



Rancangan Pemasangan *Runway Threshold Identification Light* Runway 08 Bandara Ngloram

Hanif Firjatullah¹ Yenni Arnas² Adli Adia Putra³

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

Email: haniffirjatullah2004@gmail.com¹ yenni.arnas@ppicurug.ac.id² adliap@ppicurug.ac.id³

Abstrak

Runway 08 Bandar Udara Ngloram, Cepu, saat ini hanya dilengkapi Automatic Precision Approach Path Indicator (APAPI) sebagai fasilitas visual approach, sementara belum tersedia sarana bantu visual yang secara khusus memberikan identifikasi awal terhadap letak threshold runway, terutama pada kondisi kabut dan visibilitas rendah yang kerap terjadi akibat kondisi topografi perbukitan di sekitar bandara. Keterbatasan lahan pada Runway 08, yang hanya menyisakan ruang RESA sekitar 67 meter, turut menyulitkan penerapan sistem approach lighting berskala besar seperti MALS maupun PALS. Penelitian ini bertujuan menghasilkan rancangan pemasangan Runway Threshold Identification Light (RTIL) yang sesuai dengan ketentuan ICAO Annex 14 Volume I dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 21 Tahun 2023 sebagai upaya peningkatan keselamatan operasi pendaratan di Bandar Udara Ngloram. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) level 1, yaitu penelitian yang hanya menghasilkan rancangan tanpa dilanjutkan pada tahap pembuatan maupun pengujian produk, melalui tahapan identifikasi masalah, pengumpulan data (survei lokasi, wawancara, dan studi literatur), perancangan desain, serta validasi oleh Unit Listrik Bandar Udara Ngloram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa RTIL dirancang terpasang secara simetris terhadap runway centerline pada jarak 10 meter di luar runway edge light, menggunakan kabel NYFGBY 3×10 mm² sepanjang 1.383 meter dengan voltage drop sebesar 1,13 persen, diamankan oleh Miniature Circuit Breaker (MCB) 4 A, serta ditopang pondasi beton bertulang berukuran 60×72×50 cm. Rancangan disusun dalam bentuk Detail Engineering Design (DED) yang dilengkapi Rencana Kerja dan Syarat (RKS) serta Bill of Quantity (BOQ) sehingga siap dijadikan acuan teknis pelaksanaan pemasangan RTIL di lapangan.

Kata Kunci: Runway Threshold Identification Light (RTIL), visual approach, Detail Engineering Design (DED), Voltage Drop, Bandara Ngloram



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

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan, Indonesia sangat bergantung pada moda transportasi udara untuk menjaga konektivitas antarwilayah, sehingga ketersediaan bandar udara dengan fasilitas sisi udara yang andal menjadi kebutuhan mendasar (Kemenhub, 2009). Bandar Udara Ngloram di Kabupaten Blora, Jawa Tengah, merupakan salah satu bandara perintis yang melayani penerbangan komersial, pesawat latih, serta direncanakan menjadi Base Operation salah satu maskapai (DJPu, 2024). Runway 08/26 bandara ini baru dilengkapi APAPI sebagai panduan sudut pendekatan, namun belum memiliki fasilitas yang secara khusus membantu pilot mengidentifikasi awal threshold runway, padahal kondisi geografis perbukitan di sekitar Cepu membuat kabut kerap menurunkan jarak pandang hingga 3-8 meter pada musim hujan. Kondisi ini menjadi perhatian serius mengingat literatur investigasi kecelakaan penerbangan mencatat bahwa pencahayaan landasan yang tidak optimal berkontribusi terhadap kesalahan fase pendaratan, sebagaimana terjadi pada kecelakaan di Bandara Ilaga Airstrip, Papua, tahun 2018 (KNKT, 2020).

Sejumlah kajian terdahulu telah menyinggung pentingnya fasilitas visual bandar udara dalam mendukung keselamatan pendaratan. Susanto dkk. (2020) menegaskan bahwa alat bantu pendaratan visual berperan besar dalam membantu pilot mengenali landasan dan

meningkatkan ketepatan mendarat, sementara Henny A. B. Lesnussa dkk. (2023) menunjukkan bahwa runway edge light sebagai bagian dari sistem Airfield Lighting (AFL) memiliki peran signifikan dalam menunjang keselamatan operasi penerbangan. Di sisi lain, kajian oleh Fatmawati Sabur dkk. (2020) memperlihatkan bahwa sistem elektronik seperti Instrument Landing System (ILS) yang kurang optimal justru dapat menurunkan tingkat keselamatan pendaratan, sehingga bandara yang belum memiliki ILS memerlukan fasilitas bantu visual alternatif yang memadai. Namun demikian, kajian-kajian tersebut umumnya masih bersifat deskriptif dan konseptual mengenai peran fasilitas visual secara umum, dan belum ada yang menghasilkan rancangan teknis rinci berupa Detail Engineering Design (DED) untuk pemasangan Runway Threshold Identification Light (RTIL) pada bandara non-precision approach dengan keterbatasan lahan seperti yang dihadapi Bandar Udara Ngloram.

