

SKY EAST: Education of Aviation Science and Technology

ISSN 3025-2709 (Online) & ISSN - (Print)

DOI: <https://doi.org/10.61510/skyeast.v1i2.17>

Received: 10/12/2023, Revised: 15/12/2023, Publish: 22/12/2023

This is an open access article under the [CC BY-NC](#) license

Perencanaan Pemasangan Medium Approach Lighting System (MALS) pada Runway 09 di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai - Bali

Dukhan Firman Hakim Wijaya¹, Rifqi Raza Bunahri², Musri Kona³

¹Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: dukhanfirman@poltekbangjyp.ac.id

²Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: rifqiraza@gmail.com

³Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: musrikona78@gmail.com

Corresponding Author: rifqiraza@gmail.com

Abstract: Currently, I Gusti Ngurah Rai International Airport Bali is equipped with a runway 3000 meters long and 45 meters wide which is equipped with an Airfield lighting System (ALS) such as Runway Edge Light, Threshold/Runway end Light, Taxiway Edge Light, Precision Approach Path Indicator (PAPI), and Approach Light as visual landing aids in bad weather conditions or at night. On Runway 27 PALS Category I is installed for 900 meters and a complete Sequence Flashing Light from the first bar to the last bar, however on Runway 09 only a Runway Threshold Indicator Light (RTIL) is installed without an Approach Light. If a pilot wants to land his plane using Runway 09 then the plane only gets the Runway Threshold Indicator Light (RTIL) as a visual landing aid when approaching Threshold, in reality a pilot needs a precise visual reference to approach the runway. In this article, the author uses qualitative research. This research was conducted using field observation methods, located at I Gusti Ngurah Rai International Airport, Bali. So the results obtained are that Bali's I Gusti Ngurah Rai Airport does not have approach lights on runway 09 because it does not have land that allows PALS Category I to be installed there. The Airfield Lighting System at I Gusti Ngurah Rai Airport in Bali is in accordance with the standards contained in Kp 326 of 2019 concerning Standards and Operations of Civil Aviation Safety Regulations (Casr Manual of Standards - Part 139) and SKEP 114 of 2002 concerning Standards for Lighting System Installation Drawings Airport (Airfield Lighting System).

Keywords: *airport, Medium Approach Lighting System (MALS), planning, runway*

Abstrak: Pada saat ini, Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali dilengkapi dengan Landasan pacu (runway) sepanjang 3000 meter dan lebar 45 meter yang dilengkapi dengan Airfield lighting System (ALS) seperti Runway Edge Light, Threshold/Runway end Light, Taxiway Edge Light, Precision Approach Path Indicator (PAPI), dan Approach Light sebagai alat bantu pendaratan visual pada kondisi cuaca buruk atau malam hari. Pada Runway 27 terpasang PALS Category I sejauh 900 meter dan Sequence Flashing Light lengkap mulai dari Bar pertama sampai Bar terakhir, namun pada Runway 09 hanya terpasang Runway Threshold Indicator Light (RTIL) tanpa Approach Light. Jika seorang Pilot yang akan mendaratkan pesawatnya menggunakan Runway 09 maka pesawat tersebut hanya mendapat Runway Threshold Indicator Light (RTIL) sebagai alat bantu pendaratan visual saat mendekati

Threshold, pada kenyataannya seorang pilot membutuhkan referensi visual yang presisi untuk mendekati landasan pacu. Dalam artikel ini, penulis menggunakan jenis penelitian kualitatif, Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi dilapangan, berlokasi di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. Sehingga memperoleh hasil Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali tidak memiliki lampu Approach pada runway 09 karena tidak memiliki lahan yang memungkinkan untuk dipasang PALS Category I disana. Airfield Lightig System pada Bandar udara I Gusti Ngurah Rai Bali sudah sesuai dengan standar yang tertuang dalam Kp 326 Tahun 2019 Tentang Standar Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (Manual Of Standar Casr – Part 139) dan SKEP 114 Tahun 2002 Tentang Standar Gambar Instalasi Sistem Penerangan Bandar Udara (*Airfield Lighting System*).

