. Biaya ini tergolong hemat untuk gedung berukuran besar, mengingat banyaknya ruangan dan lampu yang digunakan.

Penggunaan lampu LED di Gedung D terbukti menghasilkan penghematan energi yang signifikan dibandingkan jika menggunakan lampu jenis lain yang lebih boros energi.

4) Efisiensi Lampu LED

Efisiensi lampu LED dapat dihitung berdasarkan output cahaya (lumen) per watt listrik yang digunakan. Rata-rata efisiensi lampu LED di Gedung D berkisar antara 80 hingga 100 lm/W, tergantung pada spesifikasi lampu. Sebagai contoh, lampu LED 18 Watt yang menghasilkan sekitar 1700 lumen memiliki efisiensi sekitar 94.44 lm/W. Hal ini jauh lebih efisien dibandingkan lampu TL yang memiliki efisiensi sekitar 60–70 lm/W, dan lampu pijar yang hanya 10–15 lm/W. Oleh karena itu, penggunaan lampu LED di Gedung D jelas lebih efisien dalam hal konversi daya listrik menjadi cahaya.

5) Ketahanan Lampu

Salah satu keunggulan utama dari lampu LED adalah umur pakainya yang dapat mencapai hingga 50.000 jam. Dalam penggunaan 10 jam per hari, lampu LED dapat bertahan sekitar 17 tahun, sedangkan lampu TL hanya sekitar 5.1 tahun.

6) Penghematan Energi dan Dampak Lingkungan

Dengan total konsumsi energi sebesar **648.9 kWh per bulan**, Gedung D berhasil mengurangi jejak karbon yang dihasilkan dari penggunaan listrik. Dibandingkan dengan penggunaan lampu konvensional yang lebih boros energi, teknologi LED membantu menekan emisi gas rumah kaca dan memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan. Jika Gedung D sebelumnya menggunakan lampu TL atau pijar, konsumsi energinya kemungkinan bisa dua kali lipat lebih tinggi.

7) Evaluasi

Untuk menganalisis dan mengevaluasi perhitungan yang telah dilakukan, beberapa aspek penting terkait kebutuhan pencahayaan, konsumsi daya, dan biaya listrik berdasarkan data :

1) Kebutuhan Pencahayaan

Standar Kebutuhan Lux: Kebutuhan pencahayaan untuk ruangan D1.5 dihitung dengan standar 400 lux. Berdasarkan luas ruangan 72.75 m², kebutuhan lumen total dihitung sebagai 29,100 lumen.

Dengan menggunakan 6 lampu LED 18 watt yang menghasilkan total 11,880 lumen, output pencahayaan ini tidak mencapai kebutuhan minimum (29,100 lumen). Artinya, jumlah lampu yang digunakan belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan ruangan ini. Ruangan ini membutuhkan lebih banyak lampu atau lampu dengan efisiensi yang lebih tinggi.

Pertimbangkan untuk menambah jumlah lampu atau menggunakan lampu LED dengan daya lebih tinggi (misalnya, 30 watt dengan 100 lumen/watt) agar total lumen lebih mendekati 29,100 lumen.

2) Output Cahaya dan Efisiensi Lampu

Lampu LED yang digunakan memiliki daya 18 watt dengan efisiensi 110 lumen/watt. Total output cahaya dari 6 lampu LED dihitung sebesar 11,880 lumen.

Berdasarkan kebutuhan pencahayaan 29,100 lumen, pencahayaan yang dihasilkan oleh lampu yang digunakan hanya sekitar 41% dari kebutuhan ruangan.

Seperti disebutkan, menaikkan jumlah lampu atau memilih lampu dengan lumen/watt yang lebih tinggi, misalnya 130-150 lumen/watt, dapat mengatasi masalah ini.

3) Konsumsi Energi

Perhitungan konsumsi energi untuk lampu LED didasarkan pada penggunaan 10 jam per hari. Total daya untuk 6 lampu LED di ruangan D1.5 adalah 108 watt, yang berarti konsumsi energi harian sebesar 1.08 kWh dan konsumsi bulanan sebesar 32.4 kWh.

