



Rancangan Pemasangan *Medium Approach Lighting System* pada Runway 33 di Bandar Udara Wiriadinata Tasikmalaya

Arya Reistu Pradipta¹ Feti Fatonah² Muhammad Zaky Isdy³

Program Studi Diploma IV Teknik Listrik Bandara, Politeknik Penerbangan Indonesia Curug,
Tangerang, Banten, Indonesia^{1,2,3}

Email: aryareistupradipta@gmail.com¹ feti_fatonah@yahoo.co.id² zaky.isdy@ppicurug.ac.id³

Abstrak

Bandar Udara Wiriadinata Tasikmalaya merupakan bandar udara kategori *Non Precision Approach* yang pada Runway 33 saat ini hanya dilengkapi *Runway Threshold Identification Light* (RTIL). Kondisi tersebut belum memberikan panduan visual yang optimal bagi pilot, terutama saat jarak pandang menurun akibat kabut dan curah hujan tinggi. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya meningkatkan keselamatan operasi penerbangan melalui perancangan *Medium Approach Lighting System* (MALS) pada Runway 33. Tujuan penelitian adalah menghasilkan rancangan MALS yang sesuai dengan ketentuan teknis dan kondisi eksisting Bandar Udara Wiriadinata. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) Tingkat 1 karena penelitian berfokus pada pengembangan produk berupa rancangan tanpa implementasi fisik. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur, sedangkan analisis rancangan mengacu pada ICAO Annex 14 dan SKEP Nomor 114 Tahun 2002. Hasil penelitian menghasilkan rancangan MALS sepanjang 420 meter yang terdiri atas tujuh *barrette* dengan jarak 60 meter serta *crossbar* pada jarak 300 meter. Rancangan juga mencakup penyesuaian elevasi, tinggi tiang, jalur kabel, kapasitas catu daya, dan spesifikasi instalasi sesuai kondisi eksisting. Produk yang dihasilkan berupa *Detail Engineering Design* (DED), Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan Rencana Kerja Syarat (RKS) yang telah divalidasi. Berdasarkan hasil penelitian, rancangan MALS telah memenuhi konfigurasi dan ketentuan teknis yang digunakan sehingga dapat menjadi acuan pengembangan fasilitas *Approach Lighting System* pada Runway 33. Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk mengembangkan rancangan ke tahap implementasi fisik serta melakukan pengujian kinerja dan evaluasi efektivitas MALS terhadap keselamatan operasi pada kondisi jarak pandang rendah.

Kata Kunci: MALS, Approach Lighting System, Bandar Udara Wiriadinata



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Keselamatan operasi penerbangan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan fasilitas pendukung, salah satunya *Airfield Lighting System* (AFL) yang berfungsi memberikan panduan visual kepada penerbang (Bandar & Halim, 2024). Pada kondisi jarak pandang rendah akibat kabut, hujan, maupun kondisi cuaca buruk lainnya, keberadaan *Approach Lighting System* (ALS) menjadi penting untuk membantu penerbang memperoleh referensi visual terhadap posisi dan arah runway (Primadi Candra, Reza Fauzi, 2020). Bandar Udara Wiriadinata Tasikmalaya merupakan bandar udara kategori *Non-Precision Approach* yang pada Runway 33 saat ini hanya dilengkapi *Runway Threshold Identification Light* (RTIL). Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan personel teknis, wilayah bandar udara memiliki kondisi geografis dataran tinggi serta berpotensi mengalami kabut dan curah hujan tinggi yang dapat menurunkan visibilitas penerbang. Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas perencanaan MALS pada bandar udara dengan permasalahan panduan visual. (Firman et al., 2023) merancang MALS pada Runway 09 Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai yang sebelumnya belum memiliki *approach lighting* penuh dan menghasilkan konfigurasi MALS sepanjang 420 meter dengan tujuh *bar*. Penelitian lain mengenai perubahan konfigurasi PALS menjadi MALS di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung (Destisari, 2017) serta reposisi MALS di Bandar Udara

Budiarto Curug juga menunjukkan bahwa kondisi eksisting dan karakteristik masing-masing bandar udara memerlukan penyesuaian dalam perencanaan system (Latif, 2024).