Kata kunci: bandar udara, Medium Approach Lighting System (MALS), perencanaan, landasan pacu

PENDAHULUAN

Saat ini, dengan diperkenalkannya pesawat penumpang berbadan lebar generasi baru, sejumlah kargo dapat dimuat di hampir setiap penerbangan, bahkan dengan muatan penumpang penuh. Pemuatan dan penanganan yang terampil akan meningkatkan jumlah yang diterbangkan (Bunahri ,2023). Dalam rangka pengembangan Bandara I Gusti Ngurah Rai, maka pihak penyelenggara melakukan kegiatan dengan mengembangkan fasilitas pada landasan dikarenakan semakin meningkatnya perkembangan transportasi udara di wilayah Bali, untuk itu perlu dilakukan penyesuaian terhadap kebutuhan infrastruktur pendukung baik sisi darat maupun sisi udara yang memadai untuk keperluan tersebut Pusat & Udara (2022) maka pengembangan infrastruktur sangat diperlukan, Taula (2017) Pembangunan infrastruktur tersebut adalah pengembangan terminal penumpang, parkir pesawat (apron), tempat parkir kendaraan, pembangunan menara (tower) dan pemasangan peralatan operasi penerbangan berupa Instrument Landing System (ILS) dan DVOR (Doppler Very High Frequency Omni Radio Range) serta peralatan pendukung yaitu Approach Light System yang merupakan peralatan navigasi pada kedua ambang landasan untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan penerbangan (Hety Nia Marwati ,2022). Terkait dengan pemasangan beberapa peralatan alat bantu navigasi udara dalam mendukung pengoperasian landasan Bandara, maka sistem pengaturan lalu lintas udara yang lama saat ini sudah tidak memungkinkan untuk mengakomodasi sistem pengaturan lalu lintas udara yang baru (Gulo, 2020).

Dikutip dari Nur dan Ningrum (2017) Approach Light System dapat dipasang di kedua ambang landasan, meningkatkan pergerakan pesawat udara dan meningkatkan keselamatan penerbangan. Seluruh fasilitas elektronika dan listrik harus memiliki kualitas yang memadai, baik dari sudut pandang teknis maupun operasional, agar pelayanan penerbangan aman dan aman. Sultan (2023) Peralatan elektronika dan listrik fasilitas harus memenuhi persyaratan standar gambar Precision Approach Light System pada dua ambang landasan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Puspita (2013) Approach Lighting System merupakan daerah penerangan yang memberikan petunjuk kepada pilot untuk pendekatan ambang landasan agar mudah mengarahkan pesawat menuju ke landasan saat melakukan pendaratan, dan dipasang pada perpanjangan landasan dengan beberapa macam konfigurasi. Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai berkonfigurasi PALS (Precision Approach Light System) Category I panjang 900m dari ujung runway, dengan konfigurasi terdapat 30 bar, jarak antar bar adalah 30m, setiap bar terdiri dari lima lampu approach. Cross Bar berada pada bar ke 21, dimana jumlah lampu cross bar di satu sisinya berjumlah delapan buah lampu dan total lampu cross bar berjumlah 16 lampu.

Fenomena yang terjadi saat ini pada PT Angkasa Pura I Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali belum adanya Approach Light pada runway 09 yang terpasang. Arya (2020) Approach Light merupakan fasilitas yang seharusnya sudah terpasang disetiap runway nya pada Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai, dilihat dari tingginya jumlah penerbangan yaitu per maret 2023 sebanyak 5.130 penerbangan yang ada pada Bandar Udara di Bali. Hal ini karena Bali adalah kota yang menjadi tujuan para wisatawan dalam negeri maupun luar negeri. Ditambah dengan adanya rencana pembangunan yang akan dilakukan di Bandar Udara Bali, PT Angkasa Pura I Bandara I Gusti Ngurah Rai Bali akan melaksanakan penambahan bangunan guna mencapai target jumlah penumpang pertahun yang semula 24 juta pertahun menjadi 32-35 juta pertahun. Pada master plan yang sudah ada di tahun 2025 rencana pembangunan terminal internasional yang akan dibuat yaitu pada daerah bagian barat bandara lokasi dekat dengan posisi Runway 09 sehingga akan membuat banyaknya lampu yang akan mengganggu visibilitas dari penerbang. Untuk meningkatkan faktor keselemanan di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai peneliti merencanakan untuk memasang Approach Light di runway 09.

