

Penggantian Halogen ke LED pada *Runway Edge Lights* Bandara Ahmad Yani Sebagai Efisiensi Energi Listrik

Andy Perdian Mukhtar^{1*}, Nurhedhi Desryanto²

^{1,2}Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Indonesia
Email : andyperdianmukhtar@gmail.com

Received :
01 Feb 2024

Revised :
01 Feb 2024

Accepted :
01 Feb 2024

ABSTRAK

Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani merupakan bandara yang terletak di wilayah Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang. Bandara ini memiliki terminal keberangkatan dan kedatangan yang memfasilitasi penerbangan domestik dan internasional. Bandara Internasional Ahmad Yani juga memiliki runway (13-31) dengan panjang 2.560 meter. Terdapat peralatan-peralatan airport lighting system berfungsi membantu dan melayani pesawat udara yang melakukan tinggal landas dan mendarat agar dapat beroperasi pada cuaca mendung, berawan dan malam hari di area runway, taxiway dan apron. Salah satu peralatan dari airport lighting system adalah lampu *runway edge lights*. Saat ini, lampu *runway edge lights* yang terpasang di Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani masih menggunakan lampu berjenis halogen, yang mana lampu berjenis halogen ini membutuhkan daya listrik yang cukup besar dan biaya listrik yang dikeluarkan pun tidak sedikit. Penggantian lampu *runway edge lights* berjenis halogen menjadi lampu *runway edge lights* berjenis *Light Emitting Diode* (LED) sebagai upaya efisiensi penggunaan energi listrik. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode komparatif untuk mengetahui perbandingan efisiensi penggunaan energi listrik antara kedua jenis lampu *runway edge light* LED dengan *runway edge light* halogen. Dari data perbandingan yang dilakukan dapat di simpulkan bahwa penggantian lampu *runway edge light* halogen ke lampu *runway edge lights* LED terbukti bisa meningkatkan efisiensi pemakaian daya listrik yang terpakai dalam jangka waktu yang lama. Dari data spesifikasi lampu jenis LED memiliki life time lebih lama yaitu 56.000 hours dibandingkan dengan lampu jenis halogen hanya 1000 hours sehingga penghematan juga lebih besar. Dari perhitungan daya dapat diketahui bahwa lampu *runway edge lights* berjenis LED memiliki daya yang lebih efisiensi dibandingkan dengan *runway edge lights* halogen. Jumlah daya *runway edge lights* halogen (2 circuit) adalah 21.480,58 watt sedangkan *runway edge lights* LED (2 circuit) turun hingga 56,2 % menjadi 9.400,58 watt.

Kata kunci: Perbandingan, Halogen, LED, Efisiensi

ABSTRACT

Jenderal Ahmad Yani International Airport is an airport located in the West Semarang District, Semarang City. This airport has departure and arrival terminals that facilitate domestic and international flights. Ahmad Yani International Airport also has a runway (13-31) with a length of 2,560 meters. There is airport lighting system equipment whose function is to assist and serve aircraft taking off and landing so that they can operate in cloudy, cloudy weather and at night in the

runway, taxiway and apron areas. One of the equipment in the airport lighting system is the runway edge lights. Currently, the runway edge lights installed at Jenderal Ahmad Yani International Airport still use halogen type lights, which require quite a large amount of electrical power and the electricity costs incurred are not small. Replacing halogen type runway edge lights with Light Emitting Diode (LED) runway edge lights as an effort to efficiently use electrical energy. In this study the author used a comparative method to determine the comparison of the efficiency of using electrical energy between the two types of LED runway edge lights and halogen runway edge lights. From the comparison data carried out, it can be concluded that replacing halogen runway edge lights with LED runway edge lights has been proven to increase the efficiency of electrical power usage over a long period of time. From the specification data, LED lamps have a longer life time, namely 56,000 hours compared to halogen lamps, which is only 1000 hours, so the savings are also greater. From power calculations, it can be seen that LED runway edge lights have more power efficiency than halogen runway edge lights. The total power of halogen runway edge lights (2 circuits) was 21,480.58 watts, while LED runway edge lights (2 circuits) decreased by 56.2% to 9,400.58 watts.

