

Studi Analisis Kerusakan *Runway Threshold Identification Light* (RTIL) pada Bandara Malikussaleh

Ahmad Kharist Thofani¹ Dian Anggraini P² KGS. M. Ismail³

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

Email: kharistt@gmail.com¹ diananggraini@ppicurug.ac.id² kgs.ismail@ppicurug.ac.id³

Abstrak

Runway Threshold Identification Light (RTIL) merupakan fasilitas bantu visual untuk memperjelas identifikasi ambang landas pacu dari arah pendekatan. Di Bandar Udara Malikussaleh, kedua unit RTIL *Runway* 06 tidak berfungsi sejak sekitar akhir 2021 atau awal 2022, sedangkan riwayat gangguan dan titik kerusakan belum terdokumentasi secara pasti. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi indikasi lokasi gangguan, menilai kondisi *reliability*, *availability*, dan *maintainability* (RAM) secara kualitatif, serta merumuskan urutan diagnosis yang menghindari penggantian komponen berdasarkan dugaan. Pendekatan deskriptif kualitatif dipilih karena penelitian berfokus pada penafsiran bukti lapangan dan belum tersedia catatan kegagalan serta waktu pemulihan yang memadai untuk perhitungan kuantitatif. Penelitian dilaksanakan pada Maret–Agustus 2026 melalui observasi, dokumentasi, wawancara terhadap tiga informan, pemeriksaan fisik, pengukuran tegangan, uji silang modul kontrol, pengujian terminal, dan uji kontinuitas kabel. Data dianalisis dengan triangulasi, RAM kualitatif, dan *fishbone* kategori *Man*, *Machine*, dan *Material*. Hasil menunjukkan kedua unit RTIL *Runway* 06 tidak berfungsi. Tegangan tersedia pada keluaran MCCB, tetapi pengukuran ini tidak membuktikan tegangan pada terminal RTIL. Kedua modul kontrol berkedip berfungsi saat diuji silang pada RTIL *Runway* 24, sedangkan *terminal strip* menunjukkan sekitar 0,04–0,05 Ω . Seluruh konfigurasi uji kabel panel–RTIL kanan menunjukkan OL tanpa bunyi *buzzer*, sementara segmen kanan–kiri menunjukkan sekitar 0,4–0,8 Ω dengan *buzzer* kontinu. Indikasi gangguan karena itu dipersempit pada kabel panel–RTIL kanan atau terminasinya, tetapi jenis dan lokasi tepatnya belum dapat ditetapkan karena *megohmmeter* dan *cable fault locator* tidak tersedia. Secara kualitatif, keandalan rendah, fasilitas tidak tersedia secara fungsional, dan kemudahan pemeliharaan terbatas. Penelitian merekomendasikan pengujian isolasi dan pelokasian gangguan, perbaikan hanya pada bagian yang terbukti bermasalah, uji fungsi akhir, serta pembaruan dokumentasi teknis.

Kata Kunci: RTIL, Diagnosis Kerusakan, Kontinuitas Kabel



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

PENDAHULUAN

Airfield Lighting System (AFL) mendukung keselamatan operasi bandar udara dengan memberikan informasi visual mengenai konfigurasi, batas, dan arah landas pacu. RTIL berupa pasangan lampu berkedip di sekitar ambang landas pacu yang membantu pilot mengenali *threshold* secara cepat ketika kondisi visual atau lingkungan membuat identifikasi ambang menjadi sulit. Ketersediaan fasilitas ini merupakan bagian dari pemenuhan persyaratan teknis dan operasional *aerodrome* (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2022; Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2021; Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2023). Bandar Udara Malikussaleh memiliki RTIL pada *Runway* 06 dan *Runway* 24. Hasil pemeriksaan menunjukkan kedua unit RTIL *Runway* 06 tidak menyala, sedangkan RTIL *Runway* 24 dapat digunakan sebagai pembanding fungsi. Gangguan diperkirakan telah diketahui sejak sekitar akhir 2021 atau awal 2022, tetapi tanggal awal, riwayat tindakan, dan lokasi kerusakan tidak tercatat secara pasti. Kondisi ini menuntut diagnosis yang menelusuri rangkaian secara bertahap agar teknisi tidak langsung mengaitkan gejala dengan satu komponen tertentu.