Konsumsi energi tampak realistis dan sejalan dengan jumlah lampu yang digunakan serta lama penggunaannya. Namun, dengan kebutuhan pencahayaan yang belum terpenuhi, jika penambahan lampu dilakukan, konsumsi energi akan meningkat.

Jika perlu menambah lampu, pastikan untuk mengevaluasi peningkatan konsumsi energi dan biaya listrik yang dihasilkan.

4) Perbandingan Hasil untuk Ruangan Lainnya

Dari perhitungan yang diberikan untuk ruangan D1.6, D1.7, D1.8, Bigkom, dan Aula, tampaknya ruangan lain juga mengalami kekurangan pencahayaan karena lumen yang dihasilkan oleh lampu lebih rendah daripada kebutuhan yang dihitung berdasarkan standar 400 lux.

Ruangan D1.6, misalnya, dengan luas yang mirip dengan D1.5 (dengan total lumen 9,600 lm), juga menunjukkan kekurangan pencahayaan yang signifikan (seharusnya mendekati 29,100 lumen).

Setiap ruangan perlu dievaluasi secara terpisah untuk menentukan jumlah lampu dan daya yang optimal untuk memenuhi standar pencahayaan minimum.

5) Biaya Listrik

Biaya listrik dihitung dengan asumsi tarif Rp 1,600/kWh, yang menghasilkan biaya bulanan sebesar Rp 51,840 untuk 32.4 kWh di ruangan D1.5.

Jika pencahayaan diperbaiki dengan menambah jumlah lampu atau menggunakan lampu dengan daya lebih tinggi, biaya listrik bulanan akan meningkat. Ini perlu diperhitungkan untuk menentukan efisiensi energi terbaik dengan mempertimbangkan anggaran yang tersedia.

Mungkin lebih baik menggunakan lampu LED dengan efisiensi lumen/watt yang lebih tinggi untuk mengurangi jumlah lampu yang diperlukan tanpa menaikkan konsumsi energi secara signifikan.

SIMPULAN

Penggunaan lampu LED di Gedung D Institut Teknologi Padang memberikan keuntungan yang signifikan dalam hal efisiensi energi, penghematan biaya, ketahanan masapakai, dan pengurangan dampak lingkungan. Total biaya listrik bulanan sebesar Rp 1.038.240 menunjukkan penghematan yang substansial dibandingkan penggunaan lampu konvensional. Dengan efisiensi lampu LED yang tinggi, LED sekitar 600–900% lebih efisien daripada lampu pijar (karena pijar hanya menghasilkan 10–15 lm/W) dan 30–60% lebih efisien daripada lampu TL. gedung ini berhasil memanfaatkan energi secara lebih efektif tapi mengorbankan kualitas pencahayaan.

Jumlah Lampu: Ruangan D1.5 memerlukan lebih banyak lampu atau lampu dengan efisiensi lumen yang lebih tinggi untuk mencapai kebutuhan pencahayaan minimum (29,100 lumen). Ini berlaku juga untuk ruangan lainnya.

Efisiensi Lampu: Lampu LED 18 watt dengan 110 lumen/watt cukup efisien, tetapi tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan lumen total. Gunakan lampu dengan efisiensi lebih tinggi (misalnya, 130-150 lumen/watt) untuk meningkatkan output cahaya tanpa menambah konsumsi energi terlalu banyak.

Konsumsi Energi dan Biaya Listrik: Jika pencahayaan ditingkatkan, konsumsi energi akan meningkat, dan ini akan berdampak pada biaya listrik. Sebaiknya mempertimbangkan solusi hemat energi dengan memaksimalkan efisiensi lumen/watt.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2022). Listrik baik untuk Indonesia mandiri energi.
- Diang, A. (2020). Pengaruh Penggunaan Lampu Biasa dan Lampu Petromak Pada Alat Tangkap Ikan. *Jurnal JKPI*, 3(1), 13-20. DOI: 10.24815/jkpi.v3i1.31516
- Diang, A. (2023). Perbandingan Hasil Tangkapan dan Ketertarikan Ikan pada Cahaya Lampu Listrik Permukaan. *Jurnal Platax*, 11(1), 29-36. DOI: 10.35800/jip.v10i2.43884
- Diang, A. (2023). Pengaruh Lama Penyalaan Lampu Terhadap Intensitas Penerangan. *Jurnal Teknik Elektro (JTE)*, 10(2), 15-21. DOI: 10.35800/jip.v10i2.43884
- Diang, A. (2023). Analisis Penggunaan Lampu LED pada Penerangan dalam Berbagai Aplikasi. *Jurnal Transmisi*, 5(1), 10-15. DOI: 10.35800/jip.v10i2.43884
- L. Auliaurrahman, "Analisis Karakteristik Pencahayaan Serta Konsumsi Energi Pada LED dan CFL," UI, Depok, 2015.
- Harto Saputro, J., & Sukmadi, T. (n.d.). *ANALISA PENGGUNAAN LAMPU LED PADA PENERANGAN DALAM RUMAH*.
- Husnayain, F., Syachreza Himawan, D., Utomo, A. R., Made Ardita, I., Budi Sudiarto, dan, Margonda Raya, J., Cina, P., & Beji, K. (2023). *CYCLOTRON : Jurnal Teknik Elektro*