Kesenjangan tersebut menunjukkan perlunya penelitian yang tidak hanya membahas urgensi RTIL secara konseptual, tetapi juga menghasilkan rancangan teknis yang terukur, meliputi penentuan tata letak, konfigurasi kelistrikan, pemilihan penghantar berdasarkan perhitungan voltage drop, sistem proteksi, hingga pondasi, sehingga dapat langsung dijadikan acuan pelaksanaan di lapangan. Orisinalitas penelitian ini terletak pada penyusunan DED RTIL yang disesuaikan dengan kondisi eksisting kelistrikan dan keterbatasan lahan riil di Bandar Udara Ngloram, dilengkapi Rencana Kerja dan Syarat (RKS) serta Bill of Quantity (BOQ). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menghasilkan rancangan pemasangan RTIL pada Runway 08 Bandar Udara Ngloram yang sesuai dengan ketentuan ICAO Annex 14 Volume I dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 21 Tahun 2023, guna meningkatkan keselamatan operasi pendaratan pada kondisi visibilitas rendah.

Penelitian Terdahulu yang Relevan

No	Penulis/Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil	Kontribusi dan Relevansi
1	Susanto dkk. (2020)	Alat Bantu Pendaratan Visual di Airport untuk Mendukung Keselamatan Pesawat	Mengkaji peran alat bantu visual pendaratan dalam mendukung keselamatan operasi pesawat	Studi Literatur	Visual aid membantu pilot mengidentifikasi landasan dan meningkatkan ketepatan pendaratan	Relevan dengan RTIL sebagai salah satu bentuk visual aid pendaratan
2	Fatmawati Sabur dkk. (2020)	Analisis Pengaruh Instrument Landing System (ILS) untuk Peningkatan Pelayanan Keselamatan Penerbangan di Bandar Udara Haluoleo Kendari	Mengevaluasi pengaruh ILS terhadap pelayanan keselamatan pendaratan	Deskriptif kualitatif dan kuantitatif	ILS yang kurang optimal dapat memengaruhi keselamatan penerbangan	Menegaskan pentingnya fasilitas visual pendukung pendaratan seperti RTIL pada bandara tanpa ILS
3	Henny A. B. Lesnussa dkk. (2023)	Analysis of Feasibility for Runway Edge Light	Mengkaji kelayakan pemasangan runway edge light sebagai bagian sistem penerangan landasan	Studi Kasus	Runway edge light penting dalam menunjang keselamatan penerbangan	RTIL merupakan bagian sistem Airfield Lighting yang melengkapi peran runway edge light
4	Lubis dkk. (2024)	Sosialisasi AFL Berbasis Virtual sebagai Media Pembelajaran	Memperkenalkan sistem Airfield Lighting melalui media pembelajaran virtual	Deskriptif	AFL merupakan sistem kunci pemberi bantuan visual saat pendaratan	Mendukung landasan teori pentingnya sistem penerangan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) sebagaimana dikemukakan Sugiyono (2020), yang membagi jenjang penelitian pengembangan ke dalam empat level (Okpatrioka, 2023). Penelitian ini diterapkan pada R&D level 1, yaitu penelitian yang hanya menghasilkan rancangan tanpa dilanjutkan pada tahap pembuatan produk maupun pelaksanaan pengujian di lapangan. Penelitian dilaksanakan di Bandar Udara Ngloram, Desa Ngloram, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah, dengan objek kajian berupa Runway 08 yang memiliki panjang landasan sekitar 1.500 meter dan lebar 30 meter. Tahapan penelitian dibagi menjadi empat bagian, yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data, perancangan desain, dan validasi desain. Identifikasi masalah dilakukan terhadap kondisi eksisting fasilitas visual approach Runway 08 dibandingkan dengan ketentuan ICAO Annex 14 Volume I dan PR 21 Tahun 2023. Pengumpulan data dilaksanakan melalui tiga cara, yakni survei lokasi untuk memperoleh data kondisi fisik area pemasangan dan jalur instalasi Airfield Lighting (AFL) eksisting, wawancara dengan Kepala Unit Listrik Bandar Udara Ngloram mengenai catu daya, wiring, layout bandara, serta rencana jalur instalasi RTIL, dan studi literatur terhadap regulasi serta spesifikasi teknis yang relevan, termasuk FAA AIM Chapter 2, ICAO Annex 14 Volume I, PR 21 Tahun 2023, dan manual teknis ADB Safegate. Instrumen utama yang digunakan dalam pengukuran lapangan meliputi clamp meter untuk mengukur arus beban pada rangkaian catu daya, water pass untuk memeriksa elevasi lokasi pemasangan pondasi dan unit peralatan, serta insulation tester untuk memverifikasi tahanan isolasi kabel instalasi. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk menentukan tata letak, konfigurasi kelistrikan, jenis dan ukuran penghantar berdasarkan perhitungan voltage drop, sistem proteksi, serta pondasi RTIL. Rancangan yang telah disusun kemudian divalidasi oleh Kepala Unit Listrik Bandar Udara Ngloram untuk menilai kesesuaiannya dengan kondisi lapangan dan persyaratan teknis operasional; apabila ditemukan ketidaksesuaian, dilakukan revisi hingga diperoleh rancangan yang layak untuk dijadikan acuan pelaksanaan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Bandar Udara Ngloram, dengan objek kajian pada fasilitas visual approach Runway 08. Hasil identifikasi terhadap kondisi eksisting dibandingkan dengan ketentuan PR 21 Tahun 2023 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Eksisting Fasilitas Visual Approach Runway 08 terhadap PR 21 Tahun 2023

No	Komponen Visual Approach	Ketentuan PR 21 Tahun 2023	Kondisi Eksisting	Status
1	PAPI	Wajib tersedia untuk panduan sudut pendaratan	Tersedia (APAPI)	Parsial
2	Approach Lighting System (ALS)	Digunakan untuk membantu pilot pada fase awal approach	Tidak tersedia	Tidak memenuhi
3	RTIL	Digunakan untuk identifikasi threshold, terutama tanpa ALS	Tidak tersedia	Tidak memenuhi
4	Runway Threshold Light	Wajib sebagai penanda awal runway	Tersedia	Memenuhi
5	Runway Edge Light	Wajib untuk operasi instrumen	Tersedia	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 1, Runway 08 telah memiliki fasilitas dasar berupa APAPI, threshold light, dan runway edge light, tetapi belum dilengkapi sistem approach lighting maupun RTIL yang dapat membantu identifikasi threshold pada fase pendekatan akhir, sementara keterbatasan lahan di area pendekatan menyebabkan sistem approach lighting berskala besar seperti MALS maupun PALS sulit diterapkan. Kondisi tersebut menjadi dasar penetapan RTIL

sebagai fasilitas yang paling sesuai untuk diterapkan. Rancangan tata letak RTIL menempatkan setiap unit lampu secara simetris terhadap runway centerline, sejajar dengan garis threshold, pada jarak 10 meter di luar runway edge light pada masing-masing sisi landasan. Setiap unit RTIL diarahkan membentuk sudut 15° secara horizontal ke arah luar terhadap garis sejajar runway centerline dan dimiringkan 10° secara vertikal, sehingga menghasilkan pancaran cahaya optimal dengan frekuensi kedipan 60-120 kali per menit ke arah jalur pendekatan pesawat.

Pada aspek catu daya, sistem RTIL yang digunakan merupakan tipe LED RTIL Style E dengan konfigurasi voltage-driven, sehingga tidak memerlukan Constant Current Regulator (CCR) sebagaimana sistem seri konvensional. Daya disalurkan dari Panel Main Voltage Switch Board (MVSb) eksisting bandara yang bersumber dari jaringan PLN berdaya 197 kVA dan didukung genset cadangan 100 kVA serta 250 kVA. Berdasarkan spesifikasi ADB Safegate, kebutuhan daya satu set RTIL adalah 238 VA pada tegangan 230 VAC, sehingga menghasilkan arus beban sebesar 1,03 A. Pemilihan ukuran kabel dilakukan dengan menghitung voltage drop pada empat alternatif ukuran penampang untuk jalur sepanjang 1.383 meter dari Panel MVSb menuju lokasi RTIL, dengan hasil sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Voltage Drop pada Berbagai Ukuran Kabel

Ukuran Kabel	Voltage Drop (V)	Persentase Voltage Drop	Keterangan
2,5 mm ²	10,56	4,60%	Melebihi batas 3%
4 mm ²	6,57	2,86%	Memenuhi batas minimum
6 mm ²	4,39	1,90%	Memenuhi, margin sedang
10 mm ²	2,61	1,13%	Memenuhi, margin terbaik