Penelitian sebelumnya bergerak pada tiga arah utama. Harlan *et al.* (2023) mengembangkan kontrol dan *monitoring* RTIL berbasis mikrokontroler; Desryanto *et al.* (2024), Koswara *et al.* (2025), serta Bahtiar dan Soebiantoro (2025) menelusuri kualitas tahanan isolasi jaringan AFL melalui pengukuran dan segmentasi; sedangkan Desryanto *et al.* (2025) merancang peningkatan keandalan PAPI melalui konfigurasi catu daya. Kajian lain menekankan akses komponen, pencatatan pemeliharaan, evaluasi beban, dan penjadwalan perawatan sebagai penunjang *maintainability* (Alba *et al.*, 2024; Pratiwi *et al.*, 2021; Situmeang *et al.*, 2024; Suprihartini *et al.*, 2022). Di antara literatur yang ditelaah, belum ditemukan pembahasan yang menggabungkan bukti uji fungsi pada RTIL terpasang, analisis RAM kualitatif, *fishbone* yang dibatasi pada faktor terverifikasi, serta urutan diagnosis segmental pada kasus RTIL Runway 06 Bandar Udara Malikussaleh. Celah ini penting karena hasil ukur tegangan pada panel tidak dengan sendirinya membuktikan tegangan telah mencapai unit, dan gejala dua lampu mati tidak cukup untuk menyatakan modul kontrol rusak. Kontribusi penelitian ialah prosedur diagnosis berbasis bukti yang bergerak dari konfirmasi gejala dan keselamatan kerja, pengendalian, panel, modul, terminal, kontinuitas per segmen, hingga pengujian isolasi dan lokasi gangguan sebelum perbaikan serta uji fungsi akhir. Penelitian bertujuan menganalisis kondisi RTIL Runway 06, mempersempit indikasi bagian rangkaian yang bermasalah, menjelaskan faktor *Man*, *Machine*, dan *Material* yang didukung data, serta menyusun rekomendasi pemeriksaan lanjutan dan pemeliharaan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Penelitian Terdahulu yang Relevan

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Penulis/ Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Hasil	Kontribusi dan relevansi
1	Harlan <i>et al.</i> (2023)	Rancang bangun sistem kontrol dan <i>monitoring</i> RTIL berbasis mikrokontroler	Merancang kontrol dan pemantauan RTIL jarak jauh	R&D/ prototipe mikrokontroler	Arduino, sensor listrik, <i>relay</i> , Ethernet, dan aplikasi web mendukung kontrol serta <i>monitoring</i>	Menunjukkan nilai pemantauan RTIL, tetapi tidak mendiagnosis kerusakan instalasi eksisting
2	Desryanto <i>et al.</i> (2024)	Analisis penurunan tahanan isolasi <i>runway edge light circuit 2</i>	Mengidentifikasi kasi penyebab penurunan tahanan isolasi	Observasi, pengukuran, wawancara, dan FTA	Tahanan isolasi 10,00 k Ω ; faktor lingkungan, usia, dan kondisi komponen teridentifikasi	Pembanding diagnosis kabel dan analisis sebab; penelitian ini tidak mengukur tahanan isolasi
3	Koswara <i>et al.</i> (2025)	Analisis tahanan isolasi jaringan AFL pada <i>runway edge light</i>	Menentukan kondisi dan sumber penurunan tahanan isolasi	Kuantitatif eksploratif dan pengukuran segmental	Nilai EFD di bawah 10 M Ω ; segmen lain di atas 50 M Ω ; degradasi isolasi dan air ditemukan	Menguatkan pentingnya segmentasi dan <i>megohmmeter</i> pada pemeriksaan lanjutan
4	Bahtiar & Soebiantoro (2025)	Analisis tahanan isolasi kabel dan trafo <i>approach light Runway 35</i>	Menilai tahanan isolasi kabel dan trafo	Pengukuran kuantitatif dengan <i>megger</i>	Rangkaian 40–42 M Ω ; segmen kabel 2.250–3.240 M Ω ; trafo 2.450–6.500 M Ω	Pembanding kuantitatif; penelitian ini terbatas pada kontinuitas karena alat tidak tersedia
5	Desryanto <i>et al.</i> (2025)	Rancangan sistem keandalan lampu PAPI	Merancang konfigurasi peningkatan keandalan PAPI	R&D level 1	Rancangan dua rangkaian catu silang beserta DED, RKS, dan BOQ	Relevan pada keandalan, tetapi berbeda objek dan berorientasi rancangan, bukan diagnosis