- Analisis Perbandingan Kinerja Lampu LED, CFL, dan Pijar pada Sistem Penerangan Kantor.*
- DEYIDI MOKOGINTA, S. T., et al. *EKSPLORASI ANEKA WARNA DALAM TEKNIK ELEKTRO*. Cendikia Mulia Mandiri, 2024.
- UTAMA NB, Febrry Putra. *Optimalisasi Intensitas Pencahayaan yang Sesuai pada Ruangan Kelas untuk Kenyamanan Visual pada SD Negeri 001 Batu Aji*. 2020. PhD Thesis. Prodi Teknik Industri.
- Pramono, L., Linawati, L., & Hartati, R. S. (2023). Analisis Efisiensi Energi antara Lampu LED dan Lampu Konvensional (Studi kasus: Pada Hotel Cap Karoso). *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 22(2), 229. <https://doi.org/10.24843/mite.2023.v22i02.p10>
- Sekisov, A. (2021). Problems of achieving energy efficiency in residential low-rise housing construction within the framework of the resource-saving technologies use. *E3S Web of Conferences*, 281. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128106004>
- Y, I. M. A., Husnayain, F., Sudiarto, B., & Utomo, A. R. (2023). Analisis Perbandingan Kinerja Lampu LED, CFL, dan Pijar Pada Sistem Penerangan Kantor. *Cyclotron Jurnal Teknik Elektro*, 6(1), 78-83. <https://doi.org/10.30651/cl.v6i1.17165>
- Moethia Faridha & M. Noor (2018). Analisis Penghitungan Pemakaian Energi Lampu LED pada Gedung D Institut Teknologi Padang Tipe 45 Selama Sebulan. *EEICT*, 1, 7.
- Sulasno (1993). Analisa Pemakaian Daya Lampu Led Pada Rumah Tipe 36. *Neliti*.
- Sulasno (1993). Analisis Efisiensi Konsumsi Daya Listrik dan Biaya Operasional Lampu TL- LED. *Journal of Management Information Systems and Technology Knowledge Innovation*
- A Muid Fabanyo (2020). Analisis Pemakaian Jenis Daya Lampu LED Terhadap Energi dan Efisiensi Biaya di Rumah Susun Sewa Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. *Dinamis*.
- Shen, X., Zhang, L., & Qiao, W. (2019). A Smart Dimming Method for Energy Efficiency in LED Lighting Systems. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 66(6), 4647-4657
- McKinsey & Company. (2020). *The Future of Lighting: LED and Beyond*. McKinsey Lighting Report
- Bott, A., Kauffman, D., & Powell, D. (2020). Environmental Impacts of LED Lighting: A Life-Cycle Assessment Approach. *Journal of Sustainable Lighting*, 4(2), 95-102.
- Chaudhary, N., Gupta, R., & Singh, V. (2022). Energy Efficiency through LED Lighting in Educational Institutions: A Cost-Benefit Analysis. *Journal of Building Energy Performance*, 12(3), 45-59.
- Bhattacharai, T.; Ebong, A.; Raja, M.Y.A. A Review of Light-Emitting Diodes and Ultraviolet Light-Emitting Diodes and Their Applications. *Photonics* 2024, 11, 491. <https://doi.org/10.3390/photonics11060491>