Meskipun demikian, penelitian terdahulu belum secara khusus membahas perancangan MALS pada Runway 33 Bandar Udara Wiriadinata dengan mengintegrasikan kondisi topografi, elevasi, tinggi tiang, jalur kabel, kebutuhan catu daya, serta dokumen teknis pelaksanaan dalam satu rancangan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan pada pengembangan rancangan MALS yang disesuaikan dengan kondisi eksisting Wiriadinata, bukan hanya menentukan konfigurasi lampu berdasarkan standar. Rancangan dikembangkan mengacu pada ICAO Annex 14 dan SKEP Nomor 114 Tahun 2002 dengan mempertimbangkan kondisi lapangan yang diperoleh melalui observasi, pengukuran, wawancara, dan studi literatur. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan menghasilkan rancangan pemasangan MALS pada Runway 33 Bandar Udara Wiriadinata yang sesuai dengan ketentuan teknis dan kondisi eksisting, meliputi konfigurasi lampu, elevasi dan tinggi tiang, instalasi kelistrikan, jalur kabel, serta kebutuhan catu daya. Produk penelitian berupa *Detail Engineering Design* (DED), Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan Rencana Kerja Syarat (RKS) diharapkan dapat menjadi acuan teknis dalam pengembangan fasilitas *Approach Lighting System* di Bandar Udara Wiriadinata.

Penelitian Terdahulu yang Relevan

No	Penulis/ Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil	Kontribusi dan relevansi
1	Duhkan Firman Hakim Wijaya, Rifqi Rahza Bunahri, Musri kona	Perencanaan Pemasangan Medium Approach Lighting System (MALS) pada Runway 09 di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai.	Merancang MALS untuk meningkatkan panduan visual pilot pada runway yang belum dilengkapi Approach Light.	Perencanaan menggunakan acuan standar yang berlaku.	Diperoleh rancangan MALS sepanjang 420 m dengan 7 bar dan 45 lampu.	Memberikan acuan konfigurasi dasar MALS dalam meningkatkan panduan visual saat approach. Sebagai referensi perancangan konfigurasi MALS 420 m pada penelitian ini.
2	Anggela Herry Saputra, Zulina Kurniawati, Iwan Koswara	Rancangan Reinstalasi <i>Circuit Medium Approach Lighting System</i> 31 Di Bandar Udara Internasional Zainuddin Abdul Madjid Lombok.	Reinstalasi MALS akibat ketidaksesuaian konfigurasi circuit dan kerusakan kabel.	Analisis kondisi existing, perancangan circuit, dan perencanaan instalasi kabel sesuai standar.	Rancangan dua circuit dan pemasangan pipa sebagai pelindung kabel serta DED, RKS, dan RAB.	Memberikan acuan dalam perancangan sistem kelistrikan, pembagian circuit, dan perlindungan kabel MALS.
3	Ahmad Fahmi Latif, Yenni Arnas, Faroji	Rancangan Reposisi <i>Medium Approach Lighting System</i> Runway 12 di Bandar Udara Budiarto Curug.	Reposisi MALS akibat perpanjangan runway yang menyebabkan posisi MALS existing tidak sesuai standar.	Pengukuran kondisi lapangan, perencanaan instalasi, dan perhitungan sistem kelistrikan berdasarkan SKEP 114 Tahun 2002.	Dihasilkan DED, RKS, dan RAB sebagai acuan pelaksanaan reposisi MALS.	Memberi pendekatan perancangan berdasarkan kondisi existing dan perubahan konfigurasi runway. Relevansi penelitian ini menggunakan data lapangan dan SKEP 114 sebagai dasar perancangan.
4	Ikrar Bakti Baggi Alam, Rifdian I.S, Debby Septyanto I.Z,	Perencanaan Pemasangan Konfigurasi <i>Medium Approach Lighting System</i>	Merancang pemasangan MALS pada Runway 33 untuk meningkatkan	Survei lapangan, perhitungan kebutuhan instalasi, dan analisis elevasi	Diperoleh rancangan MALS sepanjang 420 m	Memberi acuan perancangan MALS dengan mempertimbangkan konfigurasi, instalasi, dan elevasi tanah.

