

Analisis Perbandingan Lampu LED dan Halogen pada AFL (Airfield Lighting System) Bandar Udara Rendani Manokwari

Analysis of LED and Halogen Lights Comparison at AFL (Airfield Lighting System) Rendani Manokwari Airport

Riyanto Fajrul Ramadhan¹, Pandung Sarungallo^{1*}, Rio O. Pramanegara¹

¹ Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Papua, Manokwari, Papua Barat 98314

riyantofajrul271297@gmail.com, p.sarungallo@unipa.ac.id, r.pramanegara@unipa.ac.id

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Diterima tgl bln thn
Direvisi tgl bln thn
Disetujui tgl bln thn

Key Words:

LED lights,
Halogen,
AFL,
Taxiway lights,
Rendani Airport

Kata Kunci:

Lampu LED,
Halogen,
AFL,
Lampu Taxiway,
Bandara Rendani.

ABSTRACT

The AFL (Airfield Lighting System) is a crucial part of the airport infrastructure that plays an important role in supporting aircraft operations. Using LED type lights allows for more efficient energy use and has a longer service life. Of course this would be an effective solution to dealing with energy waste. In this study this time will discuss the comparison of light intensity, and comparison efficiency of electric energy use of LED lamps with halogen lamps at Manokwari Rendani Airport, and Comparison of the cost of electricity consumer of LED light to halogen light at Manokwari rendani Airport. The power of the halogen lamps is 2.239.25 cd, while the light of the LED lamps with a reflection factor of 0.98 is 6.539.05 cd. This results in a threefold comparison between the alpha taxiway and the bravo taxiway. The use of halogen lights costs Rp. 3.557.429,28 per year, whereas the use of LED lights requires electricity costs of Rp 1.185.809,76 per year. You can see that the use of bravo taxiway lamps with LED type is more efficient in terms of energy consumption, light intensity and cost effectiveness compared to alpha taxiway lights with halogen type

ABSTRAK

Airfield Lighting System (AFL) adalah bagian krusial dari infrastruktur bandara yang memegang peran penting dalam mendukung operasi pesawat udara. Menggunakan jenis Lampu LED memungkinkan penggunaan energi yang lebih efisien dan memiliki umur pemakaian yang lebih panjang. Tentunya hal ini akan menjadi solusi efektif untuk menangani pemborosan energi. Pada penelitian kali ini akan membahas perbandingan intensitas cahaya, dan perbandingan efisiensi penggunaan energi listrik lampu LED dengan lampu halogen di Bandar Udara Rendani Manokwari, dan perbandingan biaya pengguna energi listrik lampu LED dengan lampu halogen di Bandara Rendani Manokwari. Kuat cahaya yang dihasilkan pada lampu halogen sebesar 2.239,25 cd, sedangkan kuat cahaya pada lampu LED dengan faktor refleksi 0,98 yaitu sebesar 6.539,05 cd. Sehingga menghasilkan perbandingan 3 kali lipat antara *taxiway alpha* dan *taxiway bravo*. Penggunaan lampu halogen membutuhkan biaya listrik sebesar Rp. 3.557.429,28 per tahun, sedangkan penggunaan lampu LED membutuhkan biaya listrik sebesar Rp 1.185.809,76 per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan lampu taxiway bravo dengan jenis LED lebih efisien dari segi penggunaan energi, intensitas cahaya dan biaya dibanding lampu *taxiway alpha* dengan jenis Halogen.

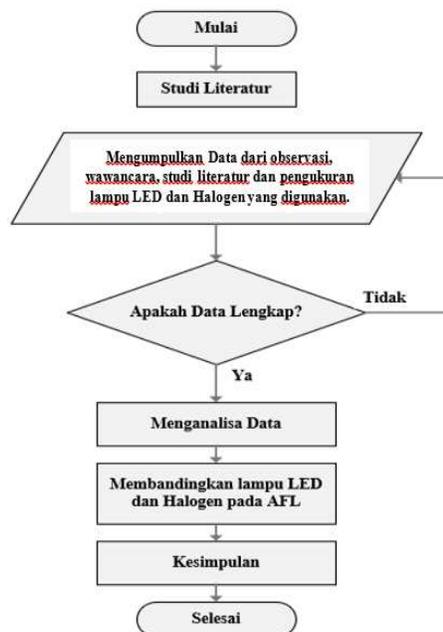
Koresponden:

Pandung Sarungallo
Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Papua
Jl. Gunung Salju Amban Manokwari Papua Barat Kode Pos 98314
Email: p.sarungallo@unipa.ac.id

1. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan teknologi semakin pesat, diantaranya adalah dalam bidang teknologi kelistrikan yang pengaruhnya cukup besar dalam dunia industri penerbangan khususnya Bandar Udara Rendani. Pemanfaatan teknologi kelistrikan di Bandara Rendani salah satunya pada pelayanan pesawat, berguna memandu melakukan take off dan landing. Salah satu peralatan yang terdapat pada pelayanan pesawat yaitu *Airfield Lighting System* (AFL) yang digunakan membantu pesawat menuju landas pacu maupun ke tempat parkir dengan menggunakan lampu. AFL adalah bagian krusial dari infrastruktur bandara yang memegang peran penting dalam mendukung operasi pesawat udara saat lepas landas, mendarat, dan melakukan taxi dengan efisiensi dan keamanan, mengacu pada pedoman yang tercantum dalam ANNEX 14 (Aerodrome) [1]. Salah satu pemanfaatan teknologi kelistrikan di dunia penerbangan untuk memandu pesawat adalah menciptakan lampu penerangan yang hemat energi dalam rangka penghematan penggunaan energi listrik. Adapun beberapa hal yang mempengaruhi efisiensi dan kualitas lampu yaitu daya lampu, spesifikasi lampu, intensitas cahaya, dan besaran listrik lampu. Salah satu cara efektif untuk mengatasi masalah ini adalah dengan cara mengganti penggunaan jenis lampu yang digunakan, seperti penggunaan lampu Halogen pada yang secara umum dulunya banyak digunakan di bandara menjadi lampu *Light Emitting Diode* (LED) [2]. Selain untuk penghematan energi, menggunakan jenis Lampu LED memungkinkan penggunaan energi yang lebih efisien dan memiliki umur pemakaian yang lebih panjang. Tentunya hal ini akan menjadi solusi efektif untuk menangani pemborosan energi dan berdampak kepada pengurangan pembayaran tagihan listrik bulanan atau bahkan tahunan pada bandar udara [3]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan perbandingan intensitas cahaya lampu LED dengan halogen pada AFL, perbandingan efisiensi pengguna energi listrik lampu LED dengan lampu halogen, dan perbandingan biaya pengguna energi listrik lampu LED dengan lampu halogen pada Bandar Udara Rendani Manokwari. Penelitian ini menggunakan metode *mixed methods* merupakan metode gabungan kualitatif dan kuantitatif.

2. METODE

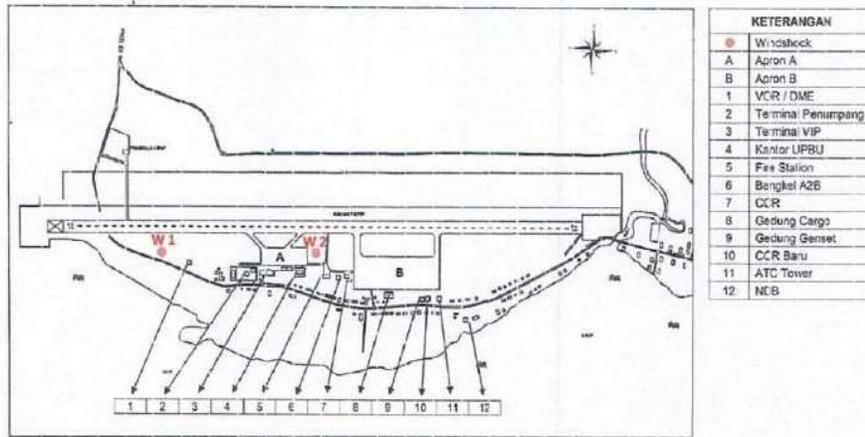


Gambar1. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam melakukan penelitian analisis perbandingan lampu LED dan Halogen pada AFL Bandar Udara Rendani Manokwari dapat dilihat pada Gambar 1.