Berdasarkan Tabel 2, kabel berukuran 4 mm² merupakan ukuran minimum yang memenuhi batas jatuh tegangan sebesar 3% menurut PUIL (2011), sedangkan kabel 10 mm² dipilih sebagai kabel power dalam rancangan ini karena memberikan margin keamanan lebih baik, yaitu voltage drop sebesar 1,13%. Kabel yang digunakan adalah jenis NYFGBY 3×10 mm². Sistem proteksi menggunakan Miniature Circuit Breaker (MCB) berkapasitas 4 A, diperoleh dari perhitungan arus beban 1,03 A dengan toleransi 125% sehingga menghasilkan kapasitas minimum 1,29 A, yang kemudian disesuaikan dengan kapasitas MCB yang tersedia di pasaran. Setiap unit RTIL direncanakan dipasang pada pondasi beton bertulang berukuran 60×72×50 cm mengacu pada SKEP 114 Tahun 2002 (Perhubungan dkk., 2002) dan SNI 2847:2019 (Badan & Nasional, 2019), dilengkapi conduit elbow berdiameter 2 inci sebagai jalur masuk kabel menuju control cabinet. Jalur kabel ditanam melalui galian berpenampang trapesium dengan lebar atas 60 cm, lebar dasar 40 cm, dan kedalaman 80 cm, menghasilkan volume galian total 553,2 m³, volume pasir pelindung 138,3 m³, kebutuhan bata pelindung 20.745 buah, serta volume tanah urug 381 m³ untuk sepanjang jalur 1.383 meter. Sistem juga dilengkapi grounding pada setiap unit lampu dan control cabinet dengan nilai tahanan pentanahan yang direncanakan tidak melebihi 5 Ω sesuai ketentuan instalasi tenaga dan penerangan (Ilmu & Naratif, 2025). Seluruh hasil rancangan ini dituangkan dalam dokumen Detail Engineering Design (DED) yang dilengkapi Rencana Kerja dan Syarat (RKS) serta Bill of Quantity (BOQ).

Pembahasan

Rancangan pemasangan RTIL pada penelitian ini disusun dengan mengacu pada ketentuan ICAO Annex 14 Volume I dan PR 21 Tahun 2023, yang mensyaratkan penempatan RTIL secara simetris terhadap runway centerline pada jarak sekitar 10 meter di luar runway edge light, dengan frekuensi kedipan 60 hingga 120 kali per menit. Kesesuaian tata letak dan konfigurasi pencahayaan pada rancangan ini terhadap ketentuan tersebut menunjukkan

bahwa desain telah memenuhi aspek regulasi keselamatan penerbangan, sekaligus menjawab rumusan masalah penelitian mengenai bagaimana rancangan instalasi RTIL Runway 08 yang sesuai standar dapat disusun. Pada aspek kelistrikan, nilai voltage drop sebesar 1,13% yang diperoleh dari penggunaan kabel NYFGBY $3 \times 10 \text{ mm}^2$ berada jauh di bawah ambang batas 3% yang ditetapkan PUIL (2011). Hal ini penting karena jatuh tegangan yang tinggi tidak hanya menurunkan intensitas kilatan RTIL, tetapi berpotensi menurunkan keandalan sinkronisasi kedipan antar-unit lampu, yang justru menjadi karakteristik utama RTIL sebagai penanda visual threshold (Kementerian Perhubungan, 2013). Dengan margin voltage drop yang cukup lebar, rancangan ini memberikan ruang toleransi terhadap kemungkinan penambahan panjang kabel akibat penyesuaian jalur pelaksanaan di lapangan.

Dibandingkan dengan penelitian Henny A. B. Lesnussa dkk. (2023) yang mengkaji kelayakan runway edge light secara umum, penelitian ini melangkah lebih jauh dengan menghasilkan rancangan teknis terperinci untuk RTIL sebagai fasilitas pelengkap yang secara khusus menjawab kebutuhan identifikasi threshold, bukan sekadar batas tepi landasan. Selaras dengan temuan Fatmawati Sabur dkk. (2020) yang menegaskan bahwa keterbatasan sistem elektronik pendaratan seperti ILS dapat memengaruhi keselamatan, penelitian ini menunjukkan bahwa pada bandara non-precision approach tanpa ILS seperti Ngloram, penyediaan fasilitas visual seperti RTIL menjadi krusial sebagai kompensasi teknis. Novelty penelitian ini terletak pada tersedianya dokumen DED, RKS, dan BOQ yang bersifat aplikatif dan dapat langsung dijadikan acuan pelaksanaan, suatu kontribusi praktis yang belum banyak ditemukan pada penelitian-penelitian terdahulu yang cenderung berhenti pada tahap kajian konseptual atau kelayakan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan pemasangan Runway Threshold Identification Light (RTIL) pada Runway 08 Bandar Udara Ngloram yang disusun berdasarkan ketentuan ICAO Annex 14 Volume I dan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 21 Tahun 2023. Rancangan mencakup penentuan tata letak dan konfigurasi pencahayaan RTIL secara simetris terhadap runway centerline, sistem catu daya dengan kebutuhan daya 238 VA pada tegangan 230 VAC, pemilihan kabel NYFGBY $3 \times 10 \text{ mm}^2$ yang menghasilkan voltage drop sebesar 1,13%, sistem proteksi MCB 4 A, pondasi beton bertulang berukuran $60 \times 72 \times 50 \text{ cm}$, serta sistem grounding pendukung. Seluruh hasil rancangan dituangkan dalam dokumen Detail Engineering Design (DED) yang dilengkapi Rencana Kerja dan Syarat (RKS) serta Bill of Quantity (BOQ), sehingga dapat dijadikan acuan teknis dalam pelaksanaan pemasangan RTIL di Bandar Udara Ngloram. Mengingat penelitian ini merupakan R&D level 1 yang terbatas pada tahap perancangan, hasil rancangan belum diuji secara langsung di lapangan, sehingga diperlukan penelitian lanjutan pada level yang lebih tinggi untuk melaksanakan pemasangan fisik sekaligus pengujian commissioning, meliputi sinkronisasi kedipan, intensitas cahaya, sudut penyinaran, serta tahanan pembumian, guna memastikan seluruh sistem bekerja sesuai spesifikasi yang direncanakan. Kajian lanjutan juga dapat diarahkan pada integrasi RTIL dengan sistem remote monitoring di menara pengawas guna meningkatkan efektivitas pemantauan operasional. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Unit Listrik Bandar Udara Ngloram atas dukungan data dan validasi teknis, serta kepada dosen pembimbing atas arahan yang diberikan selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

Badan, K., & Nasional, S. (2019). Penetapan Standar Nasional Indonesia 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan sebagai Revisi dari Standar Nasional Indonesia 2847:2013. 8.



- DJPU. (2024). Profile Ngloram. <https://hubud.kemenuh.go.id/hubud/website/bandara/424>
- Ilmu, J., & Naratif, P. (2025). Pengaruh Grounding terhadap Keamanan Instalasi. 06(1), 151-163.
- Kemenuh, U. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan.
- Kementerian Perhubungan. (2013). Mengingat: 1. Undang-undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan. 8.
- KNKT. (2020). Laporan Tahunan Komite Nasional Keselamatan Transportasi.
- Kona, M., Palpialy, J. V., Sabbit, U., Lubis, A., Nur, M., & Toja, A. B. (2025). Pengenalan Pembelajaran Berbasis Virtual mengenai Alat Bantu Pendaratan Visual di Bandara. 1(2), 76-84. <https://doi.org/10.61510/sd.v1i2.50>
- Lesnussa, H. A. B., Pratama, G. C., Patiran, A. Z., & Artikel, I. (2023). Analisa Kelayakan Runway Edge Light (Studi Kasus Bandara Rendani Manokwari) Analysis of Feasibility for Runway Edge Light (Case Study in Rendani Airport of Manokwari). xx(x).
- Okpatrioka. (2023). Research and Development (R&D): Penelitian yang Inovatif dalam Pendidikan. Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya, 1(1), 86-100.
- Peraturan, O., & Penerbangan, K. (2023). Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 21 Tahun 2023 tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual of Standard CASR Part 139) Volume I Aerodrome Daratan.
- Perhubungan, D., Jenderal, D., & Udara, P. (2002). Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara SKEP 114.
- PUIL. (2011). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) Amandemen 1. 2011(PUIL 2011).
- RTIL, M. B. (2025). User Manual.
- Sabur, F., Bahrawi, A., & Raharjo, M. A. (2020). Analisis Pengaruh Instrument Landing System (ILS) untuk Peningkatan Pelayanan Keselamatan di Bandar Udara Haluleo Kendari Analysis of the Influence of Instrument Landing System (ILS) for Improving Safety Services in Haluleo Airport of Kendari. 3, 78-87.
- Sugiyono. (2020). Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.
- Susanto, P. C. R. F. J. S. P. W. (2020). Precision Approach Light System. 17(1).
- UPBU, N. (2019). Rencana Induk Bandar Udara Ngloram, Keputusan Menteri Nomor 231 Tahun 2019.