Keywords: Comparison, Halogen, LED, Efficiency

PENDAHULUAN

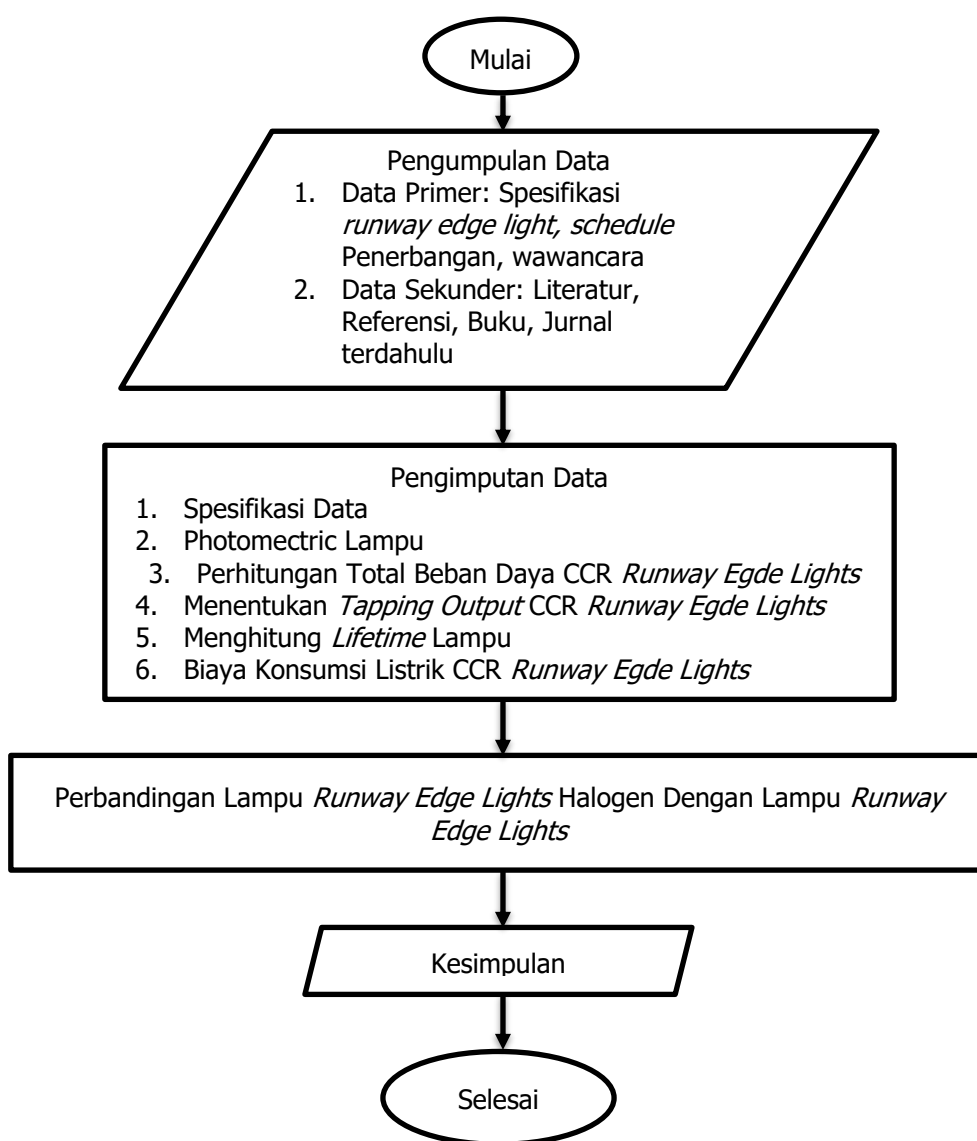
Bandar udara adalah suatu kawasan di darat dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang berfungsi sebagai tempat lepas landas dan mendarat pesawat udara, naik dan turun penumpang, bongkar muat barang, serta perpindahan angkutan internal dan multimoda, yang mempunyai sarana, prasarana keselamatan penerbangan. dan fasilitas pendukung lainnya. Salah satu fasilitas keamanan bandara adalah sistem penerangan bandara. Sistem penerangan bandar udara merupakan alat bantu pendaratan visual yang fungsinya memberikan bantuan dan pelayanan kepada pesawat pada saat lepas landas, mendarat dan taxiing, sehingga pesawat dapat bergerak dengan efisien dan aman. Peralatan-peralatan airport lighting system berfungsi membantu dan melayani pesawat udara yang melakukan tinggal landas dan mendarat agar dapat beroperasi pada cuaca mendung, berawan dan malam hari di area runway, taxiway dan apron [1]. Salah satu instrumen *Airport Lighting System* (ALS) adalah *runway edge light*, yaitu lampu yang mengeluarkan lampu yang memancarkan warna *Yellow-Clear* dan *Clear-Clear* yang dipasang pada tepi kiri dan kanan runway sebagai penanda batas kiri dan kanan dari landasan pacu [2]. Lampu tepi runway harus dipasang pada kedua sisi runway, pada dua garis lurus sejajar, dan berjarak sama dari garis tengah runway. Saat ini, lampu runway edge yang dipasang di Bandara Internasional Jenderal Ahmed Yani Semarang masih menggunakan lampu halogen sehingga membutuhkan daya yang cukup besar dan memerlukan tagihan listrik yang cukup besar.