A. Data Taxiway Paralel

Taxiway light yaitu lampu yang dipasang pada tepi kiri dan kanan *Taxiway*, berfungsi untuk memandu penerbang dari landasan pacu ke tempat parkir pesawat dan atau dari tempat parkir pesawat. Dalam Peraturan Regulatori 21 Tahun 2023 Manual Of Standard CASR 139 Volume 1 Aerodrome menyebutkan bahwa standar intensitas sinar utama lampu *taxiway* yaitu 100 cd atau lebih besar. Dalam penelitian ini, mengambil data pada salah satu lampu *taxiway* paralel yaitu *taxiway alpha* dan *taxiway bravo* dengan panjang tiap sirkuitnya yaitu 150 meter dengan lebar 23 meter. Gambar *taxiway alpha* dan *bravo* pada Bandar Udara Rendani Manokwari dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar2. *Taxiway Alpha* dan *Bravo*

B. Data Lampu Taxiway Alpha dan Bravo

Pada penelitian ini, terdapat dua lampu yang digunakan, yaitu lampu Halogen pada *taxiway alpha* sedangkan lampu LED di *taxiway bravo* yang akan menjadi perbandingan pada pembahasan. Uraian data lampu Halogen pada *taxiway alpha* dan lampu LED pada *taxiway bravo* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Lampu Halogen dan LED pada *Taxiway Alpha* dan *Bravo*

Halogen		
1	Merk	Honney well
2	Tipe	<i>elevated/omnidirectional</i>
3	Rating	45watt/6,6ampere
4	Jumlah	20 unit/lokasi taxi A
5	Warna	<i>Blue</i>
6	Trafo seri	45watt/6,6A
7	Diameter kaca lensa	-
8	<i>Factor</i> refleksi	-
LED		
1	Merk	ERNI
2	Tipe	<i>elevated/LED/omnidirectional</i>
3	Rating	15watt/6,6ampere
4	Jumlah	20unit/lokasi taxi B
5	Warna	<i>Blue</i>
6	Trafo seri	15watt/6,6A
7	Diameter kaca lensa	10 cm
8	<i>Factor</i> refleksi	0,95– 0,98

C. Pengukuran dan Perhitungan Data

Pengukuran dan perhitungan data pengukuran intensitas cahaya menggunakan Lux Meter. Lux meter adalah perangkat pengukur yang digunakan untuk menentukan tingkat kecerahan dari suatu lampu atau mengukur tingkat pencahayaan dari sebuah sumber cahaya [4]. Dengan menggunakan format digital untuk menampilkan nilai intensitas cahaya, hasil pengukuran dari lux meter mempermudah pembacaan nilai yang tercatat. Alat ini umumnya dipakai untuk menilai pencahayaan di suatu lokasi atau area kerja [5]

Sistem pencahayaan pada *Taxiway* harus memenuhi persyaratan dan standar yang telah ditetapkan, baik itu peraturan nasional ataupun peraturan internasional [6]. Intensitas cahaya pada fasilitas AFL merupakan salah satu yang harus dipenuhi persyaratannya [7]. Intensitas cahaya dapat dihitung dengan Persamaan 1 [8]

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (1)$$

Dimana I adalah kuat cahaya (cd), Φ adalah jumlah cahaya total yang dipancarkan oleh sebuah sumber cahaya dalam satu detik (lumen), jumlah cahaya total dari suatu lampu adalah daya lampu (watt) dikali flux secara spesifik (lumen/watt) [9], flux secara spesifik untuk sebuah lampu adalah ± 625 lumen/watt, ω adalah sudut ruang dalam steradian (sr) yang pada perhitungan kali ini menggunakan sudut 4π [10]. Agar menghasilkan kuat cahaya yang besar maka dapat ditambahkan *reflector* atau kaca lensa. Dengan bantuan *reflector* atau kaca lensa, dimisalkan daya pantul *reflector* adalah (ρ), maka besar intensitas lampu dapat dilihat pada Persamaan 2 [11].

$$I = \rho \cdot A \cdot L \text{ (Cd)} \quad (2)$$

Dimana ρ adalah Faktor Refleksi [Lm] dalam hal ini memiliki nilai 0,95 – 0,98, A adalah Permukaan Efektif Kaca Lensa (cm^2), L adalah Luminasi (Cd/cm^2).

