



Strategi Pengendalian Hambatan Approach Surface Runway 27 untuk Kesiapan Cat II di Bandar Udara Ngurah Rai

Deny Nur Setiawan^{1*}, I Wayan Dikse Pancane², I Nyoman gede Adrama³, Agus Putu Abiyasa⁴

¹ Teknik dan Informatika Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Nasional Bali, Indonesia

²⁻⁴ Universitas Pendidikan Nasional Bali, Indonesia

Email: setiawandeny077@gmail.com^{1*}, diksapancane@undiknas.ac.id², nyomanadrama@undiknas.ac.id³, abiyasa@undiknas.ac.id⁴

*Penulis Korespondensi: setiawandeny077@gmail.com¹

Abstract. *The growth of aviation activities at I Gusti Ngurah Rai International Airport, Bali, has led to the rapid development of surrounding areas, potentially obstructing protected airspace. Obstacles on the approach surface of Runway 27 have become a critical concern, particularly for precision approach Category II (CAT II) operations, which require obstacle-free approach areas. This study aims to analyze obstacles within the approach area of Runway 27 and develop effective control strategies. Using a descriptive qualitative approach, data was collected through field observations, interviews, and documentation studies. The analysis follows the Obstacle Limitation Surfaces (OLS) standards according to ICAO and national regulations. The findings reveal obstacles such as mangrove vegetation, antennas, and ship activities in the Benoa Harbor area, which are located within the approach surface and could potentially impact the OLS limits. While these obstacles generally comply with existing regulations, their proximity to the threshold may reduce the safety margin of flight operations and limit CAT II implementation on Runway 27. This study proposes technical, operational, regulatory, and preventive strategies to improve obstacle control, enhancing aviation safety and ensuring the readiness for CAT II operations at the airport.*

Keywords: CAT II; KKOP; OLS; Obstacle; Runway 27.

Abstrak. Pertumbuhan aktivitas penerbangan di Bandara Internasional I Gusti Ngurah Rai, Bali, telah menyebabkan perkembangan pesat di daerah sekitarnya, yang berpotensi menghalangi ruang udara yang dilindungi. Hambatan pada permukaan pendekatan Landasan Pacu 27 telah menjadi perhatian kritis, khususnya untuk operasi pendekatan presisi Kategori II (CAT II), yang membutuhkan area pendekatan bebas hambatan. Studi ini bertujuan untuk menganalisis hambatan di dalam area pendekatan Landasan Pacu 27 dan mengembangkan strategi pengendalian yang efektif. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara, dan studi dokumentasi. Analisis mengikuti standar Permukaan Batasan Hambatan (Obstacle Limitation Surfaces/OLS) sesuai dengan peraturan ICAO dan nasional. Temuan menunjukkan hambatan seperti vegetasi mangrove, antena, dan aktivitas kapal di area Pelabuhan Benoa, yang terletak di dalam permukaan pendekatan dan berpotensi memengaruhi batas OLS. Meskipun hambatan-hambatan ini umumnya sesuai dengan peraturan yang ada, kedekatannya dengan ambang batas dapat mengurangi margin keselamatan operasi penerbangan dan membatasi implementasi CAT II di Landasan Pacu 27. Studi ini mengusulkan strategi teknis, operasional, regulasi, dan preventif untuk meningkatkan pengendalian hambatan, meningkatkan keselamatan penerbangan, dan memastikan kesiapan operasi CAT II di bandara.

Kata kunci: CAT II; KKOP; Landasan Pacu 27; OLS; Rintangan.

1. LATAR BELAKANG

Transportasi udara merupakan salah satu moda transportasi yang memiliki peran strategis dalam menghubungkan wilayah nasional maupun internasional secara cepat dan efisien (Desryanto, 2017). Hal ini juga ditegaskan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan yang menyatakan bahwa penyelenggaraan penerbangan harus menjamin keselamatan, keamanan, dan keteraturan (UU No. 1 Tahun 2009,

2009). Dalam penyelenggaraannya, aspek keselamatan dan keamanan menjadi prioritas utama yang harus dipenuhi oleh setiap bandar udara (Andika Rimba Kusumawardana & Eka Prayudhista, 2024). Seiring dengan pertumbuhan trafik penerbangan yang semakin pesat, peningkatan kapasitas operasional harus diimbangi dengan penyediaan fasilitas keselamatan yang memadai agar operasional bandar udara tetap aman dan efisien (Ni Wayan Gasela Mandala Putri & Dwi Afriyanto, 2025).

Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali sebagai salah satu bandar udara internasional tersibuk di Indonesia menunjukkan pertumbuhan yang signifikan. Pada tahun 2025, jumlah penumpang mencapai lebih dari 18,2 juta hingga triwulan III dengan lebih dari 106 ribu pergerakan pesawat. Selain itu, pada periode tertentu jumlah penumpang harian dapat mencapai lebih dari 70.000 penumpang per hari (Kompas.com, 2025). Tingginya intensitas pergerakan ini menunjukkan bahwa kompleksitas operasi penerbangan di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai semakin meningkat, sehingga menuntut sistem keselamatan yang lebih optimal.

Sejalan dengan peningkatan aktivitas penerbangan tersebut, perkembangan kawasan di sekitar bandar udara juga mengalami pertumbuhan pesat, terutama akibat perkembangan sektor pariwisata. Pembangunan infrastruktur, kawasan komersial, serta permukiman di sekitar bandar udara berpotensi menimbulkan hambatan (*obstacles*) yang dapat mengganggu ruang udara yang seharusnya dilindungi (Syukuriah et al., 2025). Dalam konteks keselamatan penerbangan, keberadaan hambatan ini diatur melalui Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) yang bertujuan untuk melindungi aktivitas penerbangan dari potensi bahaya akibat objek di sekitar bandar udara (Ranatika Purwayudhaningsari et al., 2025).

Secara internasional, pengendalian hambatan diatur oleh International Civil Aviation Organization (ICAO) melalui Annex 14 Volume I tentang *Aerodrome Design and Operations*, yang menetapkan *Obstacle Limitation Surfaces* (OLS) sebagai batas ruang udara yang harus dijaga dari penetrasi objek (Reno Suryo Prayogi et al., 2022) (International Civil Aviation Organization, 1995). Ketentuan ini menjadi semakin penting terutama dalam konteks rencana implementasi precision approach category II (CAT II), di mana proses pendaratan dilakukan dalam kondisi visibilitas rendah dengan batas Decision Height dan Runway Visual Range yang lebih ketat (Oka Fatra & Wedy B Silaban, 2015). Oleh karena itu, keberadaan hambatan pada area pendekatan (*approach surface*), khususnya pada Runway 27, dapat secara langsung mempengaruhi keselamatan operasi penerbangan.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pertumbuhan kawasan di sekitar bandar udara seringkali menyebabkan munculnya hambatan baru, seperti bangunan dan menara telekomunikasi yang melebihi batas ketinggian yang diizinkan. Namun demikian,

kajian yang secara khusus menitikberatkan pada strategi pengendalian hambatan pada *approach surface* dalam mendukung operasi *precision approach category II* masih terbatas, terutama pada studi kasus bandar udara di Indonesia.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan suatu analisis yang komprehensif mengenai strategi pengendalian hambatan pada area pendekatan guna menjaga keselamatan operasi penerbangan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada strategi pengendalian hambatan pada *approach surface* Runway 27 guna mendukung kesiapan implementasi *precision approach category II* (CAT II) di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penguatan manajemen keselamatan bandar udara, khususnya dalam aspek pengendalian hambatan secara sistematis dan berkelanjutan.