Pada saat ini, Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali dilengkapi dengan Landasan pacu (Runway) sepanjang 3000 meter dan lebar 45 meter yang dilengkapi dengan Airfield lighting System (ALS) seperti Runway Edge Light, Threshold/Runway end Light, Taxiway Edge Light, Precision Approach Path Indicator (PAPI), dan Approach Light sebagai alat bantu pendaratan visual pada kondisi cuaca buruk atau malam hari. Pada Runway 27 terpasang PALS Cat 1 sejauh 900 meter dan Sequence Flashing Light lengkap mulai dari Bar pertama sampai Bar terakhir, namun pada Runway 09 hanya terpasang Runway Threshold Indicator Light (RTIL) tanpa Approach Light. Jika seorang Pilot yang akan mendaratkan pesawatnya menggunakan Runway 09 maka pesawat tersebut hanya mendapat Runway Threshold Indicator Light (RTIL) sebagai alat bantu pendaratan visual saat mendekati Threshold, pada kenyataannya seorang pilot membutuhkan referensi visual yang presisi untuk mendekati landasan pacu. Jika memungkinkan secara fisik, sebuah Approach seharusnya disediakan untuk melayani landasan pacu (ICAO Annex 14 Aerodrome volume 1 hal. 5-32)

Melihat penjelasan serta fenomena yang telah dijelaskan diatas maka peneliti ingin mengkaji lebih dalam terkait “Perencanaan Pemasangan MALS pada Runway 09 Di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali.

KAJIAN PUSTAKA

A. *Airfield Lighting System*

Dikutip dari Indah (2020) Sistem Penerangan Bandar Udara (Airfield Lighting System) adalah alat bantu pendaratan visual yang berfungsi membantu dan melayani pesawat udara yang melakukan tinggal landas, mendarat dan melakukan taxi agar dapat bergerak secara efisien dan aman. Putri (2022) Fasilitas ini terdiri dari lampu-lampu khusus yang memberikan isyarat visual dan informasi kepada penerbang, terutama selama pendaratan atau tinggal landas. Konfigurasi, warna, dan intensitas cahaya dari lampu lampu tertentu ini diatur untuk memberikan isyarat dan informasi visual ini. Pada umumnya, saat penerbang melakukan pendaratan atau tinggal landas, mereka lebih bergantung pada penglihatan mereka ke luar pesawat daripada pada instrumen yang ada di cockpit.

B. *Approach Light*

Dikutip dari Arya (2020) pendaratan visual yang berfungsi memberikan informasi/panduan secara visual kepada penerbang mengenai arah menuju landas pacu pada saat terakhir akan mendarat (final approach). Taraja (2022) Approach Light

merupakan konfigurasi susunan lampu-lampu yang terpasang simetris dari ujung perpanjangan landas pacu pada approach area sampai dengan ambang landas pacu (threshold). Salah satu dari jenis runway berikut ini dimaksudkan untuk operasional pesawat udara dengan prosedur pendekatan instrumen(instrument approach) :

1. Non-precision approach runway. Runway Instrument yang melayani penerbangan dengan alat bantu visual dan non visual menyediakan sedikitnya panduan arah yang straight-in approach.
2. Precision approach runway, kategori I. Runway Instrumen yang dilengkapi dengan ILS atau MLS dan alat bantu visual yang dimaksudkan untuk operasi dengan decision height tidak kurang dari 60 m (200 kaki) dan jarak pandang tidak kurang dari 800 m atau kisaran jarak pandang landas pacu (Runway Visual Range) tidak kurang dari 550 m.
3. Precision approach runway, kategori II. Runway Instrumen yang dilayani oleh ILS atau MLS dan alat bantu visual yang dimaksudkan untuk operasi dengan decision height kurang dari 60 m (200 kaki) tetapi tidak kurang dari 30 m (100 kaki) dan kisaran jarak pandang landas pacu (runway visual range) tidak kurang dari 300 m.
4. Precision approach runway, kategori III. Runway Instrumen yang dilengkapi dengan ILS atau MLS pada dan di sepanjang permukaan landas pacu (runway).

C. *Runway Guard Light*

Simanjuntak (2022) Runway Guard Light berfungsi untuk memperingatkan para pilot bahwa mereka akan memasuki runway ketika mereka berada di taxiway. Jika memungkinkan, lampu tersebut harus dipasang pada semua taxiway secara bersamaan. Runway Guard Light berada pada jarak yang sama dengan garis tengah taxiway, atau centerline taxiway. Itu tidak lebih dari 3 meter dan tidak lebih dari 5 meter di luar tepi taxiway. Sinta (2023) Runway Guard Light harus ditempatkan di seberang taxiway keseluruhan, termasuk fillet, holding bays, dan lainnya. Lampu harus ditempatkan pada jarak 3m dari runway holding position. Runway Guard Light memancarkan warna kuning ketika masing-masing pasangan dinyalakan secara bergantian dengan tiga puluh hingga enam puluh siklus per menit. Waktu diam dan menyala harus sama untuk setiap lampu dan harus dilakukan secara bergantian. Salah satu produk ADB adalah lampu penjaga runway 100 watt di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai - Bali.