Berdasarkan hal tersebut, penulis mencoba memberikan saran yaitu dengan melakukan penggantian lampu *Runway Edge Lights* berjenis halogen menjadi *Light Emitting Diode* (LED) sebagai upaya efisiensi penggunaan energi listrik [3]. Lampu LED ini juga merupakan lampu yang sangat hemat energi, ramah lingkungan dan dapat dijadikan investasi jangka panjang bagi Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang. Maka dari itu, penulis mengangkat laporan berjudul "Perencanaan Penggantian Halogen ke LED pada *Runway Edge Lights* di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang".

METODE

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode komperatif untuk mengetahui perbandingan efisiensi penggunaan energi listrik antara kedua jenis lampu *runway edge light* halogen dengan *runway edge light* LED [4]. Penelitian dimulai dengan melakukan observasi, kemudian melakukan wawancara serta studi literatur dengan meninjau penelitian-penelitian terdahulu. Lalu melakukan perbandingan spesifikasi lampu *runway edge light* halogen dan lampu *runway edge light* LED. Selanjutnya melakukan perhitungan daya total ccr serta *tapping output* ccr dari kedua lampu *runway edge light* halogen dan lampu *runway edge light* LED. Setelah dilakukan perhitungan daya serta tapping ccr maka dilakukan perhitungan biaya konsumsi listrik dari kedua lampu *runway edge light* halogen dan lampu *runway edge light* LED [5].

Berikut rancangan gambaran penelitian yang akan dilakukan untuk mengetahui perbandingan efisiensi penggunaan energi listrik antara kedua jenis lampu *runway edge light* halogen dengan *runway edge light* LED.



Gambar 1 Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan penelitian yang dilakukan dengan membandingkan antara merk lampu *runway edge light* halogen dengan *runway edge light* LED [6]. Berikut adalah data perbandingan antara kedua jenis lampu *runway edge light* halogen dengan *runway edge light* LED:

A. Spesifikasi Lampu

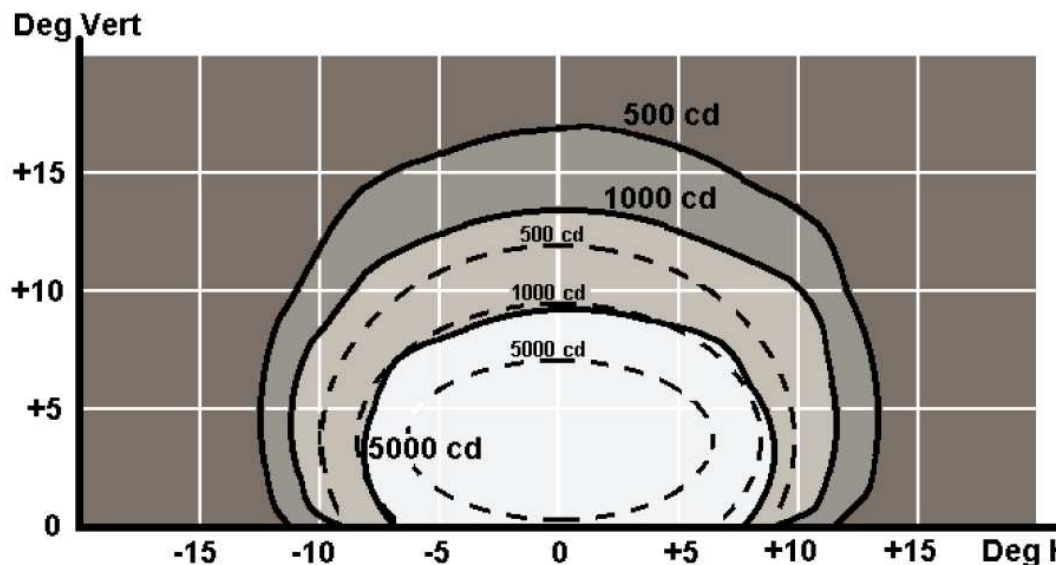
Tabel 1 Spesifikasi Lampu

Jenis Lampu	Halogen	LED
Daya Lampu	150 Watt	45 Watt
Lifetime	1000 Jam	56.000 Jam
Current Operates	2.8 A - 6.6 A	2.8 A - 6.6 A