Audit Energi adalah metode yang digunakan untuk menentukan jumlah energi yang digunakan oleh bangunan dan untuk mengidentifikasi cara untuk mengurangi konsumsinya [12]. Audit energi memberikan manfaat yang beragam, seperti meningkatkan pemahaman tentang efisiensi energi, mengidentifikasi biaya energi yang digunakan, menemukan dan mengurangi pemborosan energi, memperbaiki prosedur, peralatan, dan sistem untuk menghemat energi, menjaga sumber daya energi yang tidak dapat diperbarui, serta membantu melindungi lingkungan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca dan biaya operasional. Tujuan audit energi adalah untuk memilih cara terbaik dalam mengurangi penggunaan energi per unit output atau produk, sambil mengurangi biaya operasional dan produksi di industri [13]. Untuk menghitung jumlah jam penggunaan taxiway alpha dan bravo dapat menggunakan Persamaan 3 [14].

$$W = \frac{\sum t \cdot (P) \sum lampu}{10000} \quad (3)$$

Dimana:

- P : Daya listrik (watt)
- $\sum t$: total *landing* dan *take off* perhari (h)
- \sum lampu : total lampu yang digunakan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran

Pengukuran intensitas cahaya pada beberapa lampu pada taxiway alpha dan bravo tidak dilakukan pada siang hari, dikarenakan hasil pengukuran tidak sesuai dengan semestinya disebabkan terdapat sumber cahaya yaitu sumber cahaya matahari yang menyinari sumber cahaya lampu. Oleh karena itu dilakukan pengukuran di malam hari dengan beberapa lampu halogen pada *taxiway alpha* dan beberapa lampu pada *taxiway bravo*. Hasil pengukuran pada *taxiway alpha* dan *taxiway bravo* pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Lumen Pada Lampu Halogen dan LED

Jenis Lampu	Lumen				
	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
<i>Taxiway Alpha</i> (Halogen)	15	41	104	175	210
<i>Taxiway Bravo</i> (LED)	39	93	205	321	400

Dari tabel 2 di atas menunjukkan hasil pengukuran lumen pada lampu halogen dan LED. Dapat diketahui bahwa lumen LED di setiap step lebih besar dibandingkan dengan lampu halogen bahkan perbandingannya mencapai dua kali lipat antara lampu LED dengan halogen, sehingga cahaya yang dipancarkan lebih terang meskipun kapasitas watt pada LED lebih kecil, sebesar 15 Watt dibandingkan dengan lampu halogen dengan kapasitas 45 Watt.

B. Perhitungan Intensitas Cahaya Taxiway Alpha

Sebelum menghitung kuat cahaya pada lampu LED, diketahui bahwa spesifikasi lampu adalah daya 15 Watt, diameter kaca lensa 10 cm, faktor refleksi antara 0,95 hingga 0,98, serta luminansi sebesar 85 cd/cm² [15]. Berdasarkan data tersebut dan menggunakan Persamaan 2, diperoleh hasil kuat cahaya sebagai berikut:

1. Untuk faktor refleksi 0,95 sebesar 6.338,875 cd.
2. Untuk faktor refleksi 0,96 sebesar 6.405,6 cd.
3. Untuk faktor refleksi 0,97 sebesar 6.472,325 cd.
4. Untuk faktor refleksi 0,98 sebesar 6.539,05 cd.

Selanjutnya, dilakukan perbandingan kuat cahaya antara lampu halogen pada *taxiway alpha* dan lampu LED pada *taxiway bravo*. Lampu Halogen dengan daya 45 Watt menghasilkan kuat cahaya sebesar 2.239,25 cd, sedangkan lampu LED dengan daya 15 watt dan faktor refleksi 0,98 menghasilkan kuat cahaya sebesar 6.539,05 cd. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kuat cahaya pada *taxiway bravo* (lampu LED) lebih dari tiga kali lipat dibandingkan dengan *taxiway alpha* (lampu Halogen).

C. Perhitungan Penggunaan Energi

Dalam menghitung penggunaan energi listrik di sirkuit taxiway alfa dan taxiway bravo, diperlukan jadwal penerbangan di bandar udara Rendani Manokwari yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jadwal Penerbangan di Bandar Udara Rendani Manokwari

Jumlah Penerbangan yang <i>landing</i> perhari	11 unit
Waktu yang digunakan tiap <i>landing</i>	20 menit
Jumlah penerbangan yang <i>take off</i> perhari	12 unit
Waktu yang digunakan tiap <i>take off</i>	20 menit
Total waktu yang digunakan <i>landing</i> dan <i>take off</i>	460 menit (7,6 jam)

Perhitungan konsumsi daya lampu Halogen pada *taxiway alpha* dilakukan berdasarkan Persamaan 3. Jumlah lampu Halogen yang terpasang adalah sebanyak 20 unit. Setelah dilakukan perhitungan, konsumsi daya total lampu Halogen adalah sebesar 6.840 kWh per hari. Berdasarkan konsumsi daya tersebut, diperoleh konsumsi daya tahunan sebesar 2.462,4 kWh per tahun. Dengan tarif dasar listrik berdasarkan penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik untuk Januari–Maret 2024, Bandar Udara Rendani Manokwari termasuk dalam golongan tarif B2 sebesar Rp1.444,70/kWh. Maka, total pengeluaran untuk penggunaan lampu halogen selama satu tahun adalah sebesar Rp 3.557.429,28.