D. *Advance Docking Guidance System*

Advanced Docking Guidance System (ADGS) adalah teknologi yang memungkinkan pesawat bergerak menuju parkir pesawat. Alat ini akan menunjukkan arah dan jarak dari titik parkir melalui layar LED untuk memandu pilot. Saat ini, seorang marshall melakukan tugas ini dengan hanya menunjukkan arah tanpa memberikan informasi jarak jauh.

E. *Medium Approach Lighting System*

Dikutip dari Destisari Amalia (2020) Medium Approach Lighting System (MALS) Medium Approach Lighting System (MALS) digunakan jika precision approach tidak ada atau dibenarkan. Sistem penerangan runway akan menggunakan jenis intensitas menengah Dalam sistem ini, batang lampu (light bar) harus dipasang pada 60 m garis tengah dan memanjang ke luar sejauh 420 m dari threshold. Jika

diperbolehkan, condenser discharge light dapat dipasang di tiga bar luar. Susunan MALS harus terdiri dari konfigurasi lampu yang menyala dengan tetap (steady burning light) yang disusun secara simetris pada dan di sepanjang perpanjangan garis tengah runway. Sistem ini berawal sekitar 60m dari runway threshold dan berakhir 420 m dari threshold.

F. Constant Current Regulator (CCR)

Dikutip dari Nurhayati & Maisura (2021) Constant Current Regulator adalah suatu unit peralatan yang berfungsi sebagai penyedia power supply arus tetap bagi peralatan lighting system dengan series Circuit. Untuk memenuhi kebutuhan listrik dari rangkaian lampu penerangan Airport Lighting System, termasuk lampu lintasan, lampu taxiway, lampu PAPI, dan lampu approach, regulator arus konstan berfungsi untuk menjaga arus konstan. Model alat ini dirancang dengan lima tingkatan arus tingkatan dan memiliki berbagai tingkat intensitas cahaya. Ada 2,8 ampere dalam langkah pertama, 3,4 ampere dalam langkah kedua, 4,1 ampere dalam langkah ketiga, dan 6,6 ampere dalam langkah keempat.

G. Series Transformator

Dikutip dari Kurniawan (2023) Transformator seri dimaksudkan untuk menyediakan penerangan darat bandar udara dari rangkaian seri. Gulungan utama semua transformator di sirkuit tertentu dihubungkan ke rangkaian dan dilengkapi dengan regulator konstanta arus untuk memastikan tegangan tinggi, kontinuitas, dan isolasi lampu runway seri bertegangan rendah. Semua personel operasi mendapatkan keamanan yang lebih baik dengan seri Transformator ini. Isolating transformer (series trafo) type water proof , dan dapat ditanam di dalam tanah atau ditempatkan pada pit trafo. Setiap series trafo dilengkapi dengan 2 (dua) sambungan kabel primer dan 1 (satu) sambungan sekunder yang menjadi satu kesatuan desain.

H. Under Ground Cable

Semua kabel yang ditanam di dalam tanah harus dilengkapi dengan metal armoring dan tahan terhadap rayap dan bahan kimia. Khusus untuk kabel primer AFL sesuai menggunakan kabel tipe FL2XCY 1 x 6 mm² 5000 V. Untuk kabel sekunder digunakan kabel tipe NYHYH dengan ukuran 2 x 2,5 mm².

I. Primary Connector

Primary Connector berfungsi sebagai penyambung kabel primer atau power supply.

Type: CKE 52

Plugs and Connector

Connector Kit Male: 58 gr

Connector Kit Female: 48gr

J. Two Pole Plug (Secondary Connector)

Two Pole Plug berfungsi sebagai penghubung kabel dari trafo series ke kabel yang tersambung ke lampu.

Type: SCK type

Connector Kits: Two-pole

Core Cable: One Two

FAA: AC 150/5345-26 (L-823)

ICAO: Aerodrome Design Manual Part 5, Electrical Systems

METODE

Dalam artikel ini, penulis menggunakan jenis penelitian kualitatif. Dikutip dari Fadli (2021) bahwa dengan menggunakan jenis penelitian kualitatif maka peneliti dapat memahami subjek dan memahami kehidupan sehari-hari mereka. Penelitian kualitatif melibatkan peneliti untuk mendapatkan pemahaman tentang konteks dan fenomena alami yang diteliti. Setiap fenomena berbeda dari yang lain karena konteksnya yang berbeda.