B. Hasil *Photometric* Lampu

1. Lampu Halogen

Berikut adalah hasil *Photometric* dari ADB Safegate Runway Edge ICAO and FAA L-862 EL-EAH (1 x 150 Watts):



Gambar 2 Hasil *Photometric* Lampu Halogen

2. Lampu LED

Hasil *Photometric* dari ADB Safegate Reliance type L-862E(L) EREL 1 x 45 Watts) ditunjukkan pada gambar 3. Dari hasil *Photometric* dapat diketahui bahwa lampu *runway edge lights* berjenis Halogen dan LED memiliki Intensitas Cahaya yang sama [7].

C. Perhitungan Total Beban Daya CCR

Diketahui:

- Panjang kabel primer (l) = ± 6410 meter (*Goole Earth*)
- Panjang kabel sekunder (l) = 7 meter
- Arus yang mengalir (I) = 6,6 Ampere
- Resistansi tembaga (p) = $0,0176 \Omega/\text{mm}^2$
- Luas penampang (A) = $1 \times 6 \text{ mm}^2$ (kabel FL2XCY)
- Rugi daya kabel:

Penggantian Halogen ke LED pada *Runway Edge Lights* Bandara Ahmad Yani Sebagai Efisiensi Energi Listrik

Rugi daya kabel sekunder:

$$R_{sec} = 2 \times \rho \frac{l}{A} = 0,0176 \Omega/\text{mm}^2 \times \frac{7 \text{ m}}{6 \text{ mm}^2} = 0,373 \Omega$$

$$P_{losse \text{ sec}} = I^2 \times R = 6,6^2 \times 0,373 \Omega = 16,25 \text{ Watt}$$

P losses sekunder

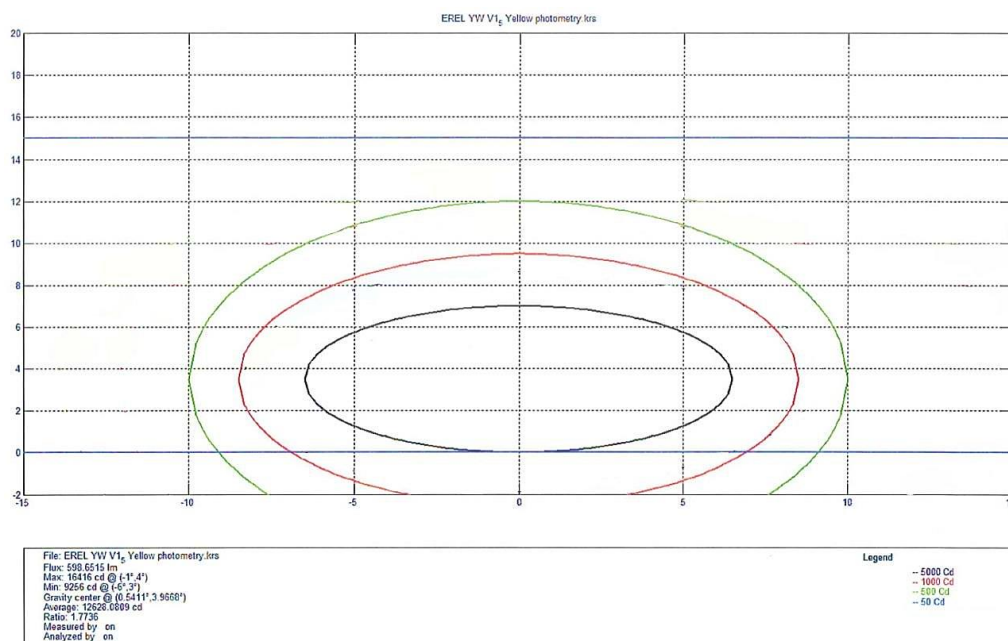
$$\text{Circuit 1} = \text{jumlah lampu} \times P_{losse \text{ sec}} = 68 \times 16,25 \text{ Watt} = 1105 \text{ Watt}$$

$$\text{Circuit 2} = \text{jumlah lampu} \times P_{losse \text{ sec}} = 62 \times 16,25 \text{ Watt} = 1007,5 \text{ Watt}$$

Rugi daya kabel primer:

$$R_{prim} = \rho \frac{l}{A} = 0,0176 \Omega/\text{mm}^2 \times \frac{6410 \text{ m}}{6 \text{ mm}^2} = 18,8026 \Omega$$

$$P_{losse \text{ prim}} = I^2 \times R = 6,6^2 \times 18,8026 = 819,04 \text{ Watt}$$