Sementara itu, pada *taxiway bravo* digunakan lampu LED sebanyak 20 unit. Setelah dilakukan perhitungan, konsumsi daya total lampu LED adalah sebesar 2.280 kWh per hari. Berdasarkan konsumsi tersebut, diperoleh konsumsi daya tahunan sebesar 820,8 kWh per tahun. Dengan tarif dasar listrik yang sama, biaya penggunaan lampu LED pada taxiway Bravo selama satu tahun adalah sebesar Rp1.185.809,76.

Dari beberapa pembahasan mengenai perbandingan lampu halogen pada *taxiway alpha* dan lampu LED pada *taxiway bravo* di bandar udara Rendani, baik secara teknis maupun keuangan dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Perbandingan antara Lampu Halogen dengan LED

Perbandingan	Jenis Lampu	
	Halogen (Taxiway Alpha)	LED (Taxiway Bravo)
Kapasitas Lampu (Watt)	45	15
Intensitas Cahaya (cd)	2.239,25	6.539,05
Energi Listrik pertahun (kWh)	6,840	2,280
Biaya Penggunaan Energi pertahun (Rp)	3.557.429,28	1.185.809,76
Harga lampu	Rp 5.000.000	Rp 7.000.000
Usia lampu	4.000-6.000 jam	56.000 jam
Waktu operasional (perhari)	7,6 jam	7,6 jam
Usia lampu	2,1 Tahun	20,1 Tahun

Berdasarkan dari data diatas maka dapat kita ketahui perbandingan ekonomis dan usia lampu Halogen dan LED adalah sebagai berikut :

Harga lampu LED terbilang lebih mahal di bandingkan dengan harga lampu Halogen tetapi untuk jangka waktu usia lampu jauh lebih lama lampu LED di bandingkan dengan lampu Halogen, serta jauh lebih hemat energi dan biaya hingga 20 tahun kedepan menggunakan lampu LED dibandingkan lampu Halogen. Penggunaan lampu *taxiway bravo* dengan jenis LED lebih efisien dari segi penggunaan energi, intensitas cahaya dan pengeluaran biaya dibanding lampu *taxiway alpha* dengan jenis halogen.

4. KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan kuat cahaya pada lampu halogen di *taxiway alpha* dan lampu LED di *taxiway bravo* Bandar Udara Rendani menunjukkan bahwa kuat cahaya yang dihasilkan oleh lampu Halogen berdaya 45 watt sebesar 2.239,25 cd, sedangkan lampu LED berdaya 15 watt dengan faktor refleksi 0,98 menghasilkan kuat cahaya sebesar 6.539,05 cd. Dengan demikian, kuat cahaya yang dihasilkan oleh lampu LED sekitar tiga kali lebih besar dibandingkan lampu Halogen.
2. Berdasarkan penghitungan konsumsi energi tahunan, lampu halogen pada *taxiway alpha* mengkonsumsi daya sebesar 2.462,4 kWh per tahun, sedangkan lampu LED pada *taxiway bravo* mengkonsumsi daya sebesar 820,8 kWh per tahun.
3. Perhitungan biaya tahunan menunjukkan bahwa penggunaan lampu halogen memerlukan biaya sebesar Rp3.557.429,28 per tahun, sedangkan penggunaan lampu LED memerlukan biaya sebesar Rp1.185.809,76 per tahun. Dengan demikian, penggunaan lampu LED lebih efisien secara biaya dibandingkan dengan lampu halogen.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan lampu LED pada *taxiway bravo* lebih unggul dari segi kuat cahaya, efisiensi energi, dan efisiensi biaya dibandingkan penggunaan lampu halogen pada *taxiway alpha*.

REFERENSI

- [1] H.Setiawanand C.Nafi,"Rancang Bangun Alat Monitoring Lampu Airfield Lighting (AFL) Double Runway Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 3, no. 2, pp.135-147,2021.
- [2] A.Pratama,T.andR.Soebiantoro,"Analisa pron flood light menggunakan Lampu LED Di Bandar Udara Adi Soemarmo–Solo,"*JurnalIlmiahAviasiLangit Biru*, vol.13,no.2,pp.69-78,2020.
- [3] M. C. Akbar and A. Saragi, "Analisa Peningkatan Efisiensi Daya Listrik Runway Edge Light Di Bandar Udara Minangkabau Dengan Lampu LED," *Airman: Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, vol. 5, no. 2, pp. 54-62, 2022.
- [4] A. Pramono, A. Aditya and A. Ningsih, "Analisis Intensitas Penerangan Pada Laboratorium Komputer Universitas Amikom Purwokerto," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 14, no. 1, pp. 151-162, 2023.
- [5] S.and S.F.D.Putri,"Analisis Intensitas Cahaya di Dalam Ruangan dengan Menggunakan Aplikasi Smart Luxmeter Berbasis Android," *Jurna lMateri dan Pembelajaran Fisika*,vol.12,no.2,pp.51- 55,

- 2022.
- [6] R.H.Tampubolon ,H.A.B.Lesnussaand A.Z.Patiran,"Analisa KelayakanTaxiway Light (Studi Kasus Bandara Rendani Manokwari)," *Journal Of Information Science And Technology*, vol. 11, no. 2, pp. 83-88, 2022.
 - [7] S. C. I. Cahyadi, W. Saputra, R. I. Sudjoko and F. Faizah, "Analisis Kontrol Dan Monitoring arus listrik CCR pada lampu PAPI di bandar udara Silangit," *JurnalKumparanFisika*, vol.6,no.2,pp.133-140,2023.
 - [8] Y.Daud,F.E.P.Surusaand S.Humena,"Analisis Intensitas Cahaya pada Gedung Central Medical Unit di Rumah Sakit Umum Daerah Prof.DR.H. Aloe Saboe Kota Gorontalo,"*Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 19-23, 2020.
 - [9] F. Husnayain, D. S. Himawan, A. R. Utomo, I. M. Ardita and B. Sudiarto, "Analisis Perbandingan Kinerja Lampu LED, CFL, dan Pijar pada Sistem Penerangan Kantor," *CYCLOTRON : Jurnal Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 78-83, 2023.
 - [10] G. A. A. Putra, . I. K. Wijaya and . I. W. A. Wijaya, "Analisis Perhitungan Ulang Lampu Penerangan Jalan Bypass Ngurah Rai,"*Jurnal SPEKTRUM*, vol. 7, no. 4, pp.124-131,2020.
 - [11] N.B.Y.A.Koedoes,H.T.Mokui,,S.N.JayaandA.N.Aliansyah,"Analisis Perbandingan Lampu Led Dengan Lampu Halogen Pada Air Field Lighting (Afl) Sebagai Upaya Efisiensi Penggunaan Energi Listrik di Bandar Udara Halu Oleo," *Resistor:Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik*, vol.1, no. 1, pp. 33-44, 2023.
 - [12] J.Untoro, H.Gusmediand N.Purwasih,"Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila," *ELECTRICIAN– Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 93-104, 2014.
 - [13] S. O. Ginting, I. B. G. Manuaba and A. A. G. M. Pemayun, "Audit Energi Untuk Pencapaian Penghematan Penggunaan Energi Listrik Di Pt. Graha Sarana Duta Ii Denpasar," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 9, no. 1, pp. 27-34, 2022.
 - [14] International Civil Aviation Organization (ICAO). (2005). *Aerodrome Design Manual Part 2: Taxiways, Aprons and Holding Bays* (Doc 9157, 3rd ed.). Montreal: ICAO.
 - [15] Illuminating Engineering Society. (2019). *Approved Method: Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products (IES LM-79-19)*. IES.
 - [16] I.W.Sutama,K.Hermawanand.I.W.Suriana,"Pengaruh Up Grade Transformator 160 kVA dan 100 kVA Menjadi 250 kVA/400V Terhadap Biaya Operasional Pemakaian Energi Listrik di Hotel Tonys Villa Resort and Spa," *Jurnal Ilmiah TELSINAS*, vol. 5, no. 1, pp. 10-22, 2022.
-