2. KAJIAN TEORITIS

Perkembangan penelitian mengenai *Precision Approach Lighting System* (PALS) Category II menunjukkan kemajuan signifikan dalam mendukung keselamatan penerbangan, khususnya pada kondisi visibilitas rendah. PALS berfungsi sebagai panduan visual bagi pilot hingga *decision height* sekitar 100 kaki dengan *runway visual range* minimal 350 meter. Inovasi terbaru meliputi penggunaan lampu LED efisiensi tinggi, sistem *Automatic Intensity Control* (AIC), serta integrasi dengan sistem navigasi seperti *Instrument Landing System* (ILS) dan data RVR. Selain itu, teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pengendalian dan monitoring sistem pencahayaan secara real-time, sehingga meningkatkan keandalan operasional (Susanto et al., 2021) (Nugroho, 2021) (I Gede Dharma Adi Putra et al., 2020).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengembangan *Airfield Lighting System* (AFL) masih banyak berfokus pada sistem menengah seperti MALS atau pada komponen tertentu, seperti monitoring lampu berbasis sensor. Namun, kajian yang secara khusus membahas perencanaan komprehensif PALS Category II masih terbatas, terutama yang mengintegrasikan aspek teknis, kondisi geografis, dan potensi hambatan di area pendekatan. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut, khususnya di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali (Wijaya et al., 2023).

Precision Approach Lighting System (PALS) Category II merupakan sistem pencahayaan pendekatan presisi yang berfungsi memberikan panduan visual kepada pilot saat proses pendaratan (Andung Luwihono et al., 2016). Sistem ini terdiri dari deretan lampu yang disusun simetris sepanjang area pendekatan hingga ambang landasan, dilengkapi dengan *sequence flashing light* untuk memperjelas arah pendaratan. PALS Category II dirancang sesuai standar

ICAO Annex 14 dengan konfigurasi tertentu, termasuk penggunaan lampu intensitas tinggi, pengaturan sudut pancaran cahaya, serta sistem kontrol yang andal (International Civil Aviation Organization (ICAO), 1999).

Penerapan PALS sangat penting pada bandara dengan tingkat lalu lintas tinggi dan kondisi lingkungan yang kompleks, karena mampu meningkatkan akurasi pendaratan serta mengurangi risiko *overshoot* dan *undershoot*. Selain itu, keberadaan ruang udara bebas hambatan (*Obstacle Limitation Surfaces/OLS*) menjadi faktor penting dalam mendukung efektivitas sistem ini. Dengan demikian, PALS Category II menjadi salah satu komponen utama dalam upaya peningkatan keselamatan dan efisiensi operasional penerbangan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan tujuan untuk menganalisis kondisi hambatan (*obstacle*) pada approach surface Runway 27 serta merumuskan strategi pengendalian hambatan guna mendukung kesiapan implementasi precision approach category II (CAT II) di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali. Lokasi penelitian dilakukan di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali, dengan fokus pada kawasan pendekatan Runway 27 yang termasuk dalam Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan untuk mengidentifikasi jenis dan karakteristik hambatan, wawancara dengan pihak terkait guna memperoleh informasi mengenai sistem pengendalian hambatan, serta studi dokumentasi terhadap data teknis dan regulasi yang berkaitan dengan keselamatan penerbangan.

Analisis data dilakukan secara kualitatif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan mengacu pada standar *Obstacle Limitation Surfaces (OLS)* sesuai ketentuan ICAO serta regulasi nasional yang berlaku. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi kondisi eksisting hambatan dan merumuskan strategi pengendalian yang bersifat teknis, operasional, regulatif, dan preventif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Hambatan pada Approach Surface Runway 27

Hasil penelitian menunjukkan bahwa area pendekatan (*approach surface*) Runway 27 di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali masih dihadapkan pada keberadaan hambatan (*obstacles*) yang berpotensi mengganggu keselamatan operasi penerbangan. Hambatan

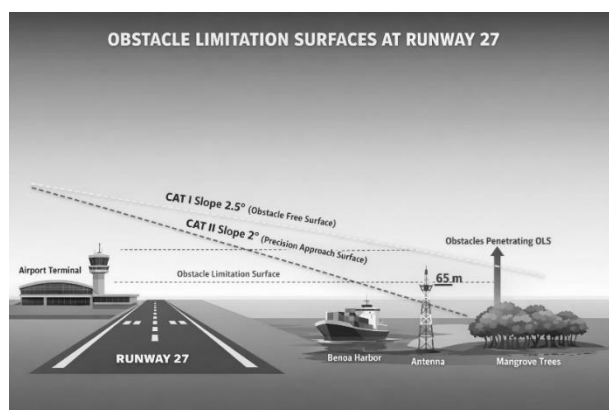
tersebut meliputi vegetasi pohon bakau, antena, serta aktivitas kapal di kawasan Pelabuhan Bena yang bersifat dinamis .

Keberadaan vegetasi mangrove yang pertumbuhannya tidak terkendali menunjukkan adanya celah dalam pengelolaan kawasan KKOP, khususnya pada aspek pengendalian vegetasi alami. Selain itu, keberadaan kapal sebagai hambatan dinamis menambah kompleksitas pengendalian, karena sifatnya yang tidak tetap dan bergantung pada aktivitas pelabuhan. Dengan ketinggian hambatan yang mencapai sekitar 65 meter, kondisi ini secara potensial dapat mengurangi margin keselamatan pada fase pendekatan pesawat.

Analisis Hambatan terhadap Obstacle Limitation Surfaces (OLS)

Secara normatif, *Obstacle Limitation Surfaces (OLS)* dirancang untuk menjamin ruang udara yang aman bagi operasi lepas landas dan pendaratan. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun secara umum area pendekatan masih dinyatakan sesuai dengan KKOP, terdapat indikasi kuat bahwa beberapa objek telah mendekati bahkan berpotensi melanggar batas OLS .

Kondisi ini mengindikasikan bahwa kesesuaian terhadap standar tidak selalu mencerminkan kondisi yang sepenuhnya aman, melainkan dapat bersifat “mendekati batas kritis”. Dalam konteks ini, pendekatan berbasis kepatuhan (*compliance*) saja tidak cukup, melainkan perlu diimbangi dengan pendekatan berbasis risiko (*risk-based approach*).



Gambar 1. Ilustrasi *Obstacle Limitation Surfaces (OLS)*.

Sumber: hasil olahan peneliti

Pada gambar 1, *approach surface* Runway 27 yang menunjukkan perbandingan kemiringan sudut pendekatan CAT I ($2,5^\circ$) dan CAT II (2°) serta keberadaan hambatan berupa vegetasi mangrove, antena, dan aktivitas kapal di sekitar Pelabuhan Bena yang berpotensi mendekati atau menembus batas OLS.

Implikasi terhadap Operasi Precision Approach Category II

Dalam operasi *precision approach category II* (CAT II), keberadaan hambatan pada area pendekatan memiliki implikasi yang jauh lebih signifikan dibandingkan pada kategori lainnya. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan akan visibilitas rendah yang mensyaratkan ruang pendekatan bebas hambatan dengan kemiringan sudut yang lebih landai, yaitu sekitar 2°.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Runway 27 saat ini belum mendukung operasi CAT II. Kondisi ini tidak dapat dilepaskan dari masih adanya hambatan pada area pendekatan yang berpotensi mengganggu integritas ruang udara yang dilindungi. Selain itu, kendala teknis dalam pemasangan sistem *Precision Approach Lighting System* (PALS), seperti adanya infrastruktur jalan dan objek di sekitar area pendekatan, semakin memperkuat keterbatasan dalam implementasi CAT II.

Dengan demikian, dapat ditegaskan bahwa keberadaan hambatan tidak hanya berdampak pada aspek keselamatan, tetapi juga menjadi faktor penghambat dalam peningkatan kapasitas dan standar operasional bandar udara.

Evaluasi Sistem Pengawasan dan Pengendalian Hambatan

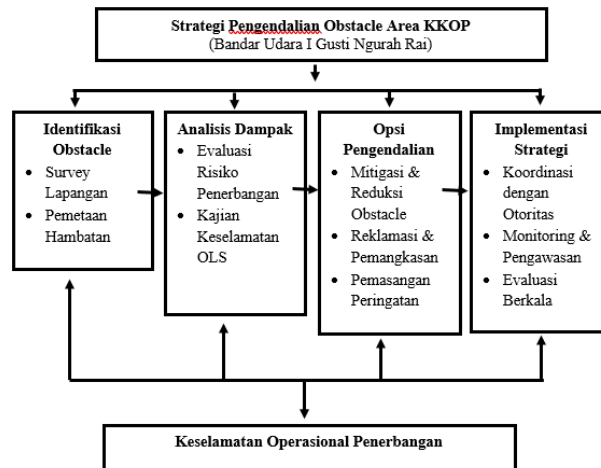
Pengendalian hambatan yang dilakukan saat ini menunjukkan adanya upaya yang cukup sistematis, seperti monitoring rutin, publikasi NOTAM, serta tindakan pemangkasan vegetasi. Namun demikian, efektivitas sistem ini masih perlu dikritisi.

Pendekatan yang digunakan cenderung bersifat reaktif, yaitu tindakan dilakukan setelah hambatan teridentifikasi melampaui batas. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian belum sepenuhnya berbasis pada prinsip pencegahan (*preventive control*). Selain itu, masih ditemukannya pelanggaran berupa papan reklame menunjukkan adanya kelemahan dalam pengawasan dan penegakan regulasi pada kawasan KKOP.

Formulasi Strategi Pengendalian Hambatan

Berdasarkan analisis yang dilakukan, pengendalian hambatan pada area pendekatan Runway 27 memerlukan pendekatan yang lebih komprehensif dan terintegrasi. Strategi yang dirumuskan tidak hanya berfokus pada tindakan teknis, tetapi juga mencakup aspek operasional dan regulasi.

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, strategi pengendalian hambatan dilakukan melalui beberapa tahapan yang saling terintegrasi, mulai dari identifikasi hambatan, analisis dampak, penentuan opsi pengendalian, hingga implementasi strategi.



Gambar 2. Diagram strategi pengendalian hambatan pada kawasan KKOP Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai.

Sumber: hasil olahan peneliti

Secara teknis, diperlukan pengendalian vegetasi yang lebih terstruktur serta penegakan batas ketinggian objek secara konsisten. Secara operasional, optimalisasi NOTAM dan penyesuaian prosedur pendekatan menjadi langkah penting dalam mengantisipasi hambatan dinamis. Sementara itu, dari sisi regulasi, penguatan koordinasi dengan pemerintah daerah menjadi kunci dalam mengendalikan pembangunan di kawasan sekitar bandar udara.

Lebih lanjut, pendekatan preventif melalui pemetaan hambatan secara berkala dan pemanfaatan sistem monitoring berbasis data perlu dikembangkan guna mengantisipasi potensi hambatan sejak dini. Dengan demikian, strategi pengendalian yang diterapkan tidak hanya bersifat korektif, tetapi juga proaktif dalam menjaga keselamatan operasi penerbangan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa area pendekatan (*approach surface*) Runway 27 di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali masih menghadapi keberadaan hambatan (*obstacles*) berupa vegetasi pohon bakau, antena, serta aktivitas kapal di kawasan Pelabuhan Benoa yang bersifat dinamis. Hambatan tersebut berada dalam Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) dan pada kondisi tertentu telah mendekati batas *Obstacle Limitation Surfaces* (OLS), sehingga berpotensi mengurangi margin keselamatan pada fase pendekatan dan pendaratan pesawat. Meskipun secara umum kondisi eksisting masih dinyatakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku, pendekatan berbasis kepatuhan saja belum cukup untuk menjamin keselamatan secara optimal. Hal ini disebabkan oleh adanya objek yang

berada pada ambang batas kritis serta karakter hambatan yang dinamis, sehingga memerlukan pendekatan pengendalian yang lebih berbasis risiko.

Keberadaan hambatan tersebut juga memiliki implikasi langsung terhadap keterbatasan penerapan *precision approach category II*, mengingat operasi pada kategori ini mensyaratkan ruang pendekatan yang lebih bebas hambatan serta dukungan sistem navigasi yang optimal. Dengan demikian, hambatan pada area pendekatan tidak hanya berdampak pada aspek keselamatan, tetapi juga pada peningkatan kapasitas dan standar operasional bandar udara. Upaya pengendalian hambatan yang telah dilakukan menunjukkan adanya mekanisme monitoring dan tindakan korektif, namun masih cenderung bersifat reaktif. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengendalian yang lebih komprehensif dan terintegrasi, meliputi pendekatan teknis, operasional, regulasi, serta preventif. Implementasi strategi tersebut diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengendalian hambatan secara berkelanjutan serta mendukung keselamatan operasi penerbangan dan kesiapan menuju *precision approach category II* di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali.

DAFTAR REFERENSI

- Andika Rimba Kusumawardana, & Eka Prayudhista. (2024). Implementasi safety culture petugas aviation security (AVSEC) PT Angkasa Pura 1 terhadap keamanan dan keselamatan Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali Jawa Tengah. *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, 5(2), 368-385. <https://doi.org/10.47467/elmal.v5i2.3546>
- Andung Luwihono, Zulina Kurniawati, & Fredy Edwin Firstnanda. (2016). Rancangan alat simulasi tata letak dan konfigurasi sirkuit lampu AFL berbasis mikrokontroler di Program Studi Teknik Listrik Bandara Sekolah Tinggi Penerbang Indonesia. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, 9(2).
- Desryanto, N. (2017). Kajian runway and safety area di Bandara Internasional Adisutjipto Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, 11.
- I Gede Dharma Adi Putra, R. B. Budi Kartika W., & Yayuk Suprihartini. (2020). Sistem monitoring operasional lampu runway threshold identification light (RTIL) di Laboratorium Airfield Ground Lighting Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, 13(2).
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (1999). *Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation (Vol. 1)*. ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (1995). *Annex 14: Aerodrome Design and Operations (Annex 14)*. ICAO.
- Kompas.com. (2025). Layani 18,23 juta penumpang, Bandara I Gusti Ngurah Rai sukseskan Bali jadi pulau terindah Asia 2025. <https://kilasbumn.kompas.com/angkasa-pura-ii/read/2025/10/12/14555641/layani-1823-juta-penumpang-bandara-i-gusti-ngurah-rai-sukseskan-bali-jadi>

- Ni Wayan Gasela Mandala Putri, & Dwi Afriyanto. (2025). Optimalisasi operasi bandara melalui infrastruktur, manajemen penerbangan, dan pengembangan SDM. *Journal Sains Student Research*, 3(6), 130-142. <https://doi.org/10.61722/jssr.v3i6.6175>
- Nugroho, D. S. (2021). Rancangan control dan monitoring AFL (Airfield Lighting System) berbasis IOT sebagai sarana pembelajaran taruna di Politeknik Penerbangan Surabaya. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP)*.
- Oka Fatra, & Wedy B Silaban. (2015). Desain sistem jaringan peningkatan precision approach lighting system (PALS) category 1 menjadi PALS category 2 pada runway utara 25r-07l di Bandara Soekarno-Hatta. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, 10(3).
- Ranatika Purwayudhaningsari, Wiwid Suryono, & Irsyadul Ibad Al Ghozali. (2025). Analisis obstacle pada kawasan keselamatan operasi penerbangan pasca perpanjangan landas pacu di Bandar Udara Betoambari Baubau. 9(1).
- Reno Suryo Prayogi, Siti Fatimah, & Fahrur Rozi. (2022). Analisis obstacle pada kawasan keselamatan operasi penerbangan di Bandar Udara Sultan Muhammad Salahuddin Bima. *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 6(1). <https://doi.org/10.46491/snitp.v6i1.1460>
- Susanto, P. C., Jaya Sakti, R. F., & Widiyanto, P. (2021). Alat bantu pendaratan visual di airport untuk mendukung keselamatan pesawat. *Aviasi: Jurnal Ilmiah Kedirgantaraan*, 17(1), 35-44. <https://doi.org/10.52186/aviasi.v17i1.57>
- Syukuriah, Andre Pieli Pratama, Ranno Marlany Rachman, Ahmad Syarif Sukri, Muhammad Djaya Bakri, Daegal Fedora Patasik, Milawaty Waris, Panci Yocing, & Azril Tangke Sombolinggi. (2025). *Perancangan lapangan terbang*. Arsy Media.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan. Undang-Undang Republik Indonesia.
- Wijaya, D. F. 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. *SKY EAST: Education of Aviation Science and Technology*, 1(2), 132-142. <https://doi.org/10.61510/skyeast.v1i2.17>