Gambar 3 Hasil Photometric Lampu LED

Total Daya beban CCR

1. Total Daya beban CCR *Runway Edge Lights* Halogen

Tabel 2 Daya Runway Egde Lights Halogen CCR Circuit 1

Nama Lampu	Jumlah lampu	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
<i>Runway Edge Lights Elevated</i>	38	150	5.700
<i>Runway Edge Lights Inset</i>	8	105	840
<i>Threshold Lights Elevated</i>	8	150	1.200
<i>Threshold & End Lights Elevated</i>	8	150	1.200
<i>Turning Area Lights</i>	6	45	270
Total daya + Rugi daya kabel sekunder + Rugi daya kabel primer (9.210 Watt + 1.105 Watt + 819,04 Watt)			11.134,04

Tabel 3 Daya Runway Egde Lights Halogen CCR Circuit 2

Nama Lampu	Jumlah Lampu	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
<i>Runway Edge Lights Elevated</i>	38	150	5.700
<i>Runway Edge Lights Inset</i>	8	105	840
<i>Threshold Lights Elevated</i>	4	150	600
<i>Threshold & End Lights Elevated</i>	8	150	1.200
<i>Turning Area Lights</i>	4	45	180
Total daya + Rugi daya kabel sekunder + Rugi daya kabel primer (8.520 Watt + 1.007,5 Watt + 819,04 Watt)			10.346,54

2. Total Daya beban CCR *Runway Edge Lights* LED

Tabel 4 Daya Runway Egde Lights LED CCR Circuit 1

Nama Lampu	Jumlah Lampu	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
<i>Runway Edge Lights Elevated</i>	38	45	1.710
<i>Runway Edge Lights Inset</i>	4	65	260
<i>Threshold Lights Elevated</i>	8	45	360
<i>Threshold & End Lights Elevated</i>	8	45	360
<i>Turning Area Lights</i>	6	45	270
Total daya + Rugi daya kabel sekunder + Rugi daya kabel primer (2.960 Watt + 1.105 Watt + 819,04 Watt)			4.884,04

Tabel 5 Daya Runway Egde Lights LED CCR Circuit 2

Nama Lampu	Jumlah Lampu	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
<i>Runway Edge Lights Elevated</i>	38	45	1.710
<i>Runway Edge Lights Inset</i>	4	65	260
<i>Threshold Lights Elevated</i>	4	45	180
<i>Threshold & End Lights Elevated</i>	8	45	360
<i>Turning Area Lights</i>	4	45	180
Total daya + Rugi daya kabel sekunder + Rugi daya kabel primer (2.690Watt + 1007,5 Watt + 819,04 Watt)			4.516,54

Dari perhitungan daya diatas dapat diketahui bahwa lampu *runway edge lights* berjenis LED memiliki daya yang lebih efisiensi dibandingkan dengan *runway edge lights* halogen. Jumlah daya *runway edge lights* halogen (2 *circuit*) adalah 21.480,58 watt sedangkan *runway edge lights* LED (2 *circuit*) turun hingga 56,2% menjadi 9.400,58 watt [8] [9].

D. Menentukan *Tapping Output* CCR

Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani menggunakan 2 CCR yang masing masing CCR berkapasitas 20 kVA. CCR yang digunakan yaitu ADB dengan type MCR-III. Berikut adalah *tapping output* CCR *runway edge lights* eksisting dan *tapping output* CCR *runway edge lights* menggunakan lampu LED:

Diketahui:

Power daya CCR = 0.95 (Data sheet ADB MCR-III)

Kapasitas CCR 1 = 20 kVA × 0.95 = 19.000 Watt

Kapasitas CCR 2 = 20 kVA × 0.95 = 19.000 Watt

Tabel 6 Tapping Output ADB MCR-III 20kVA

<i>Tapping Output</i>	19.000 Watt
2/8 (8-22%)	1.520 – 4.180 Watt
4/8 (22-46%)	4.180 – 8.740 Watt
6/8 (47-70%)	8.740 – 13.300 Watt
7/8 (71-81%)	13.300 – 15.390 Watt
8/8 (81-100%)	15.390 – 19.000 Watt