METODE PENELITIAN

Penelitian deskriptif kualitatif dilaksanakan di Bandar Udara Malikussaleh pada Maret–Agustus 2026, dengan kegiatan lapangan pada 30 Juni–3 Agustus 2026. Objek penelitian ialah sistem RTIL Runway 06, meliputi respons pengendalian, keluaran MCCB pada panel, modul

kontrol berkedip, *terminal strip*, kabel dari panel ke unit kanan, kabel penghubung unit kanan ke kiri, dan kondisi fisik dua unit. Pendekatan kualitatif dipilih karena tujuan penelitian ialah menjelaskan hubungan antarbukti dan mempersempit indikasi gangguan, sementara catatan waktu kegagalan, frekuensi kerusakan, serta waktu pemulihan belum cukup untuk analisis RAM kuantitatif. Data primer diperoleh melalui observasi, pemeriksaan fisik, pengukuran multimeter, uji silang dua modul kontrol RTIL Runway 06 pada RTIL Runway 24, uji terminal, uji kontinuitas kabel, dan wawancara semi-terstruktur. Tiga informan mewakili fungsi AFIS/ACO, Unit Listrik, dan Ketua Tim Operasi, Keamanan, Pelayanan, dan Darurat (TOKPD); wawancara dilakukan pada 20, 21, dan 23 Juli 2026. Data sekunder berasal dari dokumen fasilitas, regulasi, literatur teknis, serta notulen pemeriksaan Balai Teknik Penerbangan.

Pemeriksaan dijalankan secara berurutan. Setelah gejala dan keselamatan kerja dikonfirmasi, respons *Control Desk/Airfield Lighting Control and Monitoring System* diperiksa. Tegangan diukur pada keluaran MCCB; hasil ukur diperlakukan hanya sebagai bukti ketersediaan tegangan pada titik tersebut. Kedua modul kontrol kemudian diuji silang pada unit RTIL Runway 24. *Terminal strip* diperiksa, dilanjutkan uji kontinuitas kabel panel-RTIL Runway 06 kanan pada seluruh pasangan penghantar yang dikonfigurasi dan uji segmen RTIL kanan-kiri. *Megohmmeter* dan *cable fault locator* tidak tersedia, sehingga tahanan isolasi serta lokasi tepat titik gangguan tidak diuji. Keabsahan temuan diperkuat melalui triangulasi sumber, metode, dan waktu dengan membandingkan observasi, hasil ukur, wawancara, dan dokumen. RAM dinilai secara kualitatif, tanpa menghitung MTBF, MTTR, atau *availability* numerik. *Fishbone* digunakan untuk mengelompokkan faktor *Man*, *Machine*, dan *Material* yang benar-benar didukung data, mengikuti prinsip analisis sebab-akibat Ishikawa (1986). Hasil kemudian dibandingkan dengan ketentuan operasi dan pemeliharaan AFL serta temuan penelitian terdahulu.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pemeriksaan lapangan mengonfirmasi bahwa kedua unit RTIL Runway 06 tidak berfungsi. Secara fisik, *housing*, dudukan, terminal, dan *box* kedua unit pada umumnya baik; tidak ditemukan korosi maupun genangan air, dan kebersihan tergolong baik. Lensa unit kiri pecah, sedangkan lensa unit kanan baik. Kerusakan lensa kiri merupakan temuan fisik yang perlu ditangani, tetapi tidak menjelaskan padamnya kedua unit.