Wahyudin (2017) Tujuan dari penelitian kualitatif adalah untuk mendapatkan pemahaman tentang kondisi konteks melalui penjelasan yang rinci dan mendalam tentang kondisi dalam lingkungan alami (natural setting). Dikutip dari Bunahri (2023) Tinjauan literatur sistematis adalah metode penelitian yang dilakukan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi dan menafsirkan semua penelitian yang relevan dengan pertanyaan penelitian tertentu, bidang topik, atau fenomena yang menarik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apa yang sebenarnya terjadi di lapangan studi.

Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi dilapangan, berlokasi di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai - Bali. Dilaksanakan mulai tanggal 16 Maret 2023 sampai dengan 11 Agustus 2023. Pada Unit Electrical yang merupakan salah satu unit kerja dari Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai yang mempunyai tugas dan tanggung jawab mengoperasikan, merawat dan melaksanakan perbaikan terhadap seluruh peralatan fasilitas listrik. Fasilitas listrik meliputi ALS (Airfield Lighting System) yang biasa digunakan sebagai pemandu visual bagi pilot untuk Take-off dan landing pesawat, sistem pembangkit dan Transmisi Distribusi. Unit ini bertempat di gedung Main Power House 2 (MPH).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyikapi pembangunan yang akan dilakukan pada bagian barat Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai yang dekat dengan posisi Runway 09 dan tindakan preventif untuk menghindari insiden JT 904 terjadi lagi maka penulis membuat sebuah rancangan untuk mengadakan MALS pada Runway 09 yaitu:

A. Medium Approach Lighting System (MALS)

Pemasangan MALS dengan Panjang 420 m dengan jumlah lampu 45 buah dan bar sebanyak 7 buah menggunakan lampu elevated LED dengan SQFL sebanyak 3 buah, seperti gambar berikut.



Gambar 1. Rancangan MALS

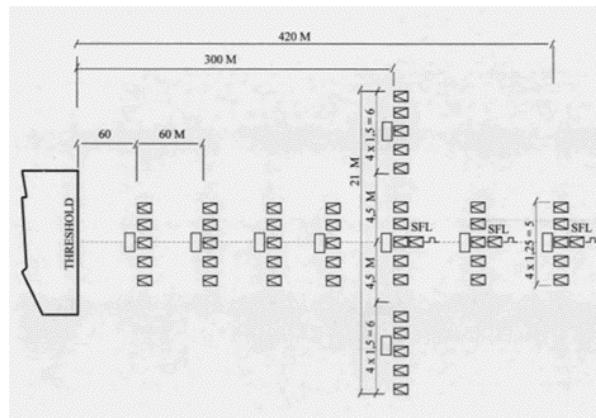
Medium Approach Lighting System (MALS) Berdasarkan standar aturan (referensi).

Referensi yang digunakan yaitu:

1. Annex 14 volume I, 5th Edition, Aerodrome and Design and Operation

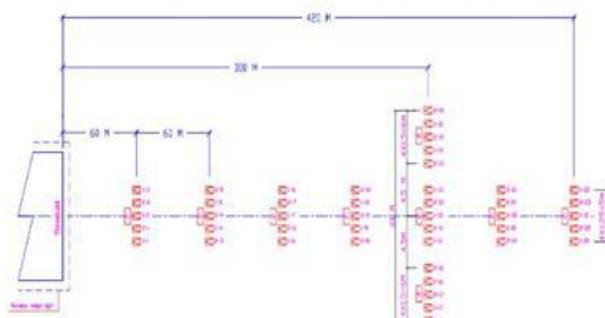
2. KP 262 tahun 2017 tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan bagian 139 (MOS – Manual of Standard CASR part 139) Volume I Bandar Udara
3. KP 2 tahun 2013 tentang Kriteria Penempatan Peralatan dan Utilitas Bandara Udara
4. SKEP 114/VI/2002 tentang Standar Gambar Instalasi Penerangan Bandar Udara (Airfield Lighting System).

Sebuah garis Cahaya melintang pada perpanjangan landas pacu (runway) terdiri dari 45 unit lampu, dimana memungkinkan berjarak 420 meter dari ambang landas pacu (threshold) dengan sebuah garis cahaya.



Gambar 2. Konfigurasi MALS

Melintang (crossbar) sepanjang 21 meter pada jarak 300 m dari ambang landsasan. Pada setiap bar lampu MALS memiliki jarak antar bar yaitu 60 m.



Gambar 3. Konfigurasi MALS

MALS (Medium Approach lighting System) menurut KP 262 Tahun 2017 Tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (MOS – Manual of Standard CASR Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodrome) antara lain:

1. Medium Approach lighting System (MALS) digunakan jika precision approach tidak ada atau dibenarkan. Sistem penerangan runway akan menggunakan jenis intensitas menengah.
2. Medium Approach lighting System (MALS) harus terdiri dari batang- batang lampu pada 60 m garis tengah yang memanjang ke luar sejauh 420 m dari threshold.

3. Susunan MALS harus terdiri dari konfigurasi lampu yang menyala dengan tetap (steady burning light) yang disusun secara simetris dan di sepanjang perpanjangan garis tengah runway.
4. Medium Approach lighting System (MALS) berawal sekitar 60 m dari runway threshold dan berakhir 420 m dari threshold.
5. Jika memungkinkan, dapat dipasang condenser discharge light di tiga batang (bar) luar.
6. Lampu crossbar harus diberi jarak 1,5 m tiap lampu untuk menghasilkan efek linier.
7. Jika digunakan crossbar berukuran 21 m, maka rentangnya (gap) berada di masing – masing sisi garis tengah. Rentang (gap) ini harus dibuat minimum untuk memenuhi persyaratan lokal dan tidak boleh lebih dari 6 m.
8. Medium Approach lighting System (MALS) harus terdiri dari sebaris lampu di garis tengah runway yang memanjang, dan sebisa mungkin melebihi jarak yang tidak kurang dari 420 m dari threshold dengan sebaris lampu yang membentuk crossbar sepanjang 21 m.
9. Pengaturan sudut elevasi lampu pada tiap – tiap bar sesuai dengan SKEP 114/VI/2002 tentang Standar Gambar Instalasi Penerangan Bandar Udara (Airfield Lighting System) adalah sebagai berikut:
Bar 1 – bar 2 : 6°
Bar 3 – bar 7 : 5,5°

Pemasangan approach light disesuaikan dengan sudut elevasi lampu yang telah ditetapkan, sudut elevasi lampu dari jarak terjauh 420 m sampai dengan 360 m yaitu dari bar 1 sampai bar 2 harus memiliki sudut elevasi lampu kurang lebih yaitu 6° dan kemudian untuk lampu yang ditempatkan pada jarak 300 m sampai dengan 60 m memiliki sudut elevasi lampu yaitu 5,5°.

Kelebihan menggunakan MALS diantaranya:

1. Keuntungan menggunakan mals yaitu tentu saja akan membantu pilot dalam menentukan ketinggian, arah, dan posisi pesawat saat mereka mendekati landasan pacu. Dengan memberikan panduan visual yang jelas, sistem ini meningkatkan keselamatan penerbangan, terutama dalam kondisi cuaca buruk atau cahaya rendah
2. Jauh lebih hemat jika dibandingkan dengan pals dalam segi cost.
3. Meningkatkan kepercayaan diri pilot saat akan melakukan landing karena melihat lampu sebagai alat bantu visual sebuah pendaratan.
4. Karena berbasan langsung dengan laut, tentu akan menyulitkan jika menginstalasi 30 bar oleh karena itu peneliti memilih mals yang hanya menggunakan 7 bar.

B. Menghitung Kapasitas CCR

1. MALS

Untuk MALS menggunakan 2 circuit dengan perhitungan sebagai berikut:

- Circuit 1:

- Total daya lampu = 65 watt x 23 lampu
= 1495 watt
- Panjang kabel Primer = 4300 m
- Trafo = 23 buah (65 watt)
- Panjang kabel Sekunder = 69 m
- R kabel primer = $\rho LA = 0,018 \times 4300 \times 69 = 12,9 \text{ ohm}$
- Losses daya pada kabel = $I^2 \times R = 6,62^2 \times 12,9 = 561,924 \text{ watt}$

- R kabel sekunder = $\rho LA = 0,018692,5 = 0,5$ ohm
- Losses daya kabel sekunder = $I^2 \cdot R = 6,62 \cdot 0,5 = 21,78$ watt
- Total daya pada circuit = $1495 + 561,924 + 21,78$
= 2.078,704 watt
- $= 2.598,38$ va

Maka kapasitas CCR yang dibutuhkan pada circuit 1 yaitu sebesar 4 kVA

- Circuit 2

- Total daya lampu = 65 watt x 22 lampu
= 1.430 watt
- Panjang kabel Primer = 4300 m
- Trafo = 22 buah (65 watt)
- Panjang kabel sekunder = 66 m
- R kabel Primer = $\rho LA = 0,01843006 = 12,9$ ohm
- Losses daya pada kabel = $I^2 \cdot R = 6,62 \cdot 12,9 = 561,924$ watt
- R kabel sekunder = $\rho LA = 0,018662,5 = 0,4752$ ohm
- Losses daya pada kabel sekunder = $I^2 \cdot R = 6,62 \cdot 0,4752 = 20,7$ watt
- Total daya pada circuit = $1430 + 561,924 + 20,7$
= 2.012,624 watt = 2.515,8 va

Maka kapasitas CCR yang dibutuhkan untuk circuit 2 adalah 4 kVA

2. Penghitungan MCCB dan ukuran kabel untuk input CCR

- $P = V \times I \times \sqrt{2} \times \cos \phi$
- $4000 = 380 \times I \times \sqrt{2} \times 0,8$
- $I = 4000 / 380 / \sqrt{2} / 0,8$
- $I = 9$ Ampere
- $125\% \times 9 = 11,25$ Ampere
- Karena tidak ada ukuran MCCB 11,25 Ampere di pasaran maka digunakan ukuran yang terdekat yaitu ukuran 16 Ampere.

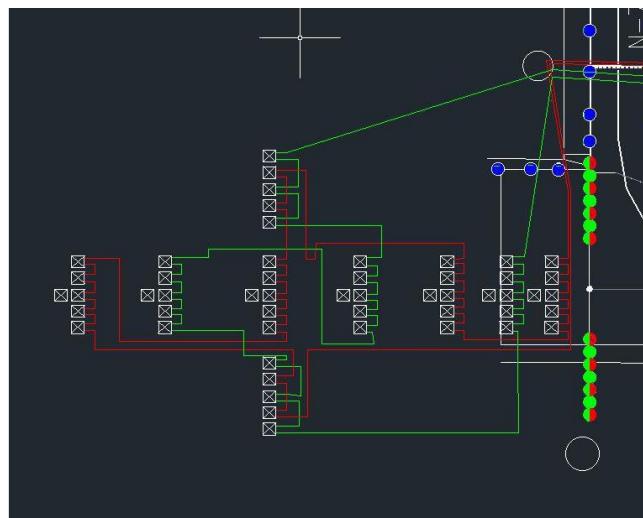
3. Penghitungan ukuran kabel yang digunakan untuk input CCR

- $A = I \times 125\%$
- $A = 9 \times 1,25$
- $A = 11,25$ KHA (Kuat Hantar Arus)
- Karena KHA tidak melebihi Ampere maka menggunakan kabel NYHY berukuran $3 \times 1 \text{ mm}^2$

4. Gambar Perencanaan jalur kabel pada runway 09



Gambar 4. Jalur kabel MALS 09



Gambar 5. Sirkuit pada MALS di 09

KESIMPULAN

Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali tidak memiliki lampu Approach pada runway 09 karena tidak memiliki lahan yang memungkinkan untuk dipasang PALS Category I disana. Airfield Lightig System pada Bandar udara I Gusti Ngurah Rai Bali sudah sesuai dengan standar yang tertuang dalam Kp 326 Tahun 2019 Tentang Standar Dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (Manual Of Standar Casr – Part 139) dan SKEP 114 Tahun 2002 Tentang Standar Gambar Instalasi Sistem Penerangan Bandar Udara (Airfield Lighting System).