1. *Tapping Output CCR Runway Edge Lights* Halogen

- Total daya beban CCR *circuit* 1 = 11.134,04 Watt (Tabel 4. 4)
- 80 % dari rating daya = 11.134,04 Watt

$$\text{Rating daya} = \frac{11.134,04}{80\%} = 13.917,55 \text{ Watt}$$

$$\text{Tapping Output CCR circuit 1} = 7/8 (13.300 - 15.390 \text{ Watt})$$

- Total daya beban CCR *circuit* 2 = 10.346,54 Watt (Tabel 4. 4)
- 80 % dari rating daya = 10.346,54 Watt

$$\text{Rating daya} = \frac{10.346,54}{80\%} = 12.933,17 \text{ Watt}$$

$$\text{Tapping Output CCR circuit 2} = 6/8 (8.740 - 13.300 \text{ Watt})$$

2. *Tapping Output CCR Runway Edge Lights* LED

- Total daya beban CCR *circuit* 1 = 4.884,04Watt (Tabel 4. 6)
- 80 % dari rating daya = 4.884,04Watt

$$\text{Rating daya} = \frac{4.884,04}{80\%} = 6.105,05 \text{ Watt}$$

$$\text{Tapping Output CCR circuit 1} = 4/8 (4.180 - 8.740 \text{ Watt})$$

- Total daya beban CCR *circuit* 2 = 4.516,54 Watt (Tabel 4. 7)
- 80 % dari rating daya = 4.516,54 Watt

$$\text{Rating daya} = \frac{4.516,54}{80\%} = 5.645,67 \text{ Watt}$$

$$\text{Tapping Output CCR circuit 2} = 4/8 (4.180 - 8.740 \text{ Watt})$$

E. *Lifetime* lampu

Untuk mengetahui *lifetime* lampu *runway egde light* di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang maka harus dilakukan perhitungan jumlah penerbangan per hari [8].

Tabel 7 Total Penerbangan Perhari

Jumlah penerbangan yang <i>landing/Take off</i> perhari	55 pergerakan pesawat perhari
Waktu yang digunakan tiap landing	5 menit
Total penggunaan lampu <i>runway edge light</i>	275 menit / 4,5 jam

1. Lampu *Runway Edge Lights* Halogen

Dengan *lifetime* 1000 jam berdasarkan *datasheet* dan jam operasi selama 4,5 jam per hari, maka:

$$= \frac{\text{lifetime}}{\text{jam operasi} \times 365 \text{ hari/tahun}}$$

$$= \frac{1.000 \text{ jam}}{4,5 \text{ jam/hari} \times 365 \text{ hari/tahun}}$$

$$= \frac{1000}{1642,5/\text{tahun}} = 6 \text{ bulan}$$

2. Lampu *Runway Edge Lights* LED

Dengan *lifetime* 56.000 jam berdasarkan *datasheet* dan jam operasi selama 4,5 jam per hari maka:

$$= \frac{\text{lifetime}}{\text{jam operasi} \times 365 \text{ hari/tahun}}$$

$$= \frac{56.000 \text{ jam}}{4,5 \text{ jam/hari} \times 365 \text{ hari/tahun}}$$

$$= \frac{56.000}{1642,5/\text{tahun}} = 34 \text{ tahun (jika perawatan dan pemasangannya sesuai SOP)}$$

Dari perhitungan yang telah diuraikan diatas dapat diketahui bahwa lampu *runway edge lights* berjenis LED memiliki *lifetime* lebih lama dibandingkan dengan *runway edge lights* halogen dengan penggunaan lampu *runway edge lights* 4,5 jam per hari.

F. Biaya konsumsi listrik lampu

Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad yani Semarang termasuk golongan B3 yang harga per kWh WBP-nya Rp 1.583 [10].

1. Lampu *Runway Edge Lights* Halogen

- Biaya konsumsi listrik per jam

Tabel 8 Biaya Konsumsi Listrik Eksisting Per jam

Nama	Daya (kw)	Harga per kWh	Jumlah
CCR 1 <i>Runway Edge Lights</i>	11,13404	Rp 1.583	Rp 17.625,2
CCR 2 <i>Runway Edge Lights</i>	10,34654	Rp 1.583	Rp 16.378,6
Total			Rp 34.003,8

- Biaya konsumsi listrik *Runway Edge Lights* Halogen per hari
= Rp 34.003,8 x 4,5 jam = Rp 153.017,1
- Biaya konsumsi listrik *Runway Edge Lights* Halogen per tahun
= Rp 153.017,1 x 365 hari = Rp 55.851.241,5

2. Lampu *Runway Edge Lights* LED

- Biaya konsumsi listrik per jam

Tabel 9 Biaya Konsumsi Listrik LED Per Jam

Nama	Daya (kw)	Harga per kWh	Jumlah
CCR 1 <i>Runway Edge Lights</i>	4,88404	Rp 1.583	Rp 7.731,4
CCR 2 <i>Runway Edge Lights</i>	4,51654	Rp 1.583	Rp 7.149,6
Total			Rp 14.881

- Biaya konsumsi listrik LED per hari
= Rp 14.881 x 4,5 jam = Rp 66.946,5
- Biaya konsumsi listrik LED per tahun
= Rp 66.946,5 x 365 hari = Rp 24.442.042,5

Dari perhitungan biaya diatas dapat kita ketahui perusahaan membayar biaya konsumsi listrik lampu *runway edge lights* per tahun. Penggunaan lampu *runway edge lights* LED lebih hemat 56,2% dibanding dengan lampu *runway edge lights* berjenis halogen. Penghematan sebesar Rp 31.409.199 pertahun.

G. Perencanaan Suku Cadang

1. Lampu *Runway Edge Lights* Halogen

Berdasarkan *lifetime* lampu *runway edge lights* berjenis halogen yaitu 6 bulan, maka perlu diadakan pengadaan suku cadang lampu *runway edge lights* eksisting sekitar dua kali per tahun. Dengan rician sebagai berikut:

Tabel 10 Rincian Pengadaan Suku Cadang Eksisting

Uraian	Vol.	Sat.	Harga per unit	Jumlah
Bulb Pk30d 150W / 6,6A	208	buah	Rp 450.000	Rp 93.600.000
Bulb Prefocus Cold Mirror 105W / 6,6A	32	buah	Rp 550.000	Rp 17.600.000
Total				Rp 111.200.000

2. Lampu *Runway Edge Lights* LED

Berdasarkan *lifetime* lampu *runway edge lights* berjenis LED yaitu 34 tahun, maka pada tahun ke-34 perlu pengadaan suku cadang LED. Pengadaan *sparepart* untuk *runway edge light* LED menjadi sebuah keharusan demi kelancaraan operasional Bandara

Internasional Ahmad Yani terutama untuk memfasilitasi dan memberi keselamatan bagi pilot dan penumpang demi keselamatan penerbangan. Maka diperlukan 2 buah lampu *runway edge light* LED untuk pengadaan *sparepart* di tahun pertama. Dengan rincian biaya:

Tabel 11 Rincian Pengadaan Suku Cadang LED

Uraian	Vol.	Sat.	Harga per unit	Jumlah
Lampu <i>Runway edge lights</i> LED	2	buah	Rp 22.750000	Rp 45.500.000
Total				Rp 45.500.000

H. Perhitungan *Return Of Investment*

1. Tahun ke-1

Investasi LED

= Biaya investasi + konsumsi listrik + pengadaan suku cadang

= Rp 3.269.120.000 + Rp 24.442.042,5 + Rp 45.500.000

= Rp 3.339.062.042,5

Lampu Eksisting

= Biaya suku cadang + Biaya konsumsi listrik

= Rp 111.200.000 + Rp 55.851.241,5

= Rp. 167.051.241,5

2. Tahun ke 10

Investasi LED

= Rp 3.339.062.042,5 + (Rp 24.442.042,5 x 9)

= Rp. 3.559.040.425

Lampu Eksisting

= Rp. 167.051.241,5 x 10

= 1.670.512.415

3. Tahun ke 20

Investasi LED

= Rp. 3.559.040.425+ (Rp 24.442.042,5 x 10)

= Rp. 3.803.460.850

Lampu Eksisting

= Rp. 1.670.512.415 + (Rp. 167.051.241,5 x 10)

= Rp. 3.901.229.020

4. Tahun ke 24

Investasi LED

= Rp. 3.803.460.850+ (Rp 24.442.042,5 x 4)

= Rp. 3.876.786.977,5

Lampu Eksisting

= Rp. 3.341.024.830+ (Rp. 167.051.241,5 x 4)

= Rp. 4.009.229.796

Berdasarkan perhitungan di atas, maka waktu yang dibutuhkan untuk kembali modal sekitar 24 tahun lamanya (perhitungan tanpa pendapatan bandara).