	Abdullah Hayyar	(MALS) Di Runway 33 Bandara Internasional Supadio Pontianak.	keselamatan penerbangan.	tanah sesuai standar.	dengan 7 barrette.	Sangat relevan karena memiliki kesamaan Runway 33, dengan penelitian ini.
5	Destisari Amalia, Hendro Widiarto, Asep Samanhudi	Perencanaan Perubahan Konfigurasi <i>Precision Lighting System</i> (PALS) <i>Category 1 Limited</i> Menjadi <i>Medium Approach Lighting System</i> (MALS) Di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung.	Merubah konfigurasi PALS <i>Category I Limited</i> menjadi MALS karena keterbatasan lahan dan ketidaksesuaian sistem existing terhadap standar ICAO.	Analisis kondisi existing, kebutuhan lahan, konfigurasi MALS, dan sistem kelistrikan.	Diperoleh rancangan MALS sepanjang 420 m beserta kebutuhan instalasi dan sistem kelistrikan.	Memberikan acuan dalam menyesuaikan konfigurasi MALS dengan kondisi existing dan keterbatasan lahan. Relevan dengan penelitian ini dalam aspek penyesuaian rancangan terhadap kondisi lapangan dan sistem kelistrikan.

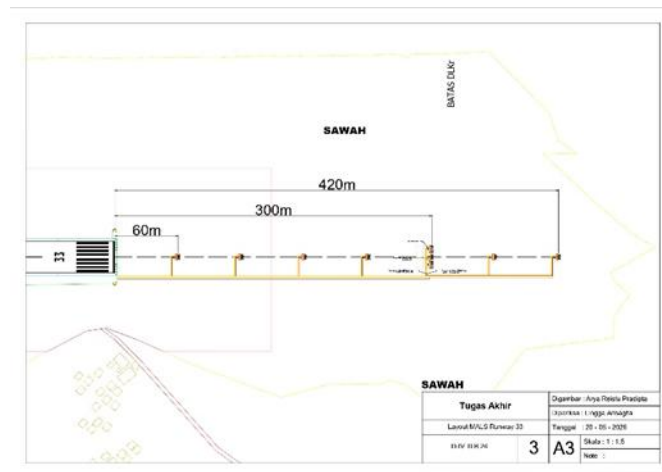
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) Level 1 yang bertujuan menghasilkan rancangan produk tanpa tahap pembuatan dan implementasi (Sugiyono, 2017). Penelitian dilakukan pada area *clear way* Runway 33 Bandar Udara Wiriadinata Tasikmalaya, Jawa Barat, selama Januari – Agustus 2026. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, studi literatur, dan dokumentasi. Data yang diperoleh meliputi kondisi eksisting, elevasi tanah, *obstacle*, *layout* bandar udara, jalur kabel, serta sistem kelistrikan *Airfield Lighting*. Tahapan penelitian meliputi identifikasi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, dan desain tervalidasi. Perancangan MALS dilakukan berdasarkan (ICAO Annex 14, 2017), SKEP Nomor 114 Tahun (2002), dan PR 21 Tahun (2023), meliputi konfigurasi lampu, elevasi dan tinggi tiang, jalur kabel, serta sistem kelistrikan. Desain dibuat menggunakan AutoCAD, sedangkan analisis kelistrikan dilakukan menggunakan ETAP melalui simulasi *Single Line Diagram* untuk mengevaluasi aliran daya, tegangan, arus, dan pembebanan. Validasi dilakukan melalui pemeriksaan dosen pembimbing dan narasumber terkait serta perbandingan rancangan dengan regulasi yang berlaku. Produk akhir berupa DED, RAB, dan RKS rancangan MALS Runway 33.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian berupa rancangan *Medium Approach Lighting System* (MALS) pada Runway 33 Bandar Udara Wiriadinata Tasikmalaya yang disusun berdasarkan kondisi eksisting dan ketentuan teknis yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 1. Layout MAL S Runway 33