REFERENSI

- Arya, P., Achmad, A., Prabowo, S., Politeknik, S., & Surabaya, P. (2020). Smart Monitoring Sudut Kemiringan Lampu Medium Apporach Light (Mals) Berbasis Mikrokontroller Di Lombok International Airport. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP)*, 1–5.
- Bunahri, R. R. (2023). Factors Influencing Air Cargo Business : Business Plan and Strategy , Professional Human Resources , and Airlines ' Performance. *Journal of Accounting and Finance Management*, 4(2), 220–226.
- Bunahri, R. R., Supardam, D., Prayitno, H., & Kuntadi, C. (2023). *Determination of Air Cargo Performance : Analysis of Revenue Management , Terminal Operations , and Aircraft Loading (Air Cargo Management Literature Review)*. 4(5), 833–844.
- Destisari Amalia, Hendro Widiarto, & Asep Samanhudi. (2020). Perencanaan Perubahan Konfigurasi Precision Approach Lighting System (PALS) Category I Limited Menjadi Medium Approach Lighting System (MALS) Di Bandar Udara Husein Sastranegara – Bandung. *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, 13(02), 37–48. <https://www.journal.ppicurug.ac.id/index.php/jurnal-ilmiah-aviasi/article/view/246>
- Fadli, M. R. (2021). *Memahami desain metode penelitian kualitatif*. 1271, 33–54. <https://doi.org/10.21831/hum.v2i11>.
- Gulo. (2020). *Evaluasi Perhitungan Tebal Perkerasan Landasan Pacu (Runway) Bandar Udara Binaka-Gunungsitoli, Nias*.
- Hety Nia Marwati. (2022). Analisis Koordinasi Tim Unit Apron Movement Control (AMC) Dalam Penanganan Parkir Pesawat di Bandar Udara Sultan Hasanuddin Makassar. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(5), 2187–2200. <https://doi.org/10.55927/mudima.v2i5.318>
- Indah, N., Jurusan, S., Penerbangan, K., Penerbangan, K., Surabaya, P., & Jemur Andayani, J.

- (2020). Optimalisasi Fasilitas Airfield Lighting System Sebagai Penunjang Pelayanan Navigasi Dan Keselamatan Penerbangan Di Bandar Udara Tambolaka. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP)*, 1–9.
- KURNIAWAN, H. (2023). *SISTEM BANK KAPASITOR DI MAIN SWITCH STATION TAMBANG AIR LAYA PT. BUKIT ASAM Tbk.* 1, 1–14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/>
- Nur, Z., & Ningrum, F. (2017). *Rancangan Kontrol dan Monitoring Constant Current Regulator (CCR) pada Precision Approach Path Indicator (PAPI) Menggunakan Android Berbasis Arduino di Bandar Udara Internasional Lombok.* 61–70.
- Nurhayati, N., & Maisura, B. (2021). Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Nyala Lampu dengan Menggunakan Sensor Cahaya Light Dependent Resistor. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5(2), 103. <https://doi.org/10.22373/crc.v5i2.9719>
- Pusat, P., & Udara, P. (2022). *Kebutuhan Approach Light System pada Kedua Ambang Landasan Bandara Sultan Hasanuddin-Makassar untuk Meningkatkan Kapasitas Pergerakan Pesawat Udara.* 38(2), 168–179.
- Puspita, H., Jurusan, K., Elektro, T., & Nurtanio, U. (2013). *ANALISA KERUSAKAN RETRACTABLE LANDING LIGHT PADA PESAWAT BOEING 737-200.* 3(1), 31–42.
- Putri. (2022). *Kajian Pengendalian Pemanfaatan Ruang Pada Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan (KKOP) Sultan Syarif Kasim II Kota Pekanbaru.*
- Simanjuntak, R. P., Aulia, R., & N, S. D. (2022). *Sistem Monitoring Runway Guard Light Menggunakan Power Line Carier di Bandara Kualanamu Deli Serdang Runway Guard Light Monitoring System Using Power Line Carier at Kualanamu Airport Deli Serdang.* 5, 109–115.
- Sinta. (2023). *PERANCANGAN TERMINAL PENUMPANG 2 BANDARA INTERNASIONAL RADIN INTEN II LAMPUNG DENGAN TERAPAN PASCA-PANDEMI.*
- Sultan, M., Hidayat, A., Duyo, R. A., Hasanuddin, Z. B., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., Makassar, U. M., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., Makassar, U. P., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Hasanuddin, U. (2023). *ANALISIS PROSES TRANSFER LOAD UNTUK MENCAPAI TEGANGAN GENERATOR SAMA DENGAN TEGANGAN PADA BUSBAR.* 15, 1–10.
- Taraja, K. N., Hariyadi, S., Kusumayati, L. D., & Area, A. (2022). *PROTOTYPE GYROSCOPE SEBAGAI ALAT BANTU KALIBRASI.* 1–8.
- Taula, A. D., Jansen, F., & Rumayar, A. L. E. (2017). *PERENCANAAN PENGEMBANGAN BANDAR UDARA KASIGUNCU KABUPATEN POSO PROVINSI SULAWESI TENGAH.* 5(5), 273–284.
- Wahyudin. (2017). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka dan Studi Lapangan. *Pre-Print Digital Library UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 6(1), 1–6.