Tabel 4. 1 Perbandingan *Runway Edge Lights* LED Dan Halogen

Lampu <i>Runway Edge Lights</i>	LED	Halogen	Hasil
Daya	Hemat Daya	Boros daya	LED
<i>Lifetime</i>	Lebih lama	Lebih singkat	LED
Suku cadang pertahun	Lebih murah	Lebih mahal	LED
Biaya kWh Pertahun	Lebih murah	Lebih mahal	LED
Investasi	Lebih mahal	Lebih murah	Halogen

KESIMPULAN

Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang masih menggunakan lampu runway edge lights berjenis halogen. Dari data yang telah dihasilkan bahwa lampu runway edge light LED lebih baik dan efisien dibanding dengan lampu runway edge light halogen walaupun dari unsur biaya investasi lampu runway edge light LED lebih mahal pengadaan investasinya tetapi lebih baik dari unsur efisiensi daya, unsur manfaat dan biaya kWh maupun suku cadang pertahunnya. Biaya konsumsi listrik untuk lampu runway edge light LED lebih hemat dibandingkan jenis halogen sebesar Rp 31.409.199 pertahun. Dari perhitungan daya diatas dapat diketahui bahwa lampu runway edge lights berjenis LED memiliki daya yang lebih efisiensi dibandingkan dengan runway edge lights halogen. Jumlah daya runway edge lights halogen (2 circuit) adalah 21.480,58 watt sedangkan runway edge lights LED (2 circuit) turun hingga 56,2 % menjadi 9.400,58 watt. Berdasarkan perhitungan return of investment, waktu yang dibutuhkan untuk Kembali modal sekitar 24 tahun lamanya (perhitungan tanpa pendapatan bandara). Perusahaan PT. Angkasa Pura I cabang Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang harus segera mengganti lampu *runway edge lights* halogen dengan lampu *runway edge lights* LED di runway 2 karena dari hasil analisa data yang telah diteliti menyimpulkan bahwa lampu runway edge LED lebih efisiensi dibanding dengan lampu runway edge Halogen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Instansi Politeknik Penerbangan Indonesia Curug yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. I. Salsabila, "Optimalisasi Fasilitas Airfield Lighting System Sebagai Penunjang Pelayanan Navigasi Dan Keselamatan Penerbangan Di Bandar Udara Tambolaka," *Semin. Nas. Inov. Teknol. Penerbangan*, pp. 1–9, 2020.
- [2] Direktur Jenderal Perhubungan Udara, *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 21 Tahun 2023 tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual of Standard CASR part 139) Volume 1 Aerodrome Daratan CASR_139_Volume_I_Aerodrome*. 2023.
- [3] A. Triyanto and Y. Primadiyono, "Pengembangan Lampu LED Alternatif sebagai Efisiensi Daya," *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 86–87, 2015.
- [4] F. Husnayain, D. Syachreza Himawan, A. R. Utomo, I. M. Ardita, and B. Sudiarto, "Tampilan Analisis Perbandingan Kinerja Lampu LED, CFL, dan Pijar Pada Sistem Penerangan Kantor", Accessed: Feb. 05, 2024. [Online]. Available: <https://journal.um-surabaya.ac.id/cyclotron/article/view/17165/6175>
- [5] R. Pratama, "Cost Benefit Analysis (Cba) Perbandingan Biaya Dan Manfaat Pengoperasian Lampu Runway Edge Light Led Runway 3 Dengan Lampu Runway Edge Light Halogen Runway 2 Wilayah Runway Utara Di Bandara Internasional Soekarno-Hatta," *CAKRAWALA – Repos. IMWI*, vol. 6, no. 2, pp. 1238–1246, 2023.
- [6] S. Palaloi, E. Nurdiana, and A. Wibowo, "Pengujian Dan Analisis Kinerja Lampu TL Led Untuk Pencahayaan Umum," *J. Stand.*, vol. 20, no. 1, p. 77, 2018, doi: 10.31153/js.v20i1.680.
- [7] ADB SAFEGATE, *Reliance EReL/ERES User Manual*, vol. US Version, no. 3.9. 2022.
- [8] N. Nurliana, B. Bunyamin, Y. A. Koedoes, H. T. Mokui, S. N. Jaya, and A. 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," *Resist. J.*

- Pendidik. Vokasional Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–44, 2023.
- [9] I. W. Yasa and I. W. Suriana, "Analisis Konsumsi Energi Untuk Efisiensi Kelistrikan Pada Penggunaan Sistem Tata Cahaya Apron Flood Light Bandar Udara," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 54–61, 2021.
- [10] A. Saragi and M. Caesar Akbar, "Analisa Peningkatan Efisiensi Daya Listrik Runway Edge Light Di Bandar Udara Minangkabau Dengan Lampu LED," *Airman J. Tek. dan Keselam. Transp.*, vol. 5, no. 2, pp. 54–62, 2022, doi: 10.46509/ajtk.v5i2.230.