Pada gambar diatas menunjukkan layout rancangan *Medium Approach Lighting System* (MAL S) pada *Runway 33* Bandar Udara Wiriadinata Tasikmalaya. Layout ini menggambarkan konfigurasi dan tata letak sistem pencahayaan pendekatan berdasarkan ketentuan yang berlaku, termasuk panjang sistem, jarak antar barrette, serta posisi crossbar terhadap threshold runway. Rancangan tersebut menjadi acuan dalam menentukan penempatan masing-masing unit lampu MAL S agar sesuai dengan persyaratan teknis dan mendukung keselamatan operasional penerbangan. Adapun konfigurasi rancangan MAL S runway 33 yang penulis sertakan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Konfigurasi Rancangan MAL S Runway 33

No	Parameter	Hasil Rancangan
1	Panjang Sistem MAL S	420 m
2	Jumlah Barrette	7 Barrette
3	Jarak Antar Bar	60 m
4	Letak Crossbar	300 m dari Threshold
5	Jarak Antar Lampu	1,25 m
6	Jumlah Circuit	2 Circuit
7	Kapasitas CCR	7,5 kVA/Circuit

Hasil penelitian selanjutnya terdapat elevasi tanah pada area pemasangan MAL S yang perlu diperhatikan untuk memastikan seluruh lampu dapat membentuk bidang cahaya yang sesuai dengan ketentuan. Perbedaan kontur dan ketinggian tanah pada setiap titik pemasangan menyebabkan tinggi tiang lampu dapat berbeda. Oleh karena itu, penentuan elevasi bidang cahaya dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi topografi serta kemiringan bidang cahaya sebesar 1:66. Hasil perhitungan kemudian digunakan sebagai acuan dalam menentukan ketinggian masing-masing lampu sehingga susunan lampu tetap berada pada satu bidang cahaya dan memberikan panduan visual yang optimal bagi pilot saat melakukan pendekatan menuju Runway 33.

Tabel 2. Hasil Penentuan Tinggi Tiang MAL S

Bar	Jarak dari Threshold	Elevasi Bidang Cahaya	Elevasi Tanah	Tinggi Tiang
1	420 m	6,37 m	-0,58 m	6,96 m
2	360 m	5,46 m	-1,58 m	7,05 m
3	300 m	4,55 m	-0,55 m	5,11 m
4	240 m	3,64 m	-0,60 m	4,24 m
5	180 m	2,73 m	-0,67 m	3,40 m

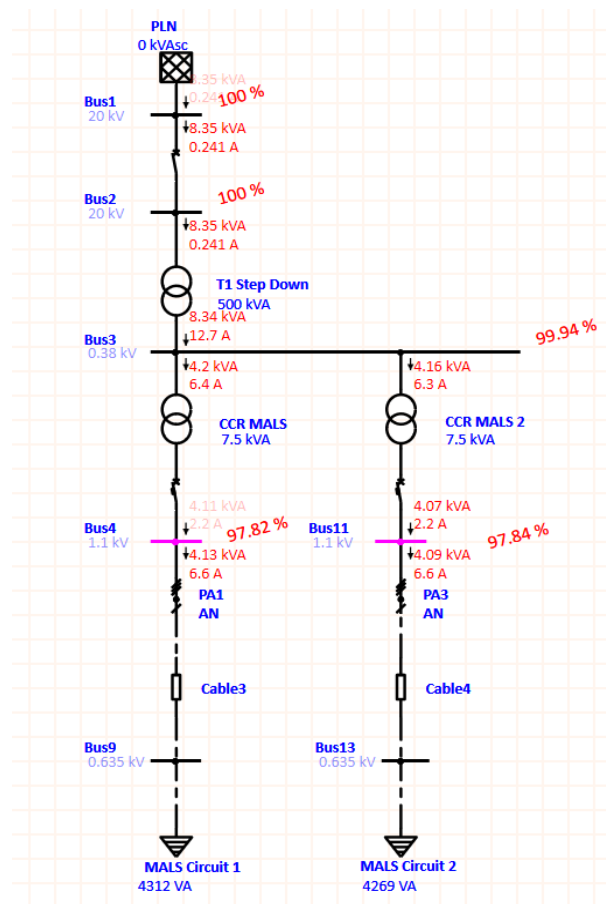
6	120 m	1,82 m	-0,65 m	2,47 m
7	60 m	0,91 m	-0,65 m	1,56 m

Berdasarkan tabel hasil penentuan tinggi tiang MALS, diperoleh variasi ketinggian tiang pada setiap posisi lampu yang disesuaikan dengan elevasi tanah dan kemiringan bidang cahaya. Hasil tersebut selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk diagram tinggi bidang cahaya MALS untuk menunjukkan hubungan antara jarak pemasangan, elevasi tanah, dan ketinggian lampu. Diagram ini memberikan gambaran bahwa setiap unit lampu ditempatkan pada ketinggian yang telah diperhitungkan sehingga seluruh sumber cahaya tetap mengikuti bidang cahaya yang direncanakan. Dengan demikian, diagram menjadi bentuk visual dari hasil perhitungan tinggi tiang sekaligus menunjukkan kesesuaian konfigurasi MALS terhadap kondisi kontur di sepanjang area pendekatan Runway 33.



Gambar 2. Grafik Elevasi Bidang Cahaya

Pada sistem kelistrikan, kebutuhan beban dihitung untuk menentukan kapasitas CCR yang digunakan. Hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan CCR Circuit 2 sebesar 5,337 kVA, karena kapasitas 5,337 kVA tidak ada di pasaran sehingga dipilihlah CCR standar di atasnya dengan kapasitas 7,5 kVA. Rancangan menggunakan dua circuit untuk mendukung kontinuitas operasi sistem MALS apabila terjadi gangguan pada salah satu circuit. Selanjutnya analisis kelistrikan menggunakan ETAP dilakukan terhadap kedua circuit MALS. Sistem kelistrikan MALS dirancang untuk memenuhi kebutuhan daya seluruh beban lampu dan peralatan pendukung dengan memperhatikan kapasitas CCR, jenis kabel, serta besarnya beban pada setiap rangkaian. Untuk memastikan rancangan dapat beroperasi sesuai dengan parameter kelistrikan yang ditetapkan, dilakukan pemodelan dan analisis menggunakan perangkat lunak ETAP. Simulasi ETAP digunakan untuk mengetahui kondisi sistem, meliputi pembebanan CCR, tegangan pada bus, kebutuhan daya, serta kondisi aliran daya pada rangkaian MALS. Hasil pemodelan tersebut kemudian ditampilkan pada gambar simulasi ETAP sebagai representasi kondisi kelistrikan rancangan dan menjadi dasar untuk menilai kelayakan sistem yang dirancang.



Gambar 3. Simulasi Jaringan Menggunakan ETAP

Berdasarkan gambar simulasi ETAP, sistem kelistrikan MALS setelah keluaran trafo step-down 500 kVA pada Bus3 0,38 kV disalurkan menuju dua unit CCR MALS dengan kapasitas masing-masing 7,5 kVA. Kedua CCR berfungsi menyuplai daya ke masing-masing rangkaian MALS, yaitu CCR MALS 1 untuk MALS Circuit 1 dan CCR MALS 2 untuk MALS Circuit 2. Dari CCR, daya diteruskan melalui kabel menuju beban pada masing-masing circuit. Hasil simulasi menunjukkan kebutuhan daya sebesar 4,312 kVA pada MALS Circuit 1 dan 4,269 kVA pada MALS Circuit 2, dengan tegangan pada Bus4 sebesar 97,82% dan Bus11 sebesar 97,84% dari tegangan nominal. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penurunan tegangan pada kedua rangkaian relatif kecil dan sistem masih berada dalam kondisi operasi yang sesuai. Parameter hasil simulasi berupa kapasitas CCR, pembebanan, tegangan, arus, dan kebutuhan daya selanjutnya dirangkum dalam tabel hasil simulasi ETAP untuk memudahkan evaluasi terhadap kelayakan rancangan sistem kelistrikan MALS.

Tabel 3. Hasil Simulasi Kelistrikan MALS

No	Parameter	Circuit 1	Circuit 2
1	Kapasitas CCR	7,5 kVA	7,5 kVA
2	Daya Beban MALS	4,312 kVA	4,269 kVA
3	Arus Keluaran CCR	6,6 A	6,6 A
4	Pembebanan CCR	55,07%	54,27%
5	Cadangan Beban CCR	44,93%	45,73%

Hasil akhir penelitian berupa Detail Engineering Design (DED) yang mencakup *layout* MALS, konfigurasi instalasi listrik, dan jalur kabel dari CCR menuju sistem MALS. Selain itu, disusun Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Rencana Kerja Syarat (RKS) sebagai dokumen

pendukung rancangan. RAB dan RKS yang disusun bersifat estimatif dan digunakan sebagai instrumen menilai kelayakan biaya dari rancangan yang telah dikembangkan, sehingga tidak dimaksudkan sebagai dokumen dasar pelaksanaan proyek secara langsung. Namun demikian, apabila rancangan MALS ini direalisasikan pada tahap implementasi, RAB yang telah disusun dapat dijadikan sebagai salah satu referensi awal pada tahap penyusunan anggaran pelaksanaan kerja lapangan, dengan tetap mempertimbangkan penyesuaian terhadap kondisi aktual, kebijakan yang berlaku, serta perkembangan harga pada saat pelaksanaan kerja lapangan. Rancangan telah melalui proses validasi dengan membandingkan konfigurasi tata letak, jarak lampu, panjang sistem, dan instalasi listrik terhadap ketentuan yang digunakan dalam penelitian.

Pembahasan

Hasil perancangan menunjukkan bahwa MALS Runway 33 memiliki panjang 420 m, terdiri dari 7 barrette dengan jarak 60 m, *crossbar* pada jarak 300 m, dan 45 unit lampu. Konfigurasi ini sesuai dengan konfigurasi MALS yang digunakan pada penelitian sebelumnya, seperti perancangan di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai dan Supadio. enyesuaian terhadap kondisi Wiriadinata dilakukan melalui analisis elevasi tanah dan bidang cahaya. Perbedaan elevasi menyebabkan tinggi tiang bervariasi antara 1,56–7,05 m, sehingga rancangan tidak hanya mengacu pada konfigurasi standar, tetapi juga mempertimbangkan kondisi topografi lokasi. Pada aspek kelistrikan, penggunaan CCR 7,5 kVA pada masing-masing circuit menghasilkan pembebanan sebesar 55,07% dan 54,27%, dengan tegangan bus masing-masing 97,85% dan 97,84%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kapasitas CCR masih mencukupi untuk menyuplai beban MALS dan memiliki cadangan kapasitas yang memadai. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini terletak pada penyusunan rancangan MALS yang terintegrasi dengan kondisi eksisting Bandar Udara Wiriadinata, bukan hanya menentukan konfigurasi standar. Integrasi aspek geometris, elevasi, konstruksi, instalasi kabel, dan kelistrikan menghasilkan rancangan yang telah divalidasi terhadap ICAO Annex 14 Vol. I, SKEP Nomor 114 Tahun 2002, dan PR 21 Tahun 2023. Hasil akhir berupa DED, RAB, dan RKS dapat menjadi acuan teknis dalam pengembangan fasilitas MALS pada Runway 33 Bandar Udara Wiriadinata.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan *Medium Approach Lighting System* (MALS) pada Runway 33 Bandar Udara Wiriadinata dapat dilakukan melalui tahapan identifikasi kondisi lapangan, analisis elevasi dan *obstacle*, penentuan konfigurasi serta ketinggian lampu, analisis kebutuhan material dan sistem kelistrikan, hingga penyusunan DED, RAB, dan RKS. Hasil rancangan menghasilkan sistem MALS sepanjang 420 m dengan konfigurasi tujuh *barrette* yang disusun dengan jarak 60 m dan *crossbar* pada jarak 300 m dari *threshold*. Penentuan ketinggian masing-masing tiang disesuaikan dengan kondisi elevasi tanah sehingga membentuk bidang cahaya yang mendukung keterlihatan sistem secara konsisten dari arah pendekatan. Hasil analisis kelistrikan juga menunjukkan bahwa kebutuhan daya sistem dapat dipenuhi melalui rancangan catu daya yang telah ditentukan. Dengan demikian, rancangan yang dihasilkan dapat menjadi dasar teknis untuk penerapan MALS pada Runway 33 Bandar Udara Wiriadinata. Kebaruan dari penelitian ini ada pada penyusunan rancangan MALS yang tidak hanya menentukan konfigurasi standar, tetapi juga menggabungkan kondisi elevasi aktual lokasi, penentuan tinggi tiang berdasarkan bidang cahaya, kebutuhan kelistrikan, serta dokumen teknis berupa DED, RAB, dan RKS dalam satu rancangan yang utuh. Pendekatan tersebut menghasilkan rancangan yang lebih lengkap terhadap kondisi Bandar Udara Wiriadinata dan dapat digunakan sebagai acuan awal dalam tahap implementasi pembangunan

MALS. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena rancangan yang dihasilkan belum sampai pada tahap pembangunan fisik dan pengujian langsung sistem MALS di lapangan. Selain itu, validasi terhadap performa pencahayaan dan keterlihatan sistem secara aktual belum dapat dilakukan melalui pengujian operasional. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan rancangan ini hingga tahap implementasi fisik, melakukan pengujian intensitas dan keterlihatan lampu secara langsung, serta mengevaluasi kinerja MALS berdasarkan kondisi operasional dan lingkungan yang sebenarnya. Pengembangan lebih lanjut juga dapat dilakukan dengan simulasi atau pemodelan tiga dimensi untuk meningkatkan akurasi penentuan elevasi dan posisi setiap unit lampu. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini, khususnya pihak Bandar Udara Wiriadinata, dosen pembimbing, dosen penguji, serta pihak lain yang telah membantu dalam proses pengumpulan data, analisis, dan penyelesaian penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bandar, D. I., & Halim, U. (2024). A L - D Y. 3, 480–487.
- Destisari, A. (2017). Perencanaan Perubahan Konfigurasi Precision Approach Lighting System (Pals) Category I Limited Menjadi Medium Approach Lighting System (Mals) Di Bandar Udara Husein Sastranegara – Bandung. 1, 37–48.
- Firman, D., Wijaya, H., Bunahri, R. R., & Kona, M. (2023). Perencanaan Pemasangan Medium Approach Lighting System (Mals) Pada Runway 09 Di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai - Bali. 1(2), 132–142.
- Icao Annex 14. (2017). Doc 9157 Aerodrome Design Manual.
- Latif, A. F. (2024). Rancangan Reposisi Medium Approach Lighting System Runway 12 Di Bandar Udara Budiarto Curug Abstrak Rancangan Reposisi Medium Approach Lighting System Runway 12 Di Bandar Udara Budiarto Nit . 16042010002 Program Studi D . Iv Teknik Listrik Bandara.
- Peraturan, O., & Penerbangan, K. (2023). Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Slpll Bagian 139 (Maivlial Of Sraivdard Ciasr Part J39) Volume I Aerodrome Daratan.
- Perhubungan, D., Jenderal, D., & Udara, P. (2002). Departemen perhubungan direktorat jenderal perhubungan udara.
- Primadi Candra, Reza Fauzi, P. W. (2020). Precision Approach Light System. 17(1).
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D.