Tabel 2. Ringkasan Bukti Teknis Pemeriksaan RTIL Runway 06

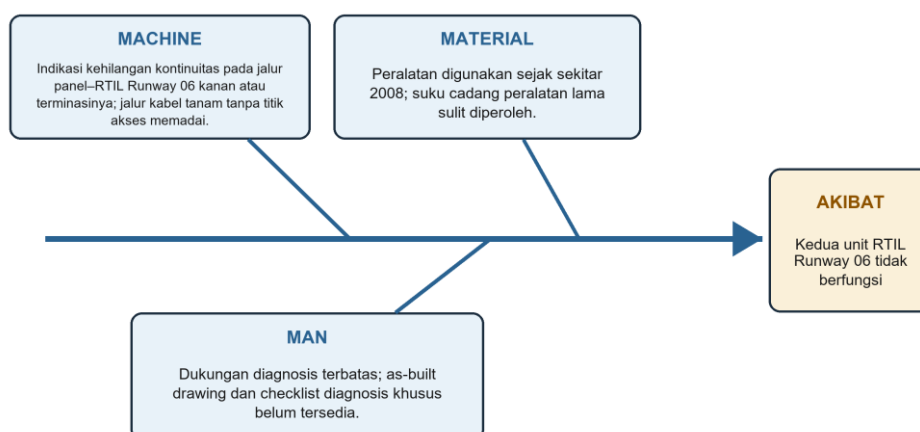
Tahap	Bukti terverifikasi	Interpretasi terbatas
Status fungsi	Kedua unit RTIL Runway 06 tidak menyala	Fasilitas tidak tersedia secara fungsional
Kondisi fisik	<i>Housing</i> , dudukan, terminal, dan <i>box</i> umumnya baik; lensa kiri pecah	Lensa pecah tidak menjelaskan kedua unit padam
Keluaran MCCB	Tegangan terukur pada keluaran MCCB	Hanya membuktikan tegangan di keluaran MCCB, bukan pada terminal RTIL
Modul kontrol	Kedua modul berkedip normal saat diuji silang pada RTIL Runway 24	Tidak ada bukti bahwa modul kontrol rusak
<i>Terminal strip</i>	Kontinuitas sekitar 0,04–0,05 Ω	Sambungan terminal yang diuji kontinu
Panel-RTIL kanan	Seluruh konfigurasi menunjukkan OL; <i>buzzer</i> tidak berbunyi	Indikasi kehilangan kontinuitas pada kabel atau terminasinya
RTIL kanan-kiri	Nilai stabil sekitar 0,4–0,8 Ω ; <i>buzzer</i> kontinu	Segmen penghubung kedua unit kontinu
Uji lanjutan	<i>Megohmmeter</i> dan <i>cable fault locator</i> tidak tersedia	Tahanan isolasi serta jenis/lokasi tepat gangguan belum dapat ditetapkan

Pengukuran pada keluaran MCCB menemukan tegangan tersedia. Namun, titik ukur berada pada panel sehingga hasil ini tidak membuktikan tegangan telah mencapai terminal RTIL Runway 06. Ketika dua modul kontrol dari RTIL Runway 06 dipasang dan diuji pada RTIL Runway 24, keduanya menghasilkan fungsi berkedip. Karena itu, bukti pengujian tidak mendukung pernyataan bahwa modul kontrol rusak maupun rekomendasi penggantian modul. *Terminal strip* menunjukkan kontinuitas sekitar 0,04–0,05 Ω . Pada kabel dari panel menuju RTIL Runway 06 kanan, seluruh konfigurasi pasangan penghantar yang diuji menampilkan OL dan *buzzer* multimeter tidak berbunyi. Sebaliknya, segmen kabel RTIL kanