

**PERENCANAAN PENCAHAYAAN MENGGUNAKAN LAMPU LED
PADA TAXI WAY BANDARA INTERNASIONAL SULTAN
HASANUDDIN MAKASSAR**

SKRIPSI

SALMAN

105821104216



**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR 2023**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : <https://teknik.unismuh.ac.id>, Email : teknik@unismuh.co.id



**Kampus
Merdeka**
INDONESIA RAYA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : PERENCANAAN PENCAHAYAAN MENGGUNAKAN LAMPU LED
PADA TAXI WAY BANDARA INTERNASIONAL SULTAN
HASANUDDIN MAKASSAR

Nama : SALMAN

Stambuk : 105821104216

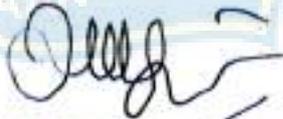
Makassar, 30 Januari 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Umar Katu, ST.,MT


Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro




Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM

NEM : 1044 202



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama SALMAN dengan nomor induk Mahasiswa 105821104216 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0012/SK-Y/20201/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu, 30 Agustus 2023.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar,

15 Shafar 1445 H

31 Agustus 2023 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN., Eng

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T., M.T

b. Sekretaris : Ir. Suryani, ST., MT., IPM

3. Anggota : 1. Ir. Rahmania, S.T., M.T

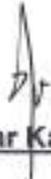
2. Dr. Ridwang, S.Kom., M.T

3. Dr. Ir. Hj. Hatsah Nirwana, M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Umar Katu, ST., MT


Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Dekan


Dr. Hj. Nuzulaty, S.T., M.T., IPM
NBM 795 108



ABSTRAK

Airfield Lighting System merupakan salah satu instrument keselamatan penerbangan standar yang harus ada pada setiap bandara yang beroperasi, salah satu perlatan *Airfield Lighting System* adalah *Taxiway*. *Taxiway* merupakan jalan yang menghubungkan antar Apron dan Landasan Pacu (*Runway*). *Taxiway* ditandai dengan lampu yg memancarkan cahaya berwarna biru yang disebut dengan *Taxiway Light*. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui perbandingan penggunaan *Taxiway Light* jenis Halogen dan LED. Yang menjadi pembanding antara lain: Energi yang digunakan, Intensitas cahaya, beban biaya energy listrik antara Halogen dengan LED dan biaya investasi penggantian lampu dari Halogen menjadi LED. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan lampu LED lebih hemat dan efisien dibandingkan dengan penggunaan lampu Halogen pada *Taxiway Light*.

KATA PENGANTAR



Bismillahirrahmanirrahim.

Assalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas karunia dan hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, ilmu dan rezeki sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul: **“Perencanaan Pencahayaan Menggunakan Lampu LED pada TAXI WAY”**. Laporan Tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Jurusan Teknik Elektro di Universitas Muhammadiyah Makassar.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis tetap membuka diri untuk menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak demi pengembangan ilmu pengetahuan dan perbaikan tulisan-tulisan selanjutnya. Penulis juga banyak mendapat hambatan dalam menyajikan materi, baik isi maupun pengurainya, namun karena perkenan-Nyalah serta bantuan dari berbagai pihak, akhirnya hambatan-hambatan itu dapat terselesaikan. Oleh karena itu dengan penuh rasa hormat dan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga segala bantuan yang penulis terima tersebut mendapat balasan dari Allah SWT. Semoga pula karya ini dapat diterima sebagai sumbangan pikiran penulis yang ada nilainya dan berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Wassalam

Makassar, Februari 2023

Penyusun,

SALMAN
NIM: 105821104216



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Telaah Penelitian.....	5
2.2 Cahaya.....	7
2.3 Teori Singkat Lampu Halogen dan LED	9
2.3.1 Lampu Halogen	9
2.3.2 Lampu LED.....	11
2.4 Konversi Energi	15
2.5 Break Even Point (BEP).....	19
2.6 Return of Investment (ROI)	23
2.7 Airfield Lighting System (ALS)	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	36
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	36
3.1.1 Tempat Penelitian	36
3.1.2 Waktu Penelitian	36
3.2 Alat dan Bahan	36
3.2.1 Alat	36
3.2.2 Bahan	37
3.3 Pelaksanaan Penelitian	37
3.4 Metode Pengumpulan Data	39
3.5 Variabel yang Diminati	40
3.6 Metode Analisis Data	40
BAB IV HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN.....	48
4.1 Hasil Penelitian.....	48
4.1.1 Data Pengukuran	48

4.1.2	Menghitung Energi Listrik	54
4.1.3	Rencana Anggaran Biaya.....	59
4.1.4	Pengukuran Iluminasi.....	62
BAB V PENUTUP.....		70
5.1	Kesimpulan	70
5.1	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandar Udara adalah kawasan di adaratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas-landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya.

Di Bandar Udara terdapat peralatan-peralatan *Airfield Lighting System* (AFL) yang digunakan sebagai alat bantu visual berfungsi membantu dan melayani pesawat udara yang melakukan pendaratan, lepas-landas dan melakukan pergerakan agar dapat beroperasi pada malam hari maupun pada siang hari saat cuaca buruk. Adapun fasilitas – fasilitas yang terdapat pada *Airfield Lighting System* (AFL) adalah sebagai berikut : *Runway Edge Light, Taxiway Edge Light, Threshold and Runway End Light, Approach Light, Sequence Flashing Light (SQFL), PAPI, Wind Direction Indicator, Runway Guard Light, Constant Current Regulator, Isolationg Transformator, dan UPS.*

Taxiway merupakan jalan penghubung antara apron dengan runway, hanggar, terminal atau fasilitas lain yang ada di Bandara. Untuk operasi malam hari, taxiway dilengkapi dengan lampu yang memancarkan cahaya berwarna biru. Dengan kondisi pandemic saat ini perusahaan dituntut untuk

melakukan langkah efisiensi terkait penggunaan energy dan lainnya. Penggunaan lampu Taxi Way yang masih menggunakan halogen saat ini yang tidak hemat energy dapat mengurangi langkah efisiensi yang dilakukan perusahaan. Belum lagi umur dari lampu halogen yang tergolong pendek. Terdapat teknologi terbaru dari lampu yang hemat energy yaitu lampu LED. Hal ini dimaksudkan untuk menambah efektifitas dan efisiensi kerja dari lampu taxiway. Maka dari itu penelitian ini berjudul “Analisis Penggantian Lampu Halogen menjadi LED pada Taxi Way Bandara Internasional Sultan Hasanuddin - Makassar”.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang diatas, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Pemakaian energy dari lampu halogen dan lampu LED
2. Biaya pemakaian energy dari lampu halogen dan lampu LED
3. Biaya investasi awal untuk mengganti dari lampu halogen ke lampu LED
4. Intensitas cahaya dari lampu halogen dan lampu LED

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dibuat suatu batasan masalah agar pembahasan yang akan dilakukan tidak meluas dari topik pembahasan. Pembatasan masalah tersebut sebagai berikut:

1. Jenis lampu yang digunakan untuk mengganti halogen adalah lampu LED

2. Penelitian hanya pada lampu penerangan taxiway di Bandar Udara Sultan Hasanuddin Makassar

1.4 Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang diatas, maka perumusan dari beberapa masalah yang dianggap penting untuk diteliti, yaitu:

1. Berapa biaya pemakaian energy dari penggunaan lampu halogen dan LED?
2. Berapa biaya investasi lampu di Taxi Way dari halogen menjadi LED?
3. Bagaimana intensitas cahaya dan energy dari lampu halogen dan LED?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbandingan biaya pemakaian energy listrik antara lampu halogen dengan lampu LED.
2. Untuk mengetahui biaya investasi penggantian dari lampu halogen ke lampu LED.
3. Untuk mengetahui perbandingan intensitas cahaya dan pemakaian daya listrik antara lampu halogen dengan LED.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan kepada institusi perusahaan tentang penerangan taxiway yang efisien dan pentingnya penghematan energy listrik.
2. Mengembangkan pengetahuan peneliti terhadap teknologi yang dapat digunakan untuk menghemat pemakaian energy listrik, khususnya dalam penerangan pada taxiway.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berbagai teori dan penelitian terdahulu merupakan hal yang sangat perlu dijadikan sebagai data pendukung dan sebagai bahan rujukan untuk melaksanakan pengembangan dan penelitian selanjutnya. Berikut adalah beberapa hasil penelitian terdahulu dan relevan yang menurut peneliti dapat dijadikan sebagai bahan rujukan mengenai permasalahan yang sedang dibahas dalam penelitian ini.

Risma Indrajaya, (2010), melakukan penelitian tentang “Perbandingan lampu TL, LED, dan Bohlam”. Metode yang digunakan adalah dengan membandingkan hasil pengukuran arus, tegangan, dan intensitas cahaya. Hasil penelitian diperoleh bahwa konsumsi daya listrik lampu LED lebih rendah sebesar 3,2 Watt, dibandingkan dengan lampu TL sebesar 8,6 Watt, dan Bohlam sebesar 10,75 Watt. Sedangkan untuk intensitas cahaya LED memiliki tingkat kecerahan yang lebih tinggi yakni sebesar 4,81 Lux dibandingkan dengan lampu TL sebesar 4,22 Lux dan Bohlam sebesar 0,67 Lux.

Arif Suwandi dan Feri Fardian, (2016), melakukan penelitian tentang “Analisa pemakaian lampu LED terhadap energi dan efisiensi biaya di PT. Total Bangun Persada TBK”. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan pengumpulan data dengan pengukuran pemakaian energi listrik sebelum (*Fluorescent*) dan sesudah menggunakan LED.

Hasil penelitian diperoleh bahwa nilai konsumsi energi LED lebih rendah dan memiliki nilai investasi yang bagus dengan nilai ROI yang mencapai 52,59%.

Muhammad Fauzan Arifa, (2019), melakukan penelitian tentang “Analisis Perbandingan Lampu CFL Dengan Lampu LED Sebagai Upaya Efisiensi Penggunaan Energi Listrik”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan data-data yang dimiliki oleh kedua jenis lampu tersebut dan berdasarkan perhitungan dengan menggunakan alat ukur dan perhitungan manual. Hasil penelitian diperoleh bahwa lampu jenis LED memiliki konsumsi daya listrik yang lebih rendah, serta memiliki intensitas cahaya yang lebih tinggi dari lampu jenis CFL

Dengan dilakukannya penelitian terhadap penggantian lampu taxiway dari lampu Halogen ke LED diharapkan dapat membantu perusahaan untuk melakukan perencanaan konservasi dan perhitungan efisiensi energi serta dapat menjadi bahan rujukan perusahaan untuk perencanaan investasi pada objek yang sama dimasa mendatang. Diamping itu juga dapat membantu peningkatan efisiensi kinerja dari teknisi listrik yang selama ini bertanggung jawab terhadap berjalannya operasional bandara.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Cahaya

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), cahaya adalah sinar atau terang yang berasal dari sesuatu yang bersinar seperti matahari, bulan, dan lampu.

Menurut ilmu fisika cahaya adalah energi yang berbentuk gelombang elektromagnetik kasat mata dan tidak kasat mata dengan panjang gelombang 380 nm hingga 780 nm. Cahaya memiliki sifat-sifat yang ditentukan oleh tiga faktor berikut:

1. Kuantitas cahaya

Kuantitas cahaya adalah banyaknya cahaya yang jatuh pada suatu permukaan yang menyebabkan terangnya permukaan tersebut dan sekitarnya.

2. Kualitas Cahaya

Kualitas cahaya adalah keadaan yang menyangkut warna, arah, dan difusi, cahaya, serta jenis dan tingkat kesilauan.

3. Kesilauan

Kesilauan adalah keadaan dimana intensitas cahaya yang berlebihan sehingga menyebabkan gangguan penglihatan.

Cahaya memiliki muatan didalamnya yang disebut *foton*. *Foton* tidak bermassa dan di dalam ruang vakum *foton* selalu bergerak dengan kecepatan cahaya. *Foton* memiliki baik sifat gelombang maupun partikel karena itu disebut memiliki sifat dualisme gelombang-partikel.

Interaksi dari *foton-foton* ini akan menghasilkan bentuk energi yang dikelompokkan sesuai dengan karakteristik energi tersebut. Dalam cahaya pembagian ini disebut dengan *spektrum*. *Spektrum* gelombang yang disajikan dengan panjang dan pembatasan gelombang disebut dengan frekuensi optis.

Terdapat 3 jenis bidang frekuensi yang mendasar pada *spektrum* frekuensi optis.

1. Cahaya Inframerah

Inframerah adalah radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang yang lebih panjang dari panjang gelombang cahaya tampak. Memiliki panjang gelombang antara 700 nm dan 1 mm sehingga tidak terlihat oleh retina mata akan tetapi dapat terdeteksi oleh sensor-sensor optis.

2. Cahaya Tampak

Cahaya tampak adalah radiasi elektromagnetik yang dapat diterima oleh retina mata. Memiliki panjang gelombang antara 380 nm hingga 750 nm. Setiap warna memiliki panjang gelombang yang berbeda. Ketika semua gelombang terlihat secara bersama-sama, itu akan tampak sebagai cahaya putih.

3. Cahaya Ultraungu

Cahaya Ultraungu adalah radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang yang lebih pendek dari panjang gelombang cahaya tampak. Memiliki panjang gelombang antara 100 nm dan 400 nm. Radiasi sinar ultraungu terbagi menjadi 3 bagian yakni UVA pada rentang 315-400 nm, UVB pada

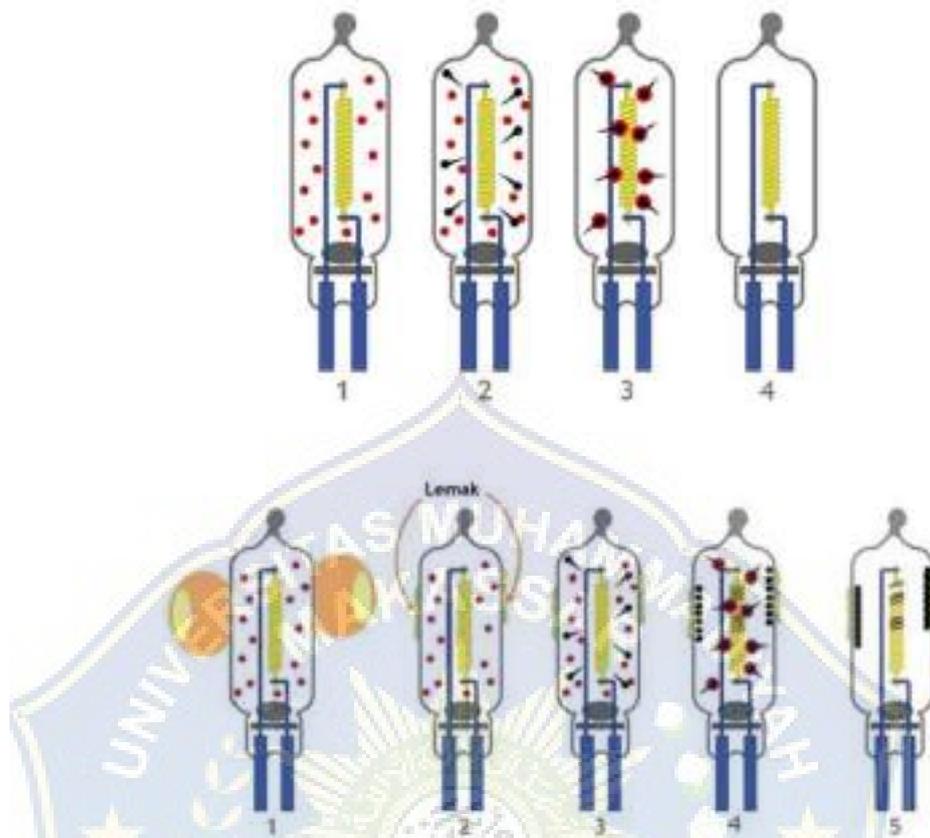
rentang 280-315 nm, dan UVC pada rentang 100-280 nm. Spektrum gelombang ini juga tidak dapat terlihat oleh retina mata akan tetapi dapat terdeteksi oleh sensor-sensor optis.

2.2.2 Teori Singkat Lampu Halogen dan Led

2.2.2.1 Lampu Halogen

Lampu halogen dikenal sebagai lampu halogen kuarsa dan halogen tungsten. Lampu halogen adalah bentuk lampu pijar konvensional yang disempurnakan. Memiliki filamen tungsten yang lebih kecil dengan daya yang sama dengan lampu pijar konvensional dan dibungkus dengan kaca kuarsa tipis tahan panas kemudian dimasukkan unsur halogen seperti iodin dan bromin.

Lampu halogen dapat mengoperasikan filamennya pada suhu yang lebih tinggi dari lampu pijar konvensional tanpa pengurangan umur. Lampu ini memberikan efisiensi yang lebih tinggi dari lampu pijar konvensional (10-30 lm/W). Hal ini dikarenakan proses siklus halogen yang regeneratif. Gas halogen membantu partikel tungsten yang menguap untuk mengendap kembali ke filamen dan mencegahnya menempel ke permukaan dalam kaca lampu. Hal tersebut dapat menunda kerusakan filamen dan memberikan masa pakai lampu yang lebih panjang. Akan tetapi syarat utama untuk terjadinya siklus halogen adalah suhu permukaan kaca lampu harus sangat panas, minimal suhu yang dibutuhkan sekitar 250°C hingga 900°C tergantung dari besaran watt lampu tersebut.



Gambar 2.1 Lampu Halogen

Usia pemakaian lampu halogen rata-rata adalah sekitar 2.000 jam. Akan tetapi masa pakai terkadang dibawah itu. Hal ini disebabkan kesalahan perlakuan. Seperti pada saat pemasangan, permukaan bohlam tersentuh oleh tangan maka sidik jari yang melekat di kaca meninggalkan lapisan lemak tipis. Inilah yang membuat suhu permukaan kaca tersebut lebih dingin dibanding lainnya sehingga terjadi ketimpangan suhu yang drastis sehingga membuat perbedaan koefisien suhu yang besar dan akhirnya membuat lampu putus atau bahkan bisa pecah.

2.2.3 LED

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor yang dapat memancarkan cahaya monokromatik (satu warna) ketika diberikan tegangan maju (*forward bias*). Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada panjang gelombang (*wavelength*) dan senyawa semikonduktor yang dipergunakannya.

Table 2.1 Senyawa semikonduktor Led dan panjang gelombang

Bahan Semikonduktor	Panjang Gelombang	Warna
Gallium Arsenide (GaAS)	850-940nm	Infra Merah
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	630-660nm	Merah
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	605-620nm	Jingga
Gallium Arsenide Phosphide Nitride (GaAsP;N)	585-595nm	Kuning
Aluminium Gallium Phosphide (AlGaP)	550-570nm	Hijau
Silicon Carbide (SiC)	430-505nm	Biru
Gallium Indium Ntride (GainN)	450nm	Putih

Untuk dapat menyalakan *Light Emitting Diode* (LED), masing-masing warna LED memerlukan tegangan maju (*Forward Bias*) yang berbeda. LED memiliki tegangan maju yang rendah sehingga memerlukan sebuah resistor atau menggunakan rangkaian elektronik untuk membatasi arus dan tegangan *input* agar tidak merusak LED.

Tabel 2.2 Tegangan maju pada LED

Warna	Tegangan Maju @20mA
Infra Merah	1,2v
Merah	1,8v
Jingga	2,0v
Kuning	2,2v
Hijau	3,5v
Biru	3,6v
Putih	4,0v

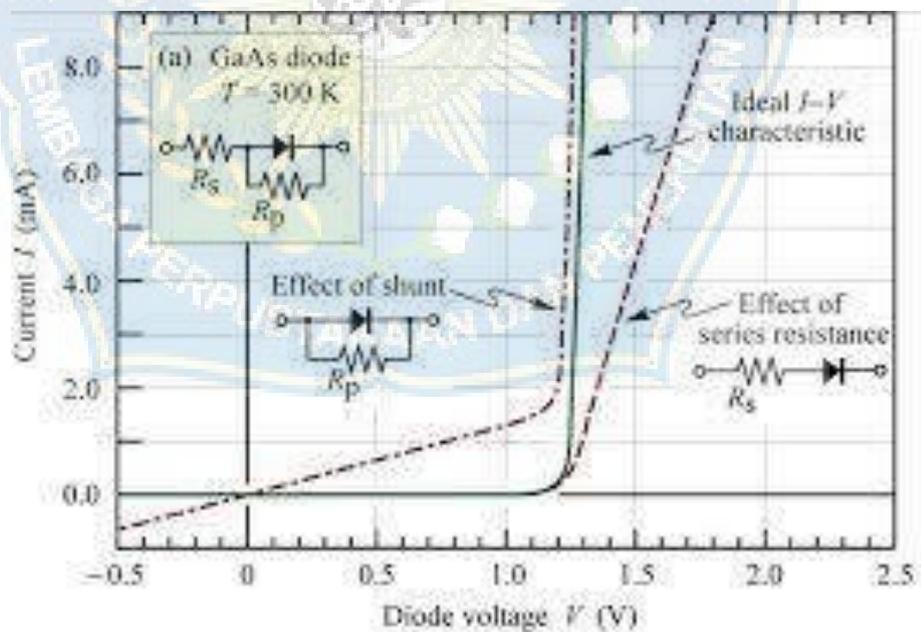
Light Emitting Diode (LED) adalah dioda *p-n junction* yang terbuat dari semikonduktor *direct bandgap*, sebagai contoh Gallium Arsenide (GaAs), dimana terjadi rekombinasi atau penggabungan *elektron-hole* sehingga menghasilkan emisi *foton*.

LED akan menghasilkan cahaya saat arus listrik melewati daerah deplesi antara semikonduktor tipe P (*anoda*) dan semikonduktor tipe N (*katoda*).

Daerah deplesi (*depletion region*) adalah daerah transisi adalah daerah yang sangat tipis dekat sambungan antara semikonduktor *tipe p* dan semikonduktor *tipe n*. Pada daerah terjadi pengosongan pembawa muatan mayoritas akibat terjadinya difusi ke sisi yang lain. Hilangnya pembawa muatan mayoritas di daerah ini meninggalkan lapisan muatan positif di daerah *tipe-n* dan lapisan muatan negatif di daerah *tipe-p*.

Saat *p-n junction* diberi *forward bias*, daerah deplesi akan menipis yang menurunkan tegangan barrier sehingga elektron berdifusi dari *tipe-n* ke *tipe-p* dan terjadi rekombinasi. Rekombinasi tersebut menghasilkan foton yang mengemisikan cahaya, sehingga LED menyala. Proses ini disebut juga proses *electroluminescence*. Saat *p-n junction* diberi reverse bias, daerah deplesi akan melebar yang meningkatkan tegangan *barrier* sehingga elektron tidak berpindah dan tidak terjadi rekombinasi. Hal tersebut menyebabkan LED tidak menghasilkan *foton* yang mengemisikan cahaya, sehingga LED tidak menyala.

Tegangan pada saat LED mulai memancarkan cahaya disebut tegangan *threshold*. Tegangan *threshold* dapat diperoleh melalui pengukuran kurva karakteristik arus-tegangan LED.



Gambar 2.2 Kurva karakteristik arus-tegangan LED

Hubungan tegangan (V) dan panjang gelombang (λ) diberikan oleh persamaan berikut:

$$eV = \frac{hc}{\lambda} \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan :

c : Kecepatan Cahaya (3×10^8 m/s)

h : Konstanta Planck ($6,626 \times 10^{-34}$ Js)

λ : Panjang Gelombang

Usia pakai LED saat ini berkisar 15.000 jam hingga 50.000 jam dan memiliki efisiensi listrik yang jauh lebih baik daripada lampu halogen lampu neon, beberapa chip LED bahkan mampu menghasilkan lebih dari 300 lumen per watt. LED hanya butuh energi sebesar 10% dari energi yang dibutuhkan lampu Halogen dan Neon.

Berbeda dengan Lampu Halogen dan Neon, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED (*Light Emitting Diode*) yang bentuknya kecil telah banyak diaplikasikan dalam berbagai produk teknologi penerangan.

2.2.4 Konservasi Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Energi dapat berpindah melalui interaksi fundamental, dapat berubah bentuk namun tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan.

Terdapat berbagai macam bentuk energi, bentuk energi yang umum diantaranya energi kinetik dari benda bergerak, energi radiasi dari

cahaya dan radiasi elektromagnetik, energi potensial yang tersimpan dalam sebuah benda karena posisinya seperti medan gravitasi, medan listrik atau medan magnet, dan energi panas yang terdiri dari energi potensial dan kinetik mikroskopik dari gerakan-gerakan partikel tak beraturan.

Secara garis besar sumber energi dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yakni sumber energi yang tidak dapat diperbaharui dan yang dapat diperbaharui. Sumber energi yang tidak dapat diperbaharui antara lain minyak bumi, gas alam, batubara, dan energi nuklir, sedangkan sumber energi yang dapat diperbaharui antara lain matahari, ombak, angin, dan air.

Selama 10 tahun terakhir, lebih dari 90% dari bauran energi akhir berasal dari bahan bakar fosil (minyak, gas, dan batubara). Persediaan bahan bakar fosil diperkirakan akan habis dalam waktu yang tidak terlalu lama lagi, bahkan minyak bumi diperkirakan akan habis pada 2030.

Jika dilihat dari Neraca Energi Nasional 2015 – 2019 Badan Pusat Statistik, konsumsi energi akhir pada tahun 2019 sebesar 5.355.006 terajoule, mengalami kenaikan sekitar 9,0% dibanding tahun 2018 dengan konsumen utama adalah sektor industri dan konstruksi sebesar 2.463.953 terajoule, atau sekitar 46,0% dari total konsumsi energi akhir. Konsumen terbesar kedua adalah sektor rumah tangga sebesar 1.550.322 terajoule (29,0%), diikuti oleh sektor transportasi sebesar 987.288 terajoule (18,4%) dan konsumen lainnya sebesar 334.005 terajoule (6,2%).

Konsumsi energi terbesar menurut jenis energi adalah BBM berkadar ringan seperti bensin, avtur dan minyak tanah (25,3%) diikuti oleh batubara (20,8%), listrik (17,4%), BBM berkadar berat seperti minyak solar, minyak diesel dan minyak bakar (15,0%), dan gas alam (9,3%).

Untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber-sumber energi fosil, upaya peningkatan konservasi energi menjadi faktor yang sangat penting untuk dilaksanakan.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 70 tahun 2009 tentang Konservasi Energi, konservasi energi didefinisikan sebagai upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya.

Upaya konservasi energi diterapkan pada seluruh tahap pemanfaatan, mulai dari pemanfaatan sumber daya energi sampai pada pemanfaatan terakhir, dengan menggunakan teknologi yang efisien, dan membudayakan pola hidup hemat energi.

Pada tahun 2016, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah mencanangkan gerakan hemat energi "Potong 10 %". Gerakan ini merupakan aksi bersama melibatkan pemerintah, pelaku bisnis/industri, organisasi masyarakat sipil dan individu untuk melakukan penghematan energi sebesar 10 %.

Pengurangan konsumsi energi harus dilakukan dengan cara-cara rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar

diperlukan atau tanpa mengurangi keselamatan, kenyamanan dan produktivitas.

Konservasi energi dan efisiensi energi merupakan dua hal yang berbeda meski keduanya adalah sama-sama upaya penghematan energi. Konservasi energi terkait dengan sikap atau perilaku (*behavior*) untuk memakai lebih sedikit energi namun tetap rasional. Mengingat yang ditekankan adalah perubahan perilaku, maka dalam konservasi energi dikenal istilah 3M yakni : Mematikan, Mencabut dan Mengatur. Beberapa tindakan yang dikategorikan sebagai konservasi energi antara lain mematikan peralatan elektronik saat sedang tidak digunakan, mencabut saklar agar peralatan elektronik tidak terus berada dalam posisi stand by, dan menggunakan panas buangan dari boiler untuk dijadikan energi listrik terbarukan. Konservasi energi dapat dilakukan mulai dari yang tanpa biaya hingga butuh biaya besar.

Tabel 2.3 Efisiensi dan Konservasi Energi

Efisiensi Energi	Konservasi Energi
Fokus pada peralatan atau mesin yang dipakai	Fokus pada perilaku manusia pengguna energy
Melibatkan pemakaian teknologi yang mengkonsumsi energy lebihsedikit untuk menghasilkan manfaat yang sama	Semua sikap, perilaku & tindakan yang menggunakan lebih sedikit energy secara rasional
Atau, menggunakan energy yang sama untuk menghasilkan manfaat yang lebih	Regardless of the level service
Umumnya memerlukan biaya atau investasi	Dapat dilakukan tanpa biaya

Efisiensi energi merupakan suatu tindakan pengurangan jumlah energi yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang sama atau lebih pada suatu proses konservasi energi. Proses efisiensi energi sangat menekankan pada penggunaan peralatan yang lebih hemat energi dibandingkan yang boros energi untuk menghasilkan manfaat yang sama atau bahkan lebih. Beberapa tindakan efisiensi energi yang umum dilakukan antara lain menggunakan kembali bahan yang telah digunakan (*re-use*), menggunakan lampu LED atau alat listrik hemat energi lainnya, dan mengganti peralatan atau mesin lama dengan mesin baru yang lebih efisien secara penggunaan energi.

Meskipun konservasi energi dan efisiensi energi berbeda dalam penerapannya, keduanya bisa dilaksanakan secara bersamaan dan terpadu seperti hemat listrik agar biaya listrik bisa ditekan.

Sebelum melakukan efisiensi atau konservasi energi, proses audit energi listrik perlu dilakukan terlebih dahulu. Audit energi listrik akan mendalami seberapa efisien penggunaan energi serta dapat menghasilkan kesimpulan bagian mana sajakah yang bisa dilakukan efisiensi energi atau konservasi energi. Sehingga, proses tersebut tidak akan mengurangi produktivitas meski lebih efisien secara penggunaan energi listrik.

2.2.5 Perencanaan Taxiway

Perencanaan teknis merupakan sebuah analisa yang sifatnya observatif, serta perhitungan rumus yang ada dengan menyesuaikan kriteria CASR 139 dan KP 326 Tahun 2019 yang berlaku. Analisa hal

teknis terhadap lampu taxiway dilakukan untuk mendapatkan sistem pengaman yang baik, aman, handal, tahan lama.

Lampu adalah suatu unit lengkap yang terdiri dari sumber cahaya, untuk membuatnya bekerja (hidup) dan akan menghabiskan energi selama lampu tersebut bekerja (hidup). Persamaan yang digunakan untuk mencari besaran energi yang dipakai lampu ditentukan pada Persamaan 2.2 :

$$E_{load} = P_{load} \times t \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

E_{load} = Energi yang dibutuhkan atau beban (Wh/Watt hour)

P_{load} = Daya beban atau lampu (Watt)

t = Lama pemakaian beban atau lampu dalam satu hari (hour)

Dalam penerangan dikenal beberapa istilah, lambang dan metode perhitungan tentang teknik penerangan. Besaran dan satuan yang dipakai dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Intensitas cahaya

$$I = \frac{\phi}{\omega} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

I = Intensitas cahaya dalam candela (cd)

ϕ = Fluks cahaya dalam lumen (lm)

ω = Sudut ruang (steradian)

Dimana besarnya fluks cahaya dalam lumen dapat dicari menggunakan

Persamaan 2.4 sebagai berikut :

$$\phi = K \times P \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

K = Efikasi cahaya rata-rata lampu dalam lumen/Watt

P = Daya listrik dalam Watt

Maka didapatkan Persamaan 2.5 :

$$I = \frac{K.P}{\omega} \dots\dots\dots(2.5)$$

Perhitungan daya listrik yang dibutuhkan

Perhitungan daya listrik dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.6 :

$$P = \text{daya lampu} \times \text{jumlah lampu} \dots\dots\dots(2.6)$$

2. Menghitung Iluminasi

Sebelum menghitung iluminasi, harus mencari jarak lampu menggunakan

Persamaan 2.7 sebagai berikut :

$$r = \sqrt{h^2 + l^2} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan : h = Tinggi tiang (meter)

l = Jarak titik lampu ke ujung jalan (meter)

sehingga nilai iluminasi pada titik ujung jalan dapat diperoleh

menggunakan Persamaan 2.8 :

$$E = \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r} \dots\dots\dots(2.8)$$

2.2.6 Airfield Lighting System (ALS)

Airfield Lighting System (ALS) merupakan salah satu instrumen keselamatan penerbangan standar yang wajib untuk dimiliki oleh setiap bandar udara yang beroperasi di Indonesia. *Airfield Lighting System* dijabarkan dalam Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, KP 2 Tahun 2013 tentang Kriteria Penempatan Peralatan dan Utilitas Bandar Udara dan KP 39 Tahun 2015 tentang Standar Teknis Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139.

Airfield Lighting System adalah alat bantu pendaratan visual yang berfungsi membantu dan melayani pesawat terbang selama proses lepas landas (*Take Off*), mendarat (*Landing*) dan melakukan pergerakan (*Taxiing*) secara efisien dan aman dari apron menuju ke landasan pacu (*Runway*) atau sebaliknya.

Setiap jenis lampu ALS memiliki fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan lokasi penempatan lampu. Jenis lampu ALS yang umumnya terpasang di bandar udara meliputi:

1. *Runway edge light*

Runway edge light yaitu rambu penerangan landasan pacu, terdiri dari lampu-lampu yang dipasang pada jarak 60 meter di tepi kiri dan kanan landasan pacu dan memancarkan cahaya amber dari awal landasan pacu dan cahaya kuning jika mendekati akhir/ujung landasan pacu untuk memberi tuntunan kepada penerbang pada saat melakukan pendaratan dan tinggal

landas pesawat terbang pada malam hari atau disiang hari pada saat cuaca buruk.

2. *Threshold Light*

Threshold Light yaitu rambu penerangan yang berfungsi sebagai penunjuk ambang batas landasan, dipasang pada batas ambang landasan pacu dengan jarak dan konfigurasi tertentu memancarkan cahaya hijau jika dilihat oleh penerbang pada arah pendaratan.

3. *Runway End Light*

Runway End Light yaitu rambu penerangan sebagai alat bantu untuk menunjukkan batas akhir/ujung landasan, dipasang pada batas ambang landasan pacu dengan memancarkan cahaya merah apabila dilihat oleh penerbang yang akan tinggal landas.

4. *Taxiway Light*

Taxiway Light yaitu rambu penerangan yang terdiri dari lampu-lampu yang memancarkan cahaya biru dan dipasang pada jarak tertentu di tepi kiri dan kanan *taxiway* untuk memandu pergerakan pesawat terbang dari Landasan Pacu (*Runway*) menuju Apron atau sebaliknya.

5. *Precision Approach Lighting Sysyem (PALS)*

Precision Approach Lighting Sysyem (PALS) yaitu rambu penerangan untuk pendekatan yang dipasang pada perpanjangan landasan pacu, memancarkan cahaya *amber* berfungsi sebagai petunjuk kepada penerbang tentang posisi, arah pendaratan dan jarak terhadap ambang landasan pada saat pendaratan.

6. *Precision Approach Path Indicator (PAPI)*

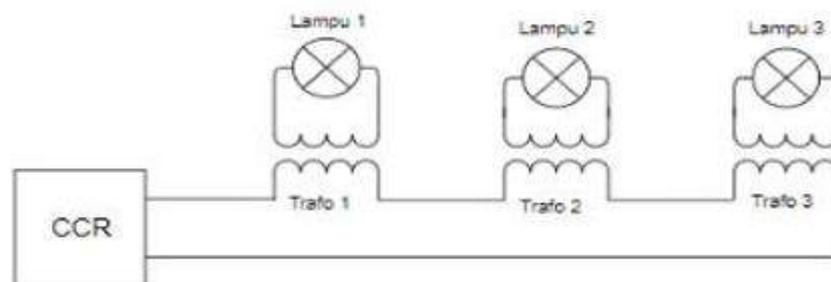
Precision Approach Path Indicator (PAPI) yaitu rambu penerangan yang memancarkan cahaya untuk memberi informasi kepada penerbangan mengenai sudut luncur yang benar, dan memandu penerbang melakukan pendekatan menuju titik pendaratan pada daerah touch down.

7. *Turning Area Light*

Turning Area Light yaitu rambu penerangan yang berada di ujung landasan pacu memancarkan cahaya biru untuk memberi tanda bahwa terdapat tempat pemutaran pesawat terbang.

Airfield Lighting System menggunakan jaringan khusus untuk lampu-lampu dengan sistem sirkuit seri dan menggunakan kabel khusus konduktor tunggal dengan tipe FL2XCY 1 x 6 sqmm/ 6 KV.

Rangkaian seri merupakan satu loop yang kontinyu dari awal ujung input dan berakhir kembali pada ujung input. Pada sirkuit seri arus yang mengalir dalam sirkit tetap sama meskipun jika terdapat kegagalan/kerusakan beberapa unit lampu. Karena seluruh lampu-lampu beroperasi pada besar arus yang sama, sehingga menghasilkan intensitas cahaya yang sama pula.



Gambar 2.3 Instalasi Kabel Series

Untuk dapat mengoperasikan satu loop sirkuit, *Airfield Lighting System* memiliki komponen utama yaitu:

1. *Constant Current Regulator*

Constant Current Regulator (CCR) adalah catu daya yang digunakan untuk memberikan supply daya peralatan *Airfield Lighting System* (ALS). *Constant Current Regulator* (CCR) dirancang khusus untuk menjaga dan mengatur agar arus yang dikirim ke beban tetap konstan sesuai dengan tingkatan intensitas cahaya yang diinginkan, pada umumnya *Constant Current Regulator* (CCR) terpasang di bandar udara memberikan 5 tingkatan (*Step*) kecerahan lampu dengan arus yang berbeda.

Constant Current Regulator (CCR) menggunakan sistem kerja magnetik *amplifier* yaitu pengaturan beban arus dengan menambah dan atau mengurangi kuat medan magnet pada lilitan trafo sekunder. Terdapat 2 jenis *Constant Current Regulator* (CCR) yang digunakan saat ini yakni *Ferroresonant Current Regulator* dan *thyristor current regulator*.

Ferroresonant Current Regulator prinsipnya menggunakan sebuah tangki transformator resonansi dimana transformator pengukuran arus pada keluaran (*output*) yang memonitor dan membandingkan arus output dengan harga referensi dan memberikan umpan balik ke controler dan tangki resonansi untuk memodulasi dan mengatur arus output yang konstan ke sirkuit seri sesuai dengan yang diharapkan.

Thyristor Current Regulator merupakan pengembangan terbaru dari peralatan *Constant Current Regulator (CCR)* saat ini. Prinsipnya adalah pengaturan transformator dengan menggunakan thyristor yang dipasang anti paralel dimana rangkaian elektronik pada keluarannya memonitor dan membandingkan arus keluaran (*output*) dengan harga referensi dan mengatur *trigger* dan *thyristor* agar dapat arus output yang sama dengan besaran referensi. *Thyristor* merupakan komponen semi konduktor yang dibuat dari jenis silikon dan komponen aktif elektronika yang dapat digunakan seperti halnya seperti pintu yaitu untuk menahan arus *Alternating Current (AC)* atau melewatkan arus *Alternating Current (AC)* menggunakan sumber input yang kecil.

Constant Current Regulator (CCR) dapat dioperasikan dengan dua metode yaitu pengoperasian secara local dan pengoperasian secara remote. Pengoperasian secara local adalah pengoperasian *Constant Current Regulator (CCR)* yang dilakukan secara langsung pada unit CCR dengan menekan tombol atau memutar saklar manual yang ada pada *User Interface*, sedangkan pengoperasian secara remote adalah pengoperasian *Constant Current Regulator (CCR)* dari jarak jauh melalui panel kontrol remote yang telah dirancang sesuai dengan bandar udara pengguna. Umumnya pengoperasian secara remote dilakukan oleh petugas *Air Traffic Control* atau bisa juga dilakukan oleh teknisi pemeliharaan di ruangan/gardu *Constant Current Regulator (CCR)*.

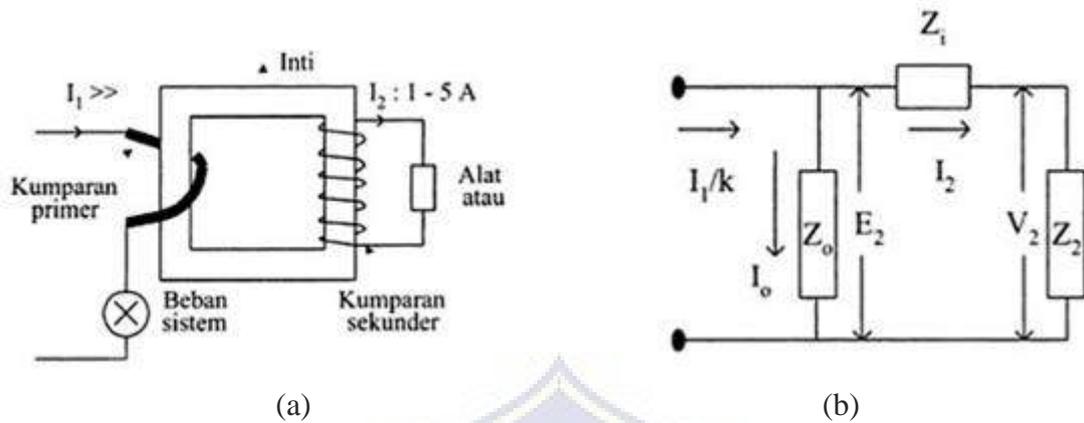
Constant Current Regulator (CCR) ditempatkan pada suatu ruangan yang khusus dan diberi pendingin yang cukup untuk menjaga kehandalan CCR, jarak antar Constant Current Regulator (CCR) minimal 0,3 meter dan jarak terhadap dinding minimal 1 meter.

2. *Isolation Transformer*

Isolation Transformer atau biasa disebut Trafo Series digunakan untuk mengkonversi/menurunkan tegangan pada sirkuit series agar sesuai dengan tegangan kerja lampu-lampu *Airfield Lighting System* (ALS) yang terpasang.

Isolation Transformer adalah trafo arus (*current transformer*). Pada umumnya trafo arus dibuat untuk tujuan pengukuran dan proteksi, akan tetapi pada *Airfield Lighting System* (ALS) digunakan sebagai catu daya lampu-lampu.

Trafo arus bekerja sebagai trafo yang terhubung singkat. Kumputan primer trafo arus di hubungkan seri dengan jaringan sedangkan kumputan sekunder di hubungkan dengan beban/lampu. Prinsip kerjanya sama dengan trafo daya satu fasa. Jadi jika pada kumputan primer mengalir arus sebesar I_1 , maka pada kumputan primer timbul gaya gerak magnet (GGM) sebesar $N_1 I_1$ dan memproduksi fluks pada inti. Fluks ini membangkitkan gaya gerak listrik (GGL) pada kumputan sekunder.



Gambar 2.4 (a). Konstruksi, (b). Rangkaian ekivalen trafo arus

Jika terminal kumparan sekunder tertutup atau berbeban, maka pada kumparan sekunder mengalir arus I_2 . Arus ini menimbulkan gaya gerak magnet (GGM) sebesar $N_2 I_2$ pada kumparan sekunder. Bila transformator tidak mempunyai rugi-rugi (trafo ideal) maka berlaku persamaan:

$$N_1 I_1 = N_2 I_2 \dots \dots \dots (2.9)$$

atau

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \dots \dots \dots (2.10)$$

dengan:

N_1 : Jumlah lilitan primer

N_2 : Jumlah lilitan sekunder

I_1 : Arus pada lilitan primer

I_2 : Arus pada lilitan sekunder

Tegangan pada terminal sekunder V_2 tergantung pada impedansi beban Z_2 yang terhubung pada terminal sekunder, dan dapat di tuliskan sebagai berikut :

$$V_2 = I_2 Z_2 \dots \dots \dots (2.11)$$

Jika tahanan dan reaktansi bocor kumparan trafo dinyatakan dalam impedansi internal Z_i , maka gaya gerak listrik pada kumparan sekunder harus lebih besar dari pada tegangan sekunder agar rugi-rugi tegangan pada impedansi Z_i dapat di kompensasi. Oleh karna itu, persamaan di bawah ini harus di penuhi :

$$E_2 - V_2 = E_2 - I_2 Z_2 = I_2 Z_1 \dots \dots \dots (2.12)$$

atau

$$E_2 = I_2 (Z_2 + Z_i) \dots \dots \dots (2.13)$$

Armatur (Lighting Fixture)

Armatur merupakan istilah untuk menyebut rumah lampu yang fungsinya untuk melindungi lampu serta peralatan pengendali alat-alat kelistrikannya, terutama saat lampu atau bohlam dinyalakan. Dengan demikian, mesin atau komponen-komponen listrik pada lampu bisa lebih terlindungi dari kemungkinan tersenggol, terkena air, atau berbenturan dengan komponen lain.

Armatur memiliki foto metrik yang dinyatakan dalam bentuk grafik yang digunakan untuk perhitungan penerangan, sehingga efek pencahayaan, sudut pencahayaan, luas jangkauan cahaya dan serta tingkat kecerahan dari lampu dapat dikendalikan.

Pemasangan armatur *Airfield Lighting System (ALS)* harus disesuaikan dengan jenis lampu, lokasi, efek lighting dan fungsi rambu yang sesuai dengan peraturan yang berlaku. Di bandar udara terdapat 2 jenis armatur yang digunakan yakni:

1. Elevated Armatur

Armatur jenis ini dipasang pada permukaan datar seperti aspal atau beton menjulang ke atas menggunakan dudukan berupa plastik atau besi.

2. Inset Armatur

Armatur jenis ini dipasang dalam sebuah lubang yang dibuat dengan konstruksi khusus, sehingga permukaan lampu rata dengan permukaan aspal atau beton dimana lampu tersebut terpasang.

2.2.6 Break Even Point (BEP)

BEP atau *break even point* adalah perhitungan keuangan dasar yang menunjukkan titik keseimbangan antara nilai modal/investasi yang dikeluarkan dengan nilai pendapatan yang diperoleh. Atau dengan kata lain *Break Even Point* adalah suatu kondisi perusahaan yang tidak mendapatkan keuntungan maupun mengalami kerugian dapat juga dikatakan biaya dan pendapatan seimbang.

Break Even Point berguna untuk melakukan analisis terhadap jumlah uang yang harus diterima atau total unit yang perlu diproduksi, agar mendapatkan pengembalian modal atau titik impas.

Dalam menyusun dan menganalisis *Break Even Point* terdapat elemen-elemen penyusun sebagai berikut.

1. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Biaya tetap adalah biaya perusahaan yang jumlah besarnya tidak ditentukan oleh volume kegiatan perusahaan, apakah itu terkait produksi maupun dalam penjualan, biaya tetap ini seperti gaji yang dikeluarkan perusahaan untuk karyawan, pembayaran bunga, biaya sewa, adanya depresiasi, dan biaya asuransi (*fixed cost*).

Biaya-biaya tersebut harus selalu dibayarkan oleh perusahaan ataupun pelaku bisnis walaupun tidak menghasilkan output barang dan/atau jasa apa pun.

Biaya tetap merupakan pengeluaran yang biasanya tidak terjadi setiap hari. Biaya tetap bisa dikeluarkan selama beberapa periode seperti per bulan, per tahun ataupun per beberapa tahun sekali.

Biaya tetap umumnya memiliki nominal yang jauh lebih tinggi. Bahkan jika perusahaan berada pada profitabilitas nol atau dalam arti lain tidak mendapatkan untung, nominal dari biaya tetap tidak akan berubah.

Meskipun memiliki nominal yang besar, biaya tetap sangat jarang digunakan sebagai dasar penentuan suatu harga barang dan atau jasa serta tidak berhubungan langsung dengan proses produksi barang.

2. Biaya Variabel (*Variable Cost*)

Biaya variabel adalah biaya yang selalu mengalami perubahan yang dikeluarkan perusahaan. Hal ini dikarenakan adanya perubahan pada jumlah produksi oleh perusahaan tersebut.

Prinsip dari biaya variabel ialah semakin besar jumlah produksi maka semakin besar pula biaya yang akan dikeluarkan oleh perusahaan tersebut. Hal ini juga berlaku sebaliknya, semakin kecil jumlah produksi, maka semakin kecil pula biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Perubahan pada nilai biaya variabel dipengaruhi oleh fluktuasi aktivitas perusahaan tersebut.

Biaya variabel merupakan biaya yang dikeluarkan dengan rentang waktu lebih pendek, bisa saja seminggu sekali ataupun tiap hari. Biaya variabel memiliki nominal jauh lebih rendah dan dapat disesuaikan dengan keadaan keuangan perusahaan.

Biaya variabel sangat terkait dengan proses produksi yang dikeluarkan oleh perusahaan dan menjadi salah satu dasar penentuan harga suatu barang dan/atau jasa.

3. Harga Pokok Penjualan (HPP)

Harga Pokok Penjualan atau HPP adalah jumlah pengeluaran dan beban yang dikeluarkan secara langsung maupun tidak langsung untuk menghasilkan produk atau jasa.

HPP adalah salah satu unsur biaya produksi perusahaan yang dapat memberi gambaran laba maupun rugi dengan cara perbandingan berbagai pengeluaran, misalnya biaya material, gaji, biaya marketing, dan sebagainya.

Nilai HPP juga digunakan sebagai penentu dan patokan berapa laba yang diinginkan oleh perusahaan. HPP akan memberitahukan perusahaan

berapa banyak keuntungan yang bisa didapat dan kemudian akan digunakan perusahaan untuk biaya operasional. Jika HPP terlalu besar, maka dapat disimpulkan bahwa pengeluaran untuk proses produksi terlalu besar.

Break Even Point juga memiliki manfaat yang bisa diterapkan untuk bisnis kecil maupun besar antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui Biaya Total Produksi

Saat melakukan perhitungan BEP, secara otomatis akan dihitung biaya produksi, mulai dari biaya tetap (*fixed cost*) sampai biaya variabel (*variable cost*).

2. Sebagai Dasar Perhitungan Laba

Dalam dunia bisnis, terdapat istilah margin profit, yaitu ukuran standar profit terhadap setiap buah produk. Jadi jika ingin menentukan margin profit, *break even point* adalah hal pertama yang perlu dihitung.

3. Estimasi Waktu Balik Modal

Pada kebanyakan bisnis rela merugi di awal pendirian, karena brand awareness produk belum terbangun. Untuk mengetahui sampai kapan kerugian tersebut terjadi, perusahaan harus mengetahui berapa banyak produk harus terjual sekaligus lama penjualannya. Tanpa BEP, estimasi jumlah produk terjual tidak akan bisa dihitung, sehingga durasi penjualan juga tidak dapat diperkirakan.

4. Analisa Profitabilitas Bisnis

Sebagai acuan untuk menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan investasi dan kegiatan produksi.

Dalam menghitung *Break Even Point* terdapat beberapa metode yang digunakan antara lain sebagai berikut.

1. Per Unit

$$BEP_{Per\ Unit} = \frac{Fixed\ Cost}{(Harga\ Per\ Unit - Variable\ Cost\ Per\ Unit)} \dots\dots\dots(2.14)$$

2. Per Penjualan

$$BEP_{Per\ Penjualan} = \frac{Fixed\ Cost}{1 - (Total\ Variable\ Cost - Harga\ Total)} \dots\dots\dots(2.15)$$

3. Per Biaya

$$BEP_{Per\ Biaya} = \frac{(Total\ Fixed\ Cost + Total\ Variable\ Cost)}{Total\ Jumlah\ Unit} \dots\dots\dots(2.16)$$

2.2.7 Return of Investment (ROI)

Return of Investment (ROI) adalah sebuah rasio yang menunjukkan hasil dari jumlah aktiva yang digunakan perusahaan atau suatu ukuran tentang efisiensi manajemen.

Para ahli menjelaskan bahwa ROI sangatlah penting. Aset yang dihitung baik yang sudah hilang atau masih ada perlu dicermati secara saksama. Hal tersebut merupakan bagian dari investasi. Seperti pengembalian aset, anggaran yang dihabiskan, dan modal awal yang digunakan.

ROI adalah ukuran kinerja yang digunakan untuk mengevaluasi efisiensi atau profitabilitas suatu investasi atau membandingkan efisiensi

sejumlah investasi yang berbeda. ROI mencoba mengukur secara langsung jumlah pengembalian investasi tertentu, relatif terhadap biaya investasi. ROI adalah metrik yang populer karena keserbagunaan dan kesederhanaannya.

Apabila perhitungannya bernilai positif maka pertanda baik. Kemudian, berkorelasi dengan tingkat pengembalian investasi yang dapat dikatakan memberikan laba. Semakin tinggi hasil perhitungan maka semakin baik untuk investasi.

Akan tetapi, apabila perhitungannya bernilai negatif, maka sebaiknya investasi tersebut dipertimbangkan ulang, karena akan menyebabkan kerugian dan hal ini dapat menimbulkan gangguan pada bisnis. Oleh karena itu, perhitungan ROI juga digunakan sebagai bahan evaluasi perusahaan. Ketika investor memahami dengan baik apa itu tingkat pengembalian investasi maka ia akan menghitung dengan tepat.

Apabila perusahaan mempunyai data-data industri sehingga dapat diperoleh rasio industri, maka dengan analisa ROI dapat dibandingkan efisiensi penggunaan modal perusahaan dengan perusahaan lain yang sejenis/kompetitor, sehingga dapat diketahui apakah perusahaan berada di bawah, sama, atau di atas rata-rata dengan perusahaan kompetitor. Dengan demikian akan dapat diketahui letak kelemahan dan kekuatan perusahaan dibandingkan dengan perusahaan lain yang sejenis. Analisa ROI juga dapat digunakan untuk mengukur efisiensi tindakan-tindakan yang

dilakukan oleh masing-masing divisi atau bagian, yaitu dengan mengalokasikan semua biaya dan modal ke dalam bagian yang tersebut.

Selain berguna untuk keperluan kontrol, ROI juga berguna untuk keperluan perencanaan perusahaan. Seperti digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan jika perusahaan akan mengadakan ekspansi/ perluasan.

Dalam melakukan perhitungan dan analisa ROI terdapat dua faktor yang mempengaruhi yakni:

1. *Turnover*

Turnover mengacu pada tingkat perputaran aktiva yang digunakan untuk kegiatan operasional dalam suatu periode tertentu yang biasa terjadi karena perputaran aktiva begitu cepat dan menjadi dasar jalannya bisnis dalam sebuah perusahaan.

2. *Profit Margin*

Profit Margin mengacu pada besarnya keuntungan operasi yang dinyatakan dalam bentuk persentase dan jumlah dari penjualan bersih. Hal ini digunakan untuk mengukur tingkat keuntungan perusahaan sekaligus menghubungkannya dengan penjualan.

ROI bisa juga diartikan sebagai rasio laba bersih terhadap biaya. Rumus atau formula sebagai cara menghitung ROI adalah sebagai berikut:

$$ROI = \frac{(Pendapatan\ Investasi - Biaya\ Investasi)}{Biaya\ Investasi} \times 100\% \dots\dots\dots (2.17)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada ruang *Constant Current Regulator (CCR)* dan *Taxiway* SP Bandar Udara Sultan Hasanuddin Makassar

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 6 Februari 2023 sampai dengan tanggal 6 Maret 2023.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Penelitian ini menggunakan alat penunjang sebagai berikut:

1. Tang Ampere
2. Multimeter digital
3. Lux Meter
4. Roll Meter
5. Notebook
6. Toolkit Mekanik dan Listrik
7. Handy Talky
8. Safety Vest
9. Safety Helmet

3.2.1 Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan sebagai berikut

1. Armatur Lampu Taxiway Tipe Halogen
2. Armatur Lampu Taxiway Tipe LED
3. Isolating Transformer 45 W
4. Isolating Transformer 10 W
5. Constant Current Regulator 10 kW Tipe *Thyristor Current Regulator*

3.3 Flowchart Penelitian

Dalam penelitian ini peneliti akan melaksanakan beberapa tahapan pelaksanaan yang akan dilakukan agar tujuan dari penelitian ini dapat tercapai dengan baik dan maksimal. Tahapan yang dilakukan dari awal sampai dengan akhir meliputi studi literatur, studi lapangan, pengumpulan dan pengolahan data, analisis data, dan penyajian hasil akhir. Maka dari itu dapat disusun diagram alir pelaksanaan sebagai berikut:

Dapat dijelaskan tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi Masalah merupakan tahapan awal dari penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan berbagai macam masalah atau pertanyaan untuk dipecahkan.

2. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan yang dilaksanakan untuk mengumpulkan sejumlah informasi yang terkait dengan proyek akhir

yang berasal dari buku, penelitian-penelitian relevan, jurnal, dan sumber terpercaya lainnya.

3. Studi Lapangan

Studi literatur merupakan tahapan yang dilaksanakan untuk mengumpulkan sejumlah informasi yang terkait dengan proyek akhir langsung pada lokasi atau objek penelitian.

4. Perumusan Masalah

Rumusan masalah adalah tulisan singkat yang berisi pertanyaan tentang topik diangkat oleh penulis. Rumusan masalah menjadi pedoman dalam sebuah penelitian.

5. Penetapan Tujuan Penelitian

Penetapan tujuan penelitian merupakan suatu target yang ingin dicapai dalam upaya menjawab segala permasalahan yang sedang dihadapi atau diteliti sehingga penelitian yang dilakukan jelas dan terarah.

6. Pengumpulan Data

Tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan data dan informasi yang nantinya akan berguna sebagai fakta pendukung dalam pemaparan penelitian.

7. Analisis dan Pengolahan Data

Pada tahapan ini, setelah data dari objek penelitian terkumpul, maka data akan dihitung berdasarkan formula yang telah ditentukan dan dianalisa apakah hasil perhitungan telah sesuai dengan yang

diinginkan dan maksimal. Hasil yang didapatkan akan digunakan sebagai data untuk melengkapi proyek akhir ini

8. Pelaporan Hasil Penelitian

Tahapan terakhir dalam proyek akhir ini yaitu membuat laporan hasil penelitian secara tertulis. Laporan secara tertulis perlu dibuat agar peneliti dapat mengkomunikasikan hasil penelitian kepada para pembaca.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam melaksanakan kegiatan penelitian, peneliti mengambil lokasi di area Taxiway SP dan Gedung Main Power House Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar. Metode pengumpulan data yang akan digunakan oleh penulis guna memperoleh data yang objektif dan valid dalam rangka memecahkan masalah yang ada dan nantinya akan menunjang hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Metode Pustaka

Metode pustaka dilakukan dengan mengupulkan berbagai literatur seperti buku petunjuk penggunaan peralatan dan lembar data peralatan yang dapat dijadikan panduan yang relevan sebagai referensi dalam penulisan proyek akhir ini.

2. Metode Observasi Lapangan

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengamati dan melakukan pengukuran secara langsung untuk mengambil suatu data yang dibutuhkan di lokasi penelitian tersebut dilakukan.

3. Metode Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan menuliskan hasil penelitian ke dalam suatu laporan yang tersusun secara jelas berdasarkan data dan hasil pengukuran.

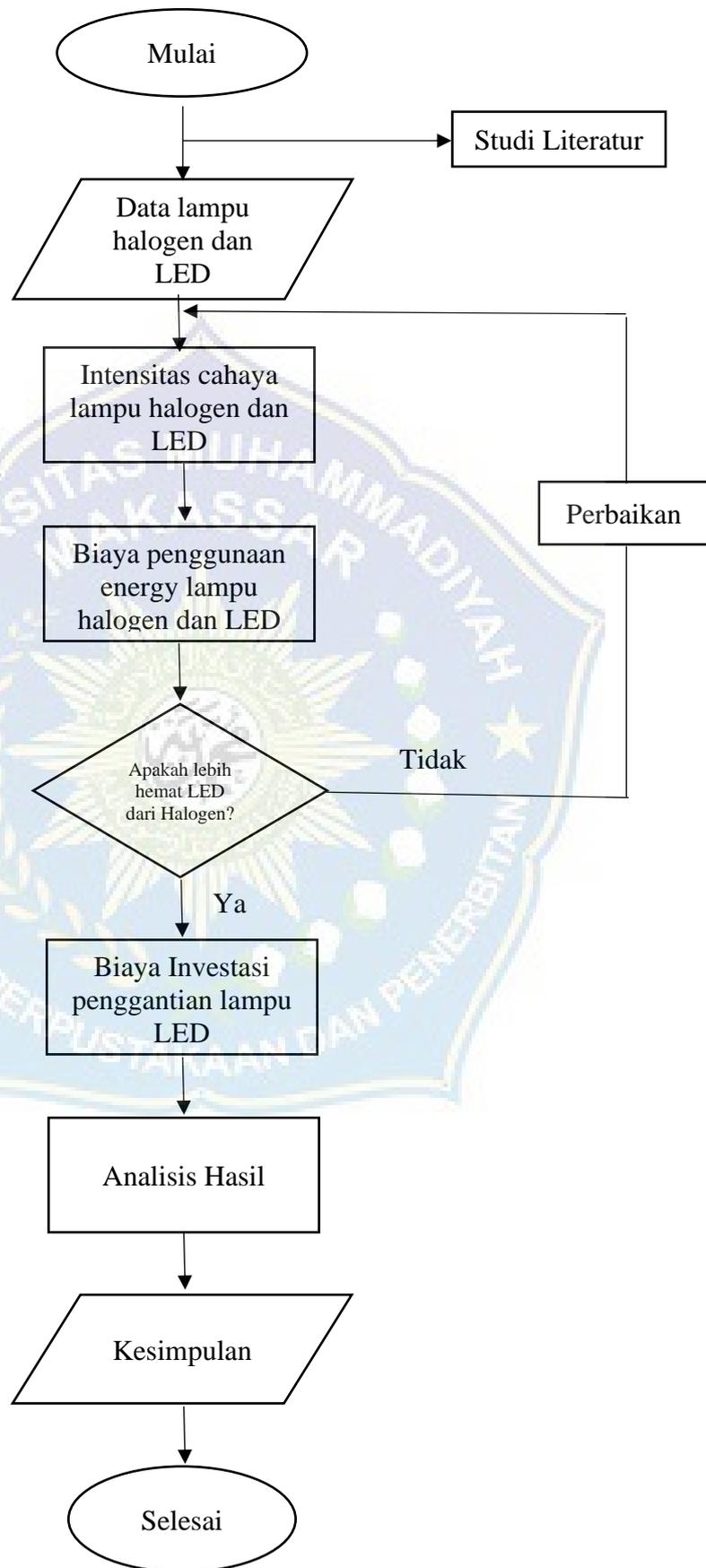
3.5 Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Besar Arus dan Tegangan pada Input Lampu Halogen
2. Besar Arus dan Tegangan pada Input Lampu LED
3. Intensitas Cahaya Lampu Halogen
4. Intensitas Cahaya Lampu LED

3.6 Metode Analisis Data

Metode analisa data dilakukan dengan cara mengolah data hasil pengukuran yang telah dikumpulkan untuk mengetahui bagaimana konsumsi listrik dan intensitas cahaya lampu dari Halogen dan LED kemudian dilakukan analisis perbandingan hasil perhitungan antara kedua jenis lampu tersebut. Sehingga dapat diketahui titik impas dan tingkat kelayakan sebuah investasi penggunaan lampu LED.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Sebelum melakukan pengambilan data dan menganalisa data, terlebih dahulu kita harus mengetahui data-data apa saja yang dibutuhkan. Data-data pengukuran diambil dari spesifikasi Lampu Taxiway dengan menggunakan halogen dan LED.

Sampel pengukuran diambil dari inputan CCR (*Constant Current Regulator*) yang disambung langsung dengan 1 lampu Taxiway halogen maupun LED

4.1.1. Data Pengukuran

Berikut ini merupakan hasil data pengukuran Tegangan, Arus, Frekuensi, Faktor Daya pada Trafo T51 dan T52. Pengukuran Arus dan tegangan di ukur menggunakan step pada CCR yang mempunyai 5 step.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Arus pada output CCR, 1 lampu taxiway halogen

Step	Arus
1	1,6 A
2	2,0 A
3	2,5 A
4	3,2 A
5	4,3 A

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Arus pada output CCR, 1 lampu taxiway LED

Step	Arus
1	1,6 A
2	2,0 A
3	2,5 A
4	3,2 A
5	4,3 A

Pengukuran Tegangan pada trafo Isolating Transformer 45 watt untuk lampu halogen

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Tegangan pada Trafo

Step	Tegangan
1	13,45 V
2	13,88 V
3	14,02 V
4	14,20 V
5	14,34 V

Pengukuran Tegangan pada trafo Isolating Transformer 45 watt untuk lampu LED.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Arus pada Trafo Isolating Transformer 10 watt

Step	Tegangan
1	5 V
2	5,15 V
3	5,27 V
4	5,42 V
5	5,55 V

Menghitung Daya yang dibutuhkan :

Menghitung daya lampu dengan masing- masing step 1-5 dan akan dirata-rata hasil daya dari 5 step tersebut

A. Menggunakan Lampu Halogen

Step 1

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \pi \\ &= 13,45 \text{ V} \times 1,6 \text{ A} \times 0,8 \\ &= 17,216 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Step 2

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \pi \\ &= 13,88 \text{ V} \times 2,0 \text{ A} \times 0,8 \\ &= 22,208 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Step 3

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \pi \\ &= 14,02 \text{ V} \times 2,5 \text{ A} \times 0.8 \\ &= 28,04 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Step 4

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \pi \\ &= 14,20 \text{ V} \times 3,2 \text{ A} \times 0.8 \\ &= 36,352 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Step 5

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \pi \\ &= 14,24 \text{ V} \times 4,3 \text{ A} \times 0.8 \\ &= 48,985 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Rata-rata daya penggunaan daya pada halogen adalah:

$$= \frac{17,216 + 22,208 + 28,04 + 36,352 + 48,985}{5}$$

$$= \frac{152,801}{5}$$

$$= 30,5 \text{ watt}$$

B. Menggunakan Lampu LED

Step 1

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \pi \\ &= 5 \text{ V} \times 1,6 \text{ A} \times 0,8 \\ &= 6,4 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Step 2

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \pi \\ &= 5,15 \text{ V} \times 2,0 \text{ A} \times 0,8 \\ &= 8,24 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Step 3

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \pi \\ &= 5,27 \text{ V} \times 2,5 \text{ A} \times 0,8 \\ &= 8,57 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Step 4

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \pi \\ &= 5,24 \text{ V} \times 3,2 \text{ A} \times 0,8 \\ &= 9,24 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Step 5

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \phi \\ &= 5,55 \text{ V} \times 4,3 \text{ A} \times 0,8 \\ &= 10,65 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Rata-rata daya penggunaan daya pada halogen adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{6,4 + 8,24 + 8,57 + 9,24 + 10,65}{5} \\ &= \frac{43,1}{5} \\ &= 8,62 \text{ watt} \end{aligned}$$

Berdasarkan 212 titik lampu taxiway dengan daya 30,5 Watt untuk halogen dan 8,62 Watt untuk LED, maka daya yang dibutuhkan pada penerangan taxiway ini dapat dihitung dengan Persamaan sebagai berikut :

$$P_{\text{load}} = \text{daya lampu} \times \text{jumlah lampu}$$

Lampu Halogen

$$= 30,5 \text{ Watt} \times 212$$

$$= 6466 \text{ Watt}$$

$$= 6,466 \text{ kW}$$

Lampu LED

$$= 8,62 \text{ Watt} \times 212$$

$$= 1827,44 \text{ Watt}$$

$$= 1,827 \text{ kW}$$

Jumlah daya yang dikonsumsi lampu taxiway saat menggunakan Halogen adalah 6,466 kW dan saat menggunakan lampu LED adalah 1,827 kW.

4.1.2. Menghitung Energi Listrik

Pola operasi lampu taxiway di bandara sultan hasanuddin makassar dioperasikan dengan waktu nyala pukul 18.00 WITA – 06.00 WITA, sehingga lampu beroperasi selama 12 jam. Energi yang dibutuhkan saat 212 lampu taxiway beroperasi adalah sebagai berikut :

A. Menggunakan Lampu Halogen

$$E_{load} = P_{load} \times t$$

$$= 6,466 \text{ kW} \times 12 \text{ h}$$

$$= 77,352 \frac{\text{kWh}}{\text{hari}}$$

B. Menggunakan lampu LED

$$E_{load} = P_{load} \times t$$

$$= 1,827 \text{ kW} \times 12 \text{ h}$$

$$= 21,924 \frac{\text{kWh}}{\text{hari}}$$

Dalam satu bulan energi listrik yang dikonsumsi adalah sebagai berikut :

Lampu Halogen

$$E_{load} \text{ per bulan} = E_{load}/\text{hari} \times 30$$

$$= 77,352 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 2320,56 \text{ kWh/bulan}$$

Lampu LED

$$E_{load} \text{ per bulan} = E_{load}/\text{hari} \times 30$$

$$= 21,924 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 657,72 \text{ kWh/bulan}$$

Jadi energi yang dikonsumsi saat menggunakan lampu halogen adalah 2320,56 kWh/bulan dan saat menggunakan lampu LED adalah 657,72 kWh/bulan

Energi saat menggunakan lampu LED lebih efisien 78,8% jika dibandingkan saat menggunakan halogen.

Perhitungan Biaya Konsumsi Energi Listrik

Biaya penggunaan energi listrik pada lampu taxiway dipengaruhi oleh besarnya daya langganan beban ke perusahaan penyedia energi listrik.



**PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)
APRIL - JUNI 2022**

NO.	KOD. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRISIA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA DEBIAN (Rp/kWh/usage)	BUS-VA, PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA KW/h (Rp/kWh)	
1.	R-1/TR	500 VA-RFM	-	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.500 VA	-	1.444,70	1.444,70
3.	R-1/TR	2.500 VA	-	1.444,70	1.444,70
4.	R-2/TR	s.d. 5.500 VA	-	1.444,70	1.444,70
5.	R-3/TR	5.500 VA s.d. 8.000 VA	-	1.444,70	1.444,70
6.	R-3/TR	8.000 VA s.d. 200 KVA	-	1.444,70	1.444,70
7.	B-3/TM	di atas 200 kVA	- ¹⁾	Blok WSP = K x 1.025,78 Blok LWSP = 1.025,78 kVA/h = 1.116,74 ^{****)}	-
8.	B-3/TM	di atas 200 kVA	- ¹⁾	Blok WSP = K x 1.025,78 Blok LWSP = 1.025,78 kVA/h = 1.116,74 ^{****)}	-
9.	B-4/TM	30.000 kVA ke atas	- ¹⁾	Blok WSP dan Blok LWSP = 895,74 kVA/h = 895,74 ^{****)}	-
10.	P-1/TR	5.500 VA s.d. 200 kVA	- ²⁾	1.444,70	1.444,70
11.	P-2/TM	di atas 200 kVA	- ²⁾	Blok WSP = K x 1.025,78 Blok LWSP = 1.025,78 kVA/h = 1.116,74 ^{****)}	-
12.	R-3/TR	-	- ³⁾	1.444,70	1.444,70
13.	L/TR, T/M, T/S	-	-	1.644,50	-

Catatan :

- ¹⁾ Dianggap Rekening Minimum (RM).
- ²⁾ RM1 = 40 (Lamp Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.
- ³⁾ Dianggap Rekening Minimum (RM).
- ⁴⁾ RM2 = 40 (Lamp Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWSP.
Jenis nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
- ⁵⁾ Dianggap Rekening Minimum (RM).
- ⁶⁾ RM3 = 40 (Lamp Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WSP dan LWSP.
Jenis nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
- ⁷⁾ Biaya kelebihan pemakaian daya (excess kW/h) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,95 (melampaui tujuh lima per seratus).
- ⁸⁾ Faktor pembesaran antara harga WSP dan LWSP sesuai dengan karakteristik beban sesuai kelebihan selangjut (1,4-5,5 K.E.D) ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Persewaan (Persewa) PT Perusahaan Listrik Negara.

WSP : Waktu Bebas Puncak.
LWSP : Luar Waktu Bebas Puncak.

Gambar 4.1 Tarif daya listrik

Kajian ini menggunakan tarif per bulan yaitu Rp. 1444,70. Dari Gambar 4.1 dapat diketahui perhitungan biaya energi listrik tiap bulan untuk lampu taxiway adalah sebagai berikut :

Biaya pemakaian = Daya (kW) x jam nyala x tarif P-3/TR

Biaya listrik per tahun = 12 x biaya pemakaian

Berikut perhitungan biaya listrik lampu taxiway :

Diketahui :

- Jumlah lampu = 212
- Daya lampu Halogen = 30,5 Watt
- Daya lampu LED = 8,62 Watt
- Jam nyala = 12 jam
- Tarif bulan = Rp. 1444,70/kWh
- Biaya pemakaian lampu halogen pada taxiway per bulan = 2320,56 kWh/bulan x Rp.1444,70/kWh = Rp. 3.352.513

Jadi biaya listrik per bulan sebesar Rp. 3.352.513

Biaya listrik per tahun = 12 x Rp. 1.170.207 = Rp. 40.230.156

Biaya listrik per tahun yang harus dibayar adalah sebesar Rp. . 40.230.156

- Biaya pemakaian lampu LED pada taxiway per bulan = 657,72 kWh/bulan x Rp.1444,70/kWh = Rp. 950.208

Jadi biaya listrik per bulan sebesar Rp. 950.208

- Biaya listrik per tahun = $12 \times \text{Rp. } 260.046 = \text{Rp. } 11.402.497$

Biaya listrik per tahun yang harus dibayar adalah sebesar Rp. 11.402.497

Penggantian lampu taxiway dari halogen ke LED

Perencanaan ini mengganti lampu taxiway dari halogen 45 Watt dengan lampu LED 10 watt, karena lampu LED memiliki banyak keunggulan dibandingkan lampu jenis lainnya, antara lain :

1. Lampu led memiliki efikasi cahaya cukup tinggi yaitu 100-150 lumen/watt.
2. Lampu led memiliki umur yang lebih lama jika dibandingkan lampu lainnya. Umur pemakaian lampu halogen hanya bertahan 2000 hingga 10.000 jam, sedangkan pada lampu metal halide umur pemakaian hanya bertahan 6000 hingga 20.000 jam, selain itu memiliki waktu pemanasan yang cukup lama yaitu sekitar 10-20 menit sebelum lampu menyala terang. Pada lampu sodium umur pemakaian jauh lebih lama yaitu hingga 24.000 jam namun memiliki kelemahan yaitu memerlukan waktu pemanasan sebelum lampu menyala terang serta mengandung zat merkuri yang berbahaya bagi kesehatan. Sedangkan umur pemakaian lampu led bertahan lebih lama yaitu 100.000 hingga 180.000 jam. Memberi keuntungan pada segi pemakaian dan penggantian lampu selain itu led tidak memerlukan waktu pemanasan sebelum cahaya lampu menyala terang dan led juga tidak

memiliki zat merkuri yang beracun, namun kelemahannya adalah harga lampu yang relatif lebih mahal disbanding lampu lainnya.

3. Ukuran lampu led yang kecil serta praktis memberikan keuntungan lain dibandingkan dengan pemakaian lampu lain sebagai pencahayaan utama dari instalasi penerangan jalan ini.

4.1.3. Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk efisiensi daya lampu di jalan

Sirojudin – Timoho raya kota Semarang sebagai berikut :

A. Rincian Lampu Halogen pada Taxiway

Tabel 4.5 Harga Peralatan Lampu Halogen

No.	Item	Harga
1.	45 W/6.6A Reflector lamp (Bi-pin)	Rp. 400.000
2.	Isolating Transformer FAA Type L 830, 45 watt : 6.6/6.6 A	Rp. 3.700.000

Perhitungan biaya jika menggunakan lampu halogen dengan jumlah 212 titik lampu selama 23 tahun

1 lampu halogen rata-rata mempunyai lifetime 2000 jam

1 trafo lampu halogen mempunyai lifetime 5 tahun

Penggunaan lampu taxiway di bandara sultan hasanuddin Makassar 12 jam/hari.

Perhitungan lampu halogen :

$$\begin{aligned} \text{waktu pemakaian lampu halogen} &= \frac{2000 \text{ jam}}{12 \text{ jam}} = 160 \text{ hari} \\ &= \frac{160 \text{ hari}}{30 \text{ hari}} = 5 \text{ bulan} \end{aligned}$$

Perhitungan BEP 23 tahun = 12 bulan x 23 tahun = 276 bulan

$$\frac{276 \text{ bulan}}{5 \text{ bulan}} = 55 \text{ kali penggantian lampu}$$

$$55 \times 212 \text{ lampu} = 11660 \text{ lampu selama 23 tahun}$$

$$11660 \text{ lampu} \times \text{Rp. } 400.000 = \text{Rp. } 4.664.000.000$$

Perhitungan Trafo Halogen :

$$\text{waktu pemakaian trafo} = \frac{23 \text{ tahun}}{5 \text{ tahun}} = 5 \text{ kali penggantian trafo}$$

$$212 \text{ trafo} \times 5 = 1060 \text{ trafo selama 23 tahun}$$

$$1060 \text{ trafo} \times \text{Rp. } 3.700.000 = \text{Rp. } 3.922.000.000$$

Total Biaya menggunakan lampu halogen pada taxiway selama 40 tahun adalah :

$$\text{Rp. } 4.664.000.000 + \text{Rp. } 3.922.000.000 = \text{Rp. } 8.586.000.000$$

B. Rincian Lampu LED pada Taxiway

Tabel 4.5 Harga Peralatan Lampu LED

No.	Item	Harga
1.	Set Omnidirectional Elevated Light, Blue	Rp. 6.000.000
2.	Isolating Transformer 10/15 watt : 6.6/6.6 A	Rp. 2.975.000

Perhitungan biaya jika menggunakan lampu LED dengan jumlah 212 titik lampu selama 23 tahun

1 lampu LED mempunyai lifetime 100.000 jam

1 trafo lampu LED mempunyai lifetime 5 tahun

Penggunaan lampu taxiway di bandara sultan hasanuddin Makassar 12 jam/hari

Perhitungan lampu LED :

$$\text{waktu pemakaian lampu LED} = \frac{100.000 \text{ jam}}{12 \text{ jam}} = 8.333 \text{ hari}$$

$$= \frac{8.333 \text{ hari}}{30 \text{ hari}} = 277 \text{ bulan} = 23 \text{ tahun}$$

Perhitungan BEP 23 tahun = 212 set lampu selama 23 tahun

$$212 \text{ set lampu} \times \text{Rp. 6.000.000} = \text{Rp. 1.272.000.000}$$

Perhitungan Trafo LED :

$$\text{waktu pemakaian trafo} = \frac{23 \text{ tahun}}{5 \text{ tahun}} = 5 \text{ kali penggantian trafo}$$

$$212 \text{ trafo} \times 5 = 1060 \text{ trafo selama 23 tahun}$$

$$1060 \text{ trafo} \times \text{Rp. } 2.975.000 = \text{Rp. } 3.153.500.000$$

Total Biaya menggunakan lampu LED pada taxiway selama 23 tahun adalah :

$$\text{Rp. } 1.272.000.000 + \text{Rp. } 3.153.500.000 = \text{Rp. } 4.425.500.000$$

4.1.4. Pengukuran Iluminasi

Berikut ini merupakan hasil data pengukuran pada lampu Halogen dan LED. Pengukuran Lux di ukur menggunakan alat Lux Meter pada lampu Halogen dan LED dengan pengukuran tinggi tiang Lampu dan jarak ukur 1,5 meter dari lampu dan pengukuran dilakukan dengan CCR yang mempunyai 5 step.

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Lux Meter 1 lampu taxiway halogen

Step	Lux Meter
1	0,01
2	0.02
3	0,07
4	0,43
5	3,09

Menghitung iluminasi lampu halogen menggunakan Persamaan sebagai berikut:

Dimana : h = Tinggi lampu (meter) = 0,3m

r = Jarak ukur = 1,5m

E = Lux lampu

a. Step 1

$$E = \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r}$$

$$0,01 = \frac{I}{1,5^2} \times \frac{0,3}{1,5}$$

$$0,01 = \frac{I}{\frac{3^2}{2}} \times \frac{\frac{3}{3}}{\frac{3}{2}}$$

$$0,01 = \frac{I}{\frac{9}{4}} \times \frac{1}{5}$$

$$0,01 = \frac{4.I}{9} \times \frac{1}{5}$$

$$0,01 = \frac{4.I}{45}$$

$$I = \frac{45}{4} \times 0,01$$

$$I = \frac{9}{80} = 0,1125 \text{ lm}$$

b. Step 2

$$E = \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r}$$

$$0,02 = \frac{I}{1,5^2} \times \frac{0,3}{1,5}$$

$$0,02 = \frac{I}{\frac{3^2}{2}} \times \frac{\frac{3}{3}}{\frac{3}{2}}$$

$$0,02 = \frac{I}{9} \times \frac{1}{5}$$

$$0,02 = \frac{4.I}{9} \times \frac{1}{5}$$

$$0,02 = \frac{4.I}{45}$$

$$I = \frac{45}{4} \times 0,02$$

$$I = \frac{9}{40} = 0,225 \text{ lm}$$

c. Step 3

$$E = \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r}$$

$$0,07 = \frac{I}{1,5^2} \times \frac{0,3}{1,5}$$

$$0,07 = \frac{I}{\frac{3}{2}} \times \frac{\frac{10}{3}}{\frac{3}{2}}$$

$$0,07 = \frac{I}{9} \times \frac{1}{5}$$

$$0,07 = \frac{4.I}{9} \times \frac{1}{5}$$

$$0,07 = \frac{4.I}{45}$$

$$I = \frac{45}{4} \times 0,07$$

$$I = \frac{63}{80} = 0,7875 \text{ lm}$$

d. Step 4

$$E = \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r}$$

$$0,43 = \frac{I}{1,5^2} \times \frac{0,3}{1,5}$$

$$0,43 = \frac{I}{\frac{3}{2}} \times \frac{\frac{10}{3}}{\frac{3}{2}}$$

$$0,43 = \frac{I}{\frac{9}{4}} \times \frac{1}{5}$$

$$0,43 = \frac{4.I}{9} \times \frac{1}{5}$$

$$0,43 = \frac{4.I}{45}$$

$$I = \frac{45}{4} \times 0,43$$

$$I = \frac{387}{80} = 4,8375 \text{ lm}$$

e. Step 5

$$E = \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r}$$

$$3,09 = \frac{I}{1,5^2} \times \frac{0,3}{1,5}$$

$$3,09 = \frac{I}{\frac{3^2}{2}} \times \frac{\frac{3}{2}}{\frac{3}{2}}$$

$$3,09 = \frac{I}{\frac{9}{4}} \times \frac{1}{5}$$

$$3,09 = \frac{4.I}{9} \times \frac{1}{5}$$

$$3,09 = \frac{4.I}{45}$$

$$I = \frac{45}{4} \times 3,09$$

$$I = \frac{2781}{80} = 34,7625 \text{ lm}$$

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Lux Meter 1 lampu taxiway LED

Step	Lux Meter
1	0,15
2	0,18
3	0,39

Step	Lux Meter
4	1,55
5	3,78

Menghitung iluminasi lampu halogen menggunakan Persamaan

sebagai berikut:

Dimana : h = Tinggi lampu (meter) = 0,4m

r = Jarak ukur = 1,5m

E = Lux lampu

a. Step 1

$$E = \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r}$$

$$0,15 = \frac{I}{1,5^2} \times \frac{0,4}{1,5}$$

$$0,15 = \frac{I}{\frac{3^2}{2}} \times \frac{\frac{2}{5}}{\frac{3}{2}}$$

$$0,15 = \frac{I}{9} \times \frac{4}{15}$$

$$0,15 = \frac{4.I}{9} \times \frac{4}{15}$$

$$0,15 = \frac{16.I}{135}$$

$$I = \frac{135}{16} \times 0,15$$

$$I = \frac{81}{64} = 1,2656 \text{ lm}$$

b. Step 2

$$E = \frac{I}{r^2} \times \frac{h}{r}$$

$$0,18 = \frac{I}{1,5^2} X \frac{0,4}{1,5}$$

$$0,18 = \frac{I}{\frac{3^2}{2}} X \frac{\frac{2}{3}}{\frac{2}{2}}$$

$$0,18 = \frac{I}{\frac{9}{4}} X \frac{4}{15}$$

$$0,18 = \frac{4.I}{9} X \frac{4}{15}$$

$$0,18 = \frac{16.I}{135}$$

$$I = \frac{135}{16} X 0,18$$

$$I = \frac{243}{160} = 1,51875 \text{ lm}$$

c. Step 3

$$E = \frac{I}{r^2} X \frac{h}{r}$$

$$0,39 = \frac{I}{1,5^2} X \frac{0,4}{1,5}$$

$$0,39 = \frac{I}{\frac{3^2}{2}} X \frac{\frac{2}{3}}{\frac{2}{2}}$$

$$0,39 = \frac{I}{\frac{9}{4}} X \frac{4}{15}$$

$$0,39 = \frac{4.I}{9} X \frac{4}{15}$$

$$0,39 = \frac{16.I}{135}$$

$$I = \frac{135}{16} X 0,39$$

$$I = \frac{1053}{320} = 3,290625 \text{ lm}$$

d. Step 4

$$E = \frac{I}{r^2} X \frac{h}{r}$$

$$1,55 = \frac{I}{1,5^2} X \frac{0,4}{1,5}$$

$$1,55 = \frac{I}{\frac{3^2}{2}} X \frac{\frac{2}{3}}{\frac{2}{2}}$$

$$1,55 = \frac{I}{\frac{9}{4}} X \frac{4}{15}$$

$$1,55 = \frac{4.I}{9} X \frac{4}{15}$$

$$1,55 = \frac{16.I}{135}$$

$$I = \frac{135}{16} X 1,55$$

$$I = \frac{847}{64} = 13,0781 \text{ lm}$$

e. Step 5

$$E = \frac{I}{r^2} X \frac{h}{r}$$

$$3,78 = \frac{I}{1,5^2} X \frac{0,4}{1,5}$$

$$0,18 = \frac{I}{\frac{3^2}{2}} X \frac{\frac{2}{3}}{\frac{2}{2}}$$

$$0,15 = \frac{I}{\frac{9}{4}} X \frac{4}{15}$$

$$0,18 = \frac{4.I}{9} X \frac{4}{15}$$

$$0,18 = \frac{16.I}{135}$$

$$I = \frac{135}{16} X 0,15$$

$$I = \frac{5103}{160} = 31,89375 \text{ lm}$$

Hasil ini sudah memenuhi peraturan KP 326 tahun 2019 yaitu 2 cd dari 0° hingga 6° vertikal, dan 0,2 cd pada sudut vertical manapun antara 6° dan 75°.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pemakaian energy listrik pada 212 lampu Taxiway Halogen sebesar 2320,56 kWh/bulan sedangkan untuk lampu LED hanya 657,72 kWh/bulan sehingga lampu LED lebih efisien untuk digunakan dibandingkan lampu Halogen.
2. Biaya investasi yang dikeluarkan untuk mengganti lampu Halogen menjadi LED adalah sebesar Rp. 4.425.500.000.
3. Hasil dari perhitungan iluminasi dari lampu halogen pada step 1 yaitu 0,1125 lm dan pada step maksimal step 5 yaitu 34,7625 lm, untuk lampu LED perhitungan iluminasi dari lampu halogen pada step 1 yaitu 1,2656 lm lm dan pada step maksimal step 5 yaitu 31,89375 lm, pengukuran Lux meter dari lampu Halogen dan LED , lampu LED lebih terang dibandingkan lampu Halogen

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka penulis memberikan beberapa saran untuk meningkatkan kontinuitas dan kualitas daya listrik pada Gedung Matsc tersebut sebagai berikut :

1. Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam hal penggunaan lampu Taxiway dan sebagai investasi lampu LED Taxiway.

2. Diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan oleh peneliltain dan menambahkan beberapa metode lain yang lebih baik dari metode yang digunakan diatas.



DAFTAR PUSTAKA

- Arief Suwandi dan Feri Ferdian. 2016. “Analisa Pemakaian Lampu LED Terhadap Energi dan Efisiensi Biaya di PT. Total Bangun Persada Tbk.”. Penelitian. Tidak diterbitkan. Jakarta.
- Arifa, Muhammad Fauzan. 2019. “Analisis Perbandingan Lampu CFL dengan LED Sebagai Upaya Efisiensi Energi Listrik”. Tugas Akhir. Tidak diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara: Sumatera Utara.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja. Sni 16-7062-2004, pp. 1–14.
- Goeritno, A., Ibn, U., & Bogor, K. (2018). Memperjuangkan Umur Lampu Halogen dengan Tegangan Start Bertahap.
- Jaya, Risma Indra 2010. “Perbandingan Lampu TL, LED dan Bohlam”. Tugas Akhir. Tidak diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta: Yogyakarta.
- KP 326 Tahun 2019 Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (*Manual Of Standard CASR Part 139*). Volume I Bandar Udara (*Aerodrome*).
- MOS 139 Standar Teknis Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139. Volume I Bandar Udara.
- Palaloi S. “Pengujian dan analisis umur pakai lampu Light Emitting Diode (LED) Swabalast untuk pencahayaan umum.” vol 11 no.1, pp. 17-22. 2015.
- Prihhapso, Y., & Suryani, D. (2015). Pengukuran Iluminansi Meter Hingga 2000 Lux Menggunakan Sumber Cahaya Dengan Daya Tinggi.pdf. PPI-KIM Ke-41.
- SKEP 39 Tahun 2015. Standar Teknis Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139.
- SKEP 114 VI. 2002. Standar Gambar Instalasi Sistem Penerangan Bandar Udara.
- Sudirman, P. (2015). Kajian Tingkat Efikasi Lampu LED Swabalast Untuk Pencahayaan Umum the Study of the Efficacy Level of Swabalast Led Light.
- Dari <https://adbsafegate.com/products/airfield/?prod=reliance-elevated-taxiway-edge-light-1861t-led>
- Dari <https://adbsafegate.com/products/airfield/?prod=el-eam-taxiway-apron-edge>

LAMPIRAN

Taxiway Lighting

EL-EAM

Omnidirectional Medium-/Low-Intensity
Elevated Light



Compliance with Standards

ICAO: Annex 14 Volume I (Current Edition)

FAA: AC 150/5345-46D, L-861, L-861T

IEC: 61827

NATO: STANAG 3316

BS 3224 Part 4

STAC

CAP 168

Uses

EL-EAM is an omnidirectional (medium/low intensity) elevated light. This fixture has following application areas:

- Taxiway Edge
- Apron Edge
- Runway Approach (low intensity)
- Runway Threshold (low intensity)
- Runway End (low intensity)
- Runway Edge (low intensity)



Features & Benefits

- Low power consumption, only 45 Watts
- Lamp life greater than 1,500 hours at 6.6 Amps
- Resistance to jet blast, complying with IEC standards
- Frangibility of the fitting complying with FAA and IEC standards
- Quick lamp replacement by unscrewing the glass dome
- Power supply cable protected by running through the support

- Easy adjustment by means three Allen screws locking onto the adjustable body
- Simple but sturdy design
- Lightweight, less than 1.5 kg with the lamp

Technical characteristics

Component	Description
Lamp:	45 W pre-focused halogen Pk30d socket. The lamp life is greater than 1,500 hours at 6.6 Amps.
Power Supply:	By 2 × 2.5 mm ² two pole- FAA- type plug connection to one transformer.
Photometry:	The distribution complies with ICAO Annex 14 Volume I and with FAA L861 and L861T.
Color:	Obtained by full colored glass dome. The chromaticity complies with Appendix 1 of ICAO Annex 14 Volume I.
Finish:	The body levelling and the support are made of aluminium alloy casting, phosphate and painted in aviation yellow by an electrostatic process (powder coating). The body is made of polyamide and fibreglass. All fixings and fastenings are stainless steel.
Fixing on support:	Fixing on support (tripod stand, elbow tube or base plate) using the 2" NPS, 2" BSP or 1.5" UNF thread below the frangible part of the fitting.
Adjustment:	Horizontal adjustment using three sets of Allen screws.
Height:	310 mm.
Net Weight:	Less than 1.5 kg with the lamp.

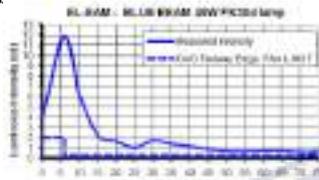
Taxiway Lighting

EL-EAM

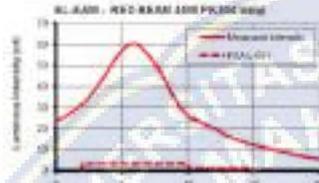
Photometrics

This section includes photometric examples of light configurations.

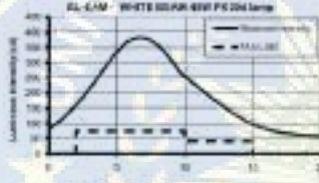
Photometric examples:
Blue light
ICAO Taxiway Edge
FAA L-861-T



Red light
FAA L-861



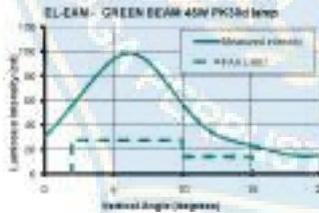
White light
FAA L-861



Yellow light
FAA L-861



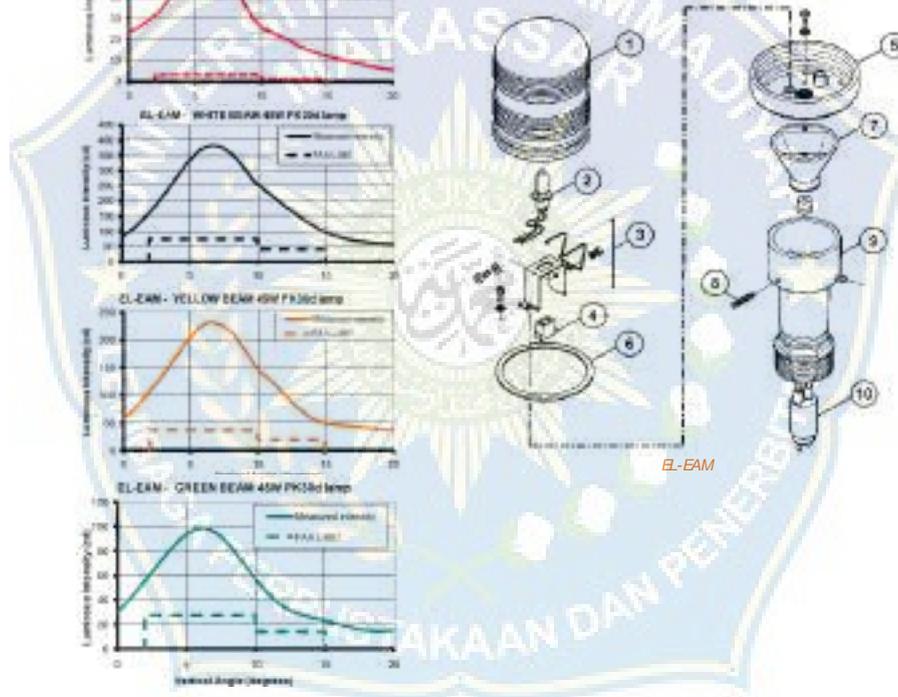
Green light
FAA L-861



Design

Components

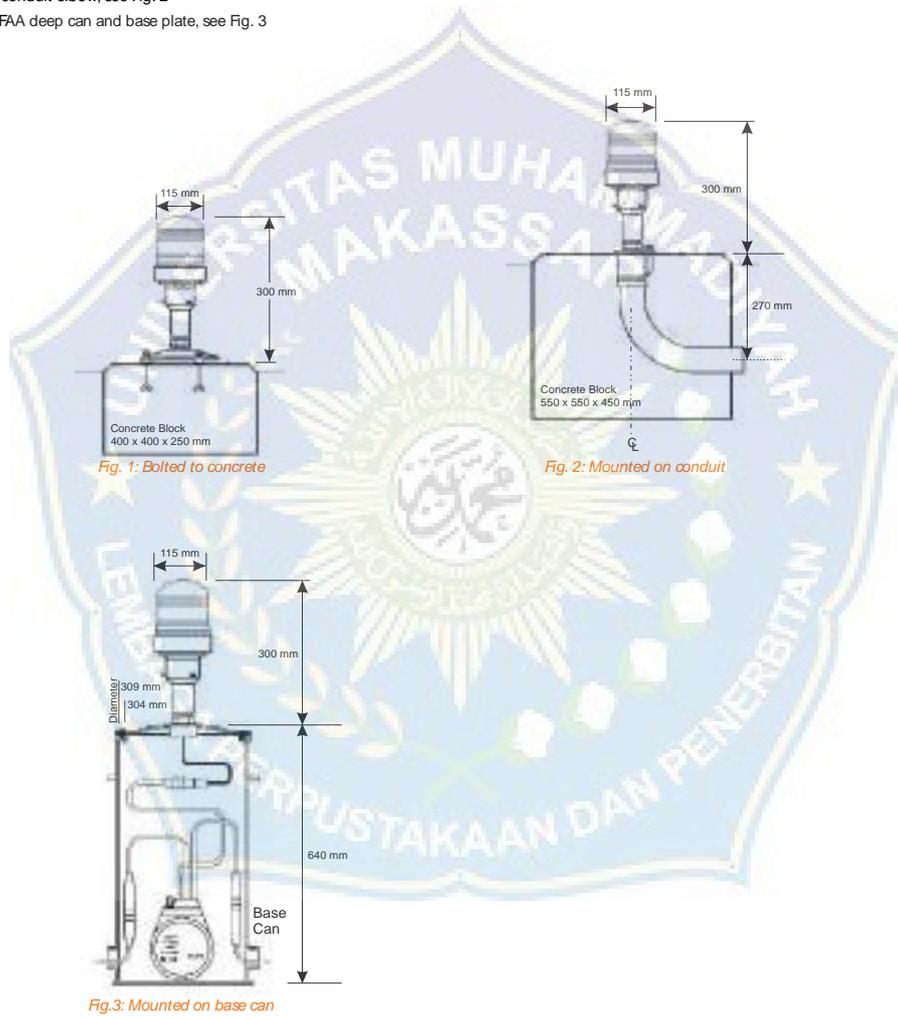
1. Optical Glass with Fresnel Prism
2. Pk30d 45W
3. Lamp holder
4. Cable Terminal
5. Mounting with screws
6. Gasket
7. Body Allowing Levelling
8. Setting Allen Screws
9. Frangible Leg Support
10. Two Pole Cables with FAA Secondary Plug.



Installation

EL-EAM can be installed:

- On a tripod stand, see Fig. 1
- On conduit elbow, see Fig. 2
- on FAA deep can and base plate, see Fig. 3



Taxiway Lighting

EL-EAM

Order codes

The table below is a guide to order codes for a fitting with available component parts.

Description	Component
EL-EAM 2" NPS with connector EL-EAM 2" NPS without connector EL-EAM 2" BSP with connector EL-EAM 2" BSP without connector EL-EAM 1.5" UNF with connector EL-EAM 1.5" UNF without connector	EL-EAM NPS+CONN EL-EAM NPS EL-EAM BSP+CONN EL-EAM BSP EL-EAM UNF+CONN EL-EAM UNF
45 W Pk30d Lamp	Pk30d / 45 W
One color (360°) glass dome	
<ul style="list-style-type: none"> Blue (Taxiway edge) White (MI runway approach or edge) Green (LI runway threshold) Red (LI runway end) Yellow (MI runway edge) 	EL-EAM/FILTER/B EL-EAM/FILTER/W EL-EAM/FILTER/G EL-EAM/FILTER/R EL-EAM/FILTER/Y
Two colors (on 180°) glass dome	
<ul style="list-style-type: none"> Green/Red (LI runway end and threshold) White/Green White/Red White/Yellow Red/Yellow 	EL-EAM/FILTER/R/G EL-EAM/FILTER/W/G EL-EAM/FILTER/W/R EL-EAM/FILTER/W/Y EL-EAM/FILTER/R/Y
180° blank screen	EL-EAM/BLANK_SCREEN
FITTING SUPPORTS	See www.adbsafegate.com
SETTING TOOL	EL-EAM/SETTING_TOOL
DAY MARKING CONE	EL-EAM/DAY_MARKING_CONE

Note: All descriptions and photometric characteristics in this publication present only general particulars and shall not form part of any contract. The right is reserved to change them without prior notification.

www.adbsafegate.com

Product specifications may be subject to change, and specifications listed here are not binding. Confirm current specifications at time of order.

DS-0056-v2.0

4

**ADB
SAFEGATE**

RELIANCE

Taxiway Edge, L-861T(L)
Omnidirectional elevated



Compliance with Standards

- FAA: L-861T(L) AC 150/5345-46 (Current Edition) and the FAA Engineering Brief No. 67. ETL Certified.
- ICAO: Annex 14, Vol. 1, para. 5.3.17; 5.3.18 (for photometry)
- CE: Complies with the requirements of the EMC Directive 2004/108/EC

Uses

Taxiway edge fixture is used to delineate the edges of airport taxiways.

- FAA
- Taxiway Edge L-861(L)
- ICAO
- Taxiway Edge

Features

- Average LED life of 100,000 hours under high-intensity conditions and more than 180,000 hours under typical operating conditions, which significantly reduces ongoing maintenance costs and periodic re-lamping expenses.
- The RELIANCE[®] taxiway edge fixture with heater fixture MTBF is at least 180,000 operating hours.
- UV-resistant polycarbonate outer lens option minimizes risk of lens damage if fixture is knocked over.
- Isolation transformers are available for use with the fixtures to match fixture load for optimal efficiency.
- Rugged low-profile design reduces damage due to jet blast.
- Provides $\pm 4.5^\circ$ vertical adjustment.
- Aluminum casting, stainless steel hardware, and protected with aviation yellow powder coat finish. Locking ring is protected with aviation blue powder coat finish.

Operating Conditions

- Temperature: -40 °F to +131 °F / -40 °C to +55 °C
- Wind: Withstands wind velocities up to 300 mph / 480 kph

Power Supply

Current Driven

RELIANCE LED lights have been designed to work with any IEC or FAA-compliant transformer up to 100 W without affecting performance or lifetime of the light or the transformer.

ETES Fixture w/ heater	Fixture Load	Isolation Transfmr.	Isol. XF Load	CCR Load
Off	12 VA	20/25 W	7.5 VA	19.5 VA
Off	12 VA	30/45 W	8.4 VA	20.4 VA
On	25 VA	20/25 W	7.5 VA	32.5 VA
On	25 VA	30/45 W	9 VA	34 VA
ETES Fixture w/out heater	Fixture Load	Isolation Transfmr.	Isol. XF Load	CCR Load
Off	12 VA	10/15 W	3 VA	15 VA
Off	12 VA	30/45 W	8.4 VA	20.4 VA

Voltage Driven

- Input voltage: 95 VAC (min.) - 264 VAC (max.), 50/60 Hz
- Maximum input power (w/out heater): 10.2 VA
- Maximum input power (w/heater): 25.2 VA at 120 VAC

RELIANCE

Ordering Code

LED Color

- 1 = Blue (Glass)
- 2 = Red (special applications only)¹
- 3 = White (special applications only)¹
- 4 = Green (special applications only)¹
- 5 = Yellow (special applications only)¹
- 6 = Blue (UV-resistant Polycarbonate)

Fixture Height

- 0 = 14" OAH without coupling³
- 1 = 14" OAH with 1.5-inch coupling, 12 TPI
- 2 = 24" OAH with 1.5-inch coupling, 12 TPI
- 3 = 30" OAH with 1.5-inch coupling, 12 TPI
- 4 = 14" OAH with 2-inch coupling, 11.5 TPI
- 5 = 24" OAH with 2-inch coupling, 11.5 TPI
- 6 = 30" OAH with 2-inch coupling, 11.5 TPI
- 7 = 14" OAH with 2-inch coupling, 11 TPI⁴
- 8 = 24" OAH with 2-inch coupling, 11 TPI⁴
- 9 = 30" OAH with 2-inch coupling, 11 TPI⁴
- A = No column or frangible coupling, Style 6 cord
- B = 14" OAH with 1.5-inch slot coupling
- C = 24" OAH with 1.5-inch slot coupling
- D = 30" OAH with 1.5-inch slot coupling
- E = 14" OAH with 1.5" x 2" slot coupling, 11.5 TPI
- F = 24" OAH with 1.5" x 2" slot coupling, 11.5 TPI
- G = 30" OAH with 1.5" x 2" slot coupling, 11.5 TPI
- H = No column or frangible coupling, Style 1 cord
- L = 14" OAH with 2" coupling, 11.5 TPI, 22" cord set
- M = 18" OAH with 1.5" x 2" slot coupling, 11.5 TPI
- N = 18" OAH with 1.5-inch coupling
- P = 18" OAH with 2-inch coupling, 11.5 TPI
- Q = 18" OAH with 2-inch coupling, 11 TPI⁴
- S = 20" OAH with 1.5-inch coupling
- T = 20" OAH with 1.5-inch slot coupling
- U = 20" OAH with 2-inch coupling, 11 TPI⁴
- V = 20" OAH with 2-inch coupling, 11.5 TPI
- Z = 16" OAH with 1.5-inch coupling, 12 TPI

Power

- 1 = Current Driven, 50/60 Hz²
- 3 = 95-264 VAC, 50/60 Hz

Arctic Option

- 0 = Without arctic option
- 1 = With arctic option⁵

Notes

- ¹ Not submitted for ETL testing
- ² When powered by a parallel circuit, heater is designed for use at only 120 VAC, ±10%, 50/60 Hz
- ³ Configuration sold with no column and no coupling
- ⁴ Normally used in metric applications
- ⁵ Any current-driven option carries the CE Mark

ETES - X X X X

Energy Cost Savings

One (1) watt LED light source combined with efficient electronics results in significant energy cost reductions.

Isolation Transformer	LED Fixture Load ¹	Incand./ Tungsten Halogen Load	Energy Savings
Fixture with heater on, current driven			
20/25 W or 30/45 W	25 VA	45 W	1.8 times
Fixture with heater off, current driven			
20/25 W or 30/45 W	12 VA	45 W	3.7 times

Notes

- ¹ Fixture load does not include isolation transformer load.

Packaging

Assembled Fixtures	Dimensions of Cartons		Indiv. Weight ¹ lb / kg
	Individual in / cm	15 per box in / cm	
14-inch OAH	20.5 × 6.5 × 6.5 / 52 × 16.5 × 16.5	19.5 × 23.5 × 15.75 / 50 × 60 × 52	2.75 lb 1.25 kg
24-inch OAH	31 × 6.5 × 6.5 / 79 × 17 × 17	29.5 × 23.5 × 15.75 / 75 × 60 × 40	4 lb 1.81 kg
30-inch OAH	37 × 6.5 × 6.5 / 94 × 16.5 × 16.5	36 × 23.5 × 15.7 / 91.5 × 60 × 40	4.75 lb 2.15 kg

Notes

- ¹ Weight based on unpackaged fixture with arctic option.

www.adbsafegate.com

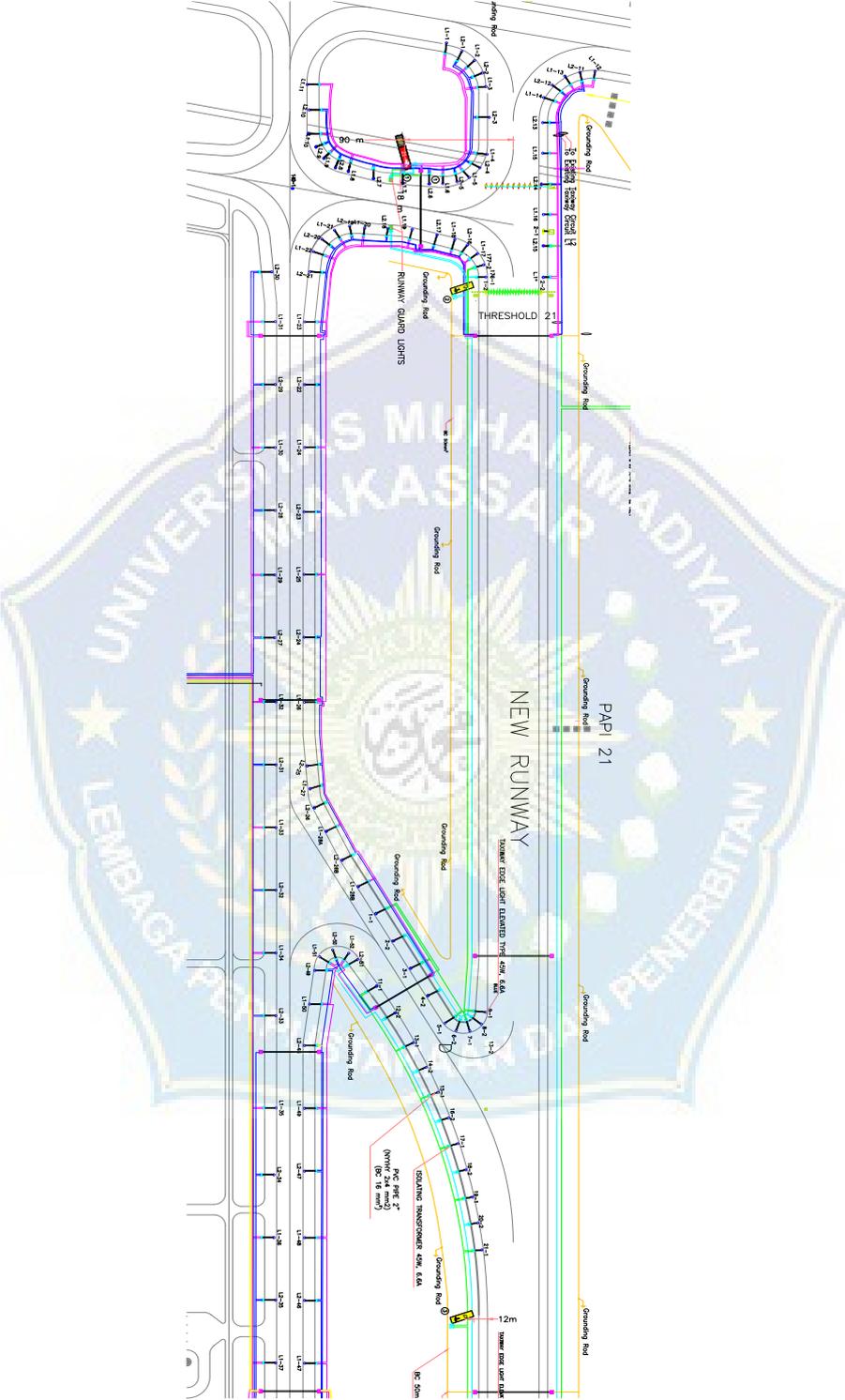
Product specifications may be subject to change, and specifications listed here are not binding. Confirm current specifications at time of order.

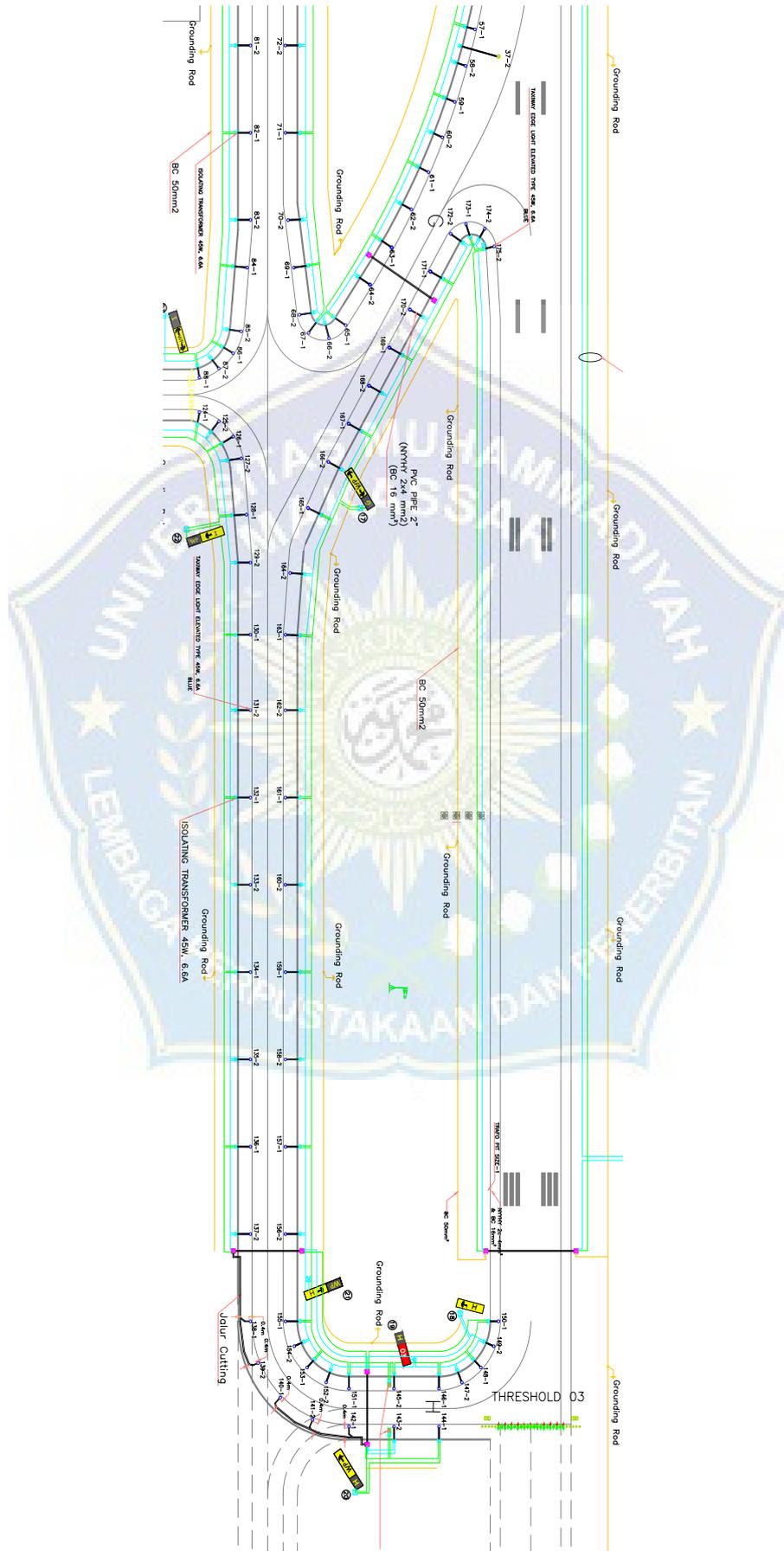
DS-2050_v3.0

2



Gambar Letak Taxiway







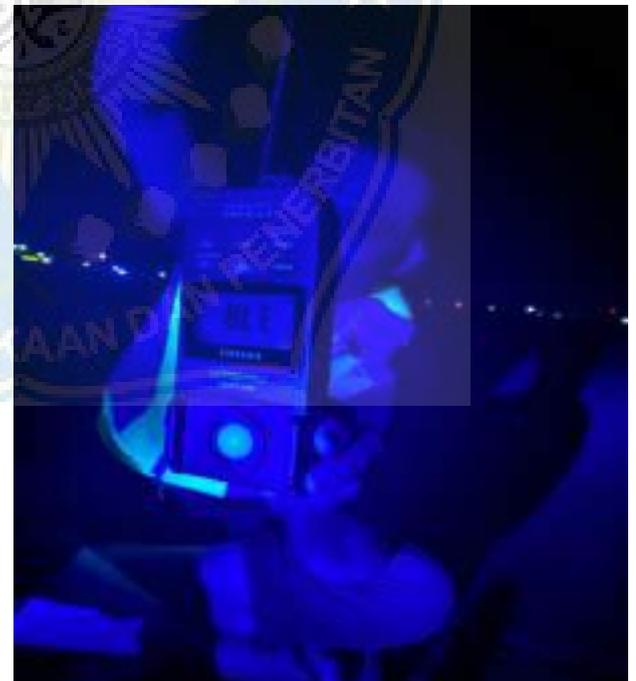
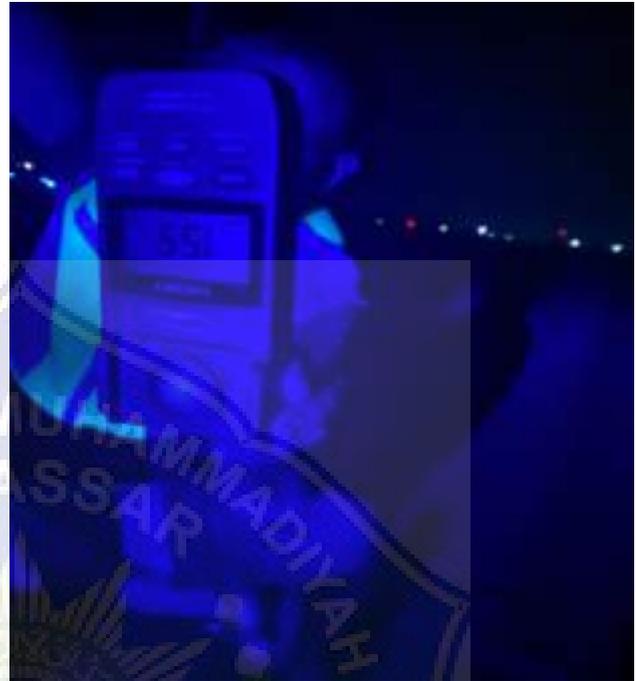
Penggantian 1 buah lampu bipin 45w di TW-WP E.

Penggantian lampu Taxway PK300 45 watt (Taxway 0)
 1 buah dan 2-Pin 45 watt (Taxway 05E) 2 buah



Penggantian lampu p30d 150w 5
 buah RW 31/03

Dokumentasi Hasil Pengecekan intensitas cahaya menggunakan LUX meter pada lampu taxiway jenis LED



Dokumentasi Hasil Pengecekan intensitas cahaya menggunakan LUX meter pada lampu taxiway jenis HALOGEN





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Fajar Nursetyo/Dedy Lesmana

Nim : 105821111716/105821107616

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	25 %	25 %
3	Bab 3	8 %	10 %
4	Bab 4	6 %	10 %
5	Bab 5	5 %	5%

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 27 Juli 2023

Mengetahui,

Kepala UPT Perpustakaan dan Penerbitan,


Nurshani, M.I.P.
UPT PERPUS...
NBM. 964 591

Jl. Sultan Alauddin no 259 makassar 90222
Telepon (0411)866972,881 593,fax (0411)865 588
Website: www.library.unismuh.ac.id
E-mail : perpustakaan@unismuh.ac.id

BAB I - SALMAN 105821104216

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

2%

★ files1.simpkb.id

Internet Source



Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%



BAB II - SALMAN 105821104216

ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

25%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS



PRIMARY SOURCES

1

berikutyang.com

Internet Source

5%

2

sewatama.com

Internet Source

4%

3

repository.usm.ac.id

Internet Source

4%

4

eprints.umm.ac.id

Internet Source

2%

5

www.jurnal.id

Internet Source

2%

6

www.coursehero.com

Internet Source

2%

7

environment-indonesia.com

Internet Source

2%

8

es.scribd.com

Internet Source

2%

9

repository.univ-tridinanti.ac.id

Internet Source

2%

ORIGINALITY REPORT

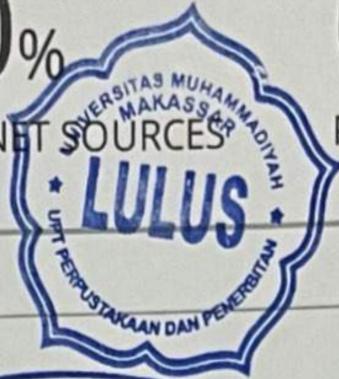
10%
SIMILARITY INDEX

10%
INTERNET SOURCES

0%
PUBLICATIONS

3%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



1 m.liputan6.com
Internet Source 2%

2 repository.uinjambi.ac.id
Internet Source 2%

3 fatimahadlia8.blogspot.com
Internet Source 2%

4 jurnal.umrah.ac.id
Internet Source 2%

5 eprints.undip.ac.id
Internet Source 2%

6 repository.upi.edu
Internet Source 2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

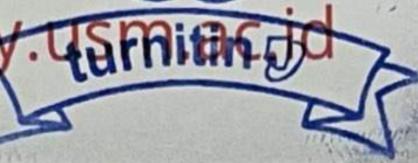
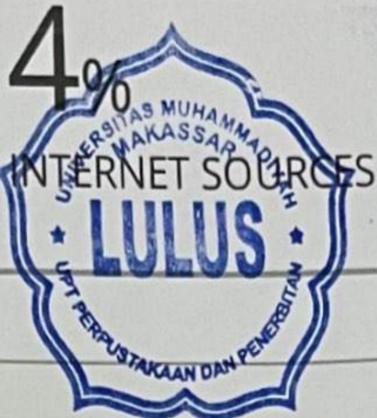
Exclude bibliography On

BAB IV - SALMAN 105821104216

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX



0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repository.usmac.id
Internet Source

4%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%

BAB V - SALMAN 105821104216

ORIGINALITY REPORT

2%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

2%

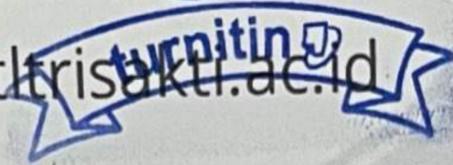
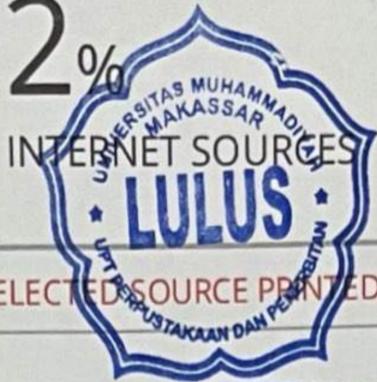
STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

2%

★ proceedings.itlirisakti.ac.id

Internet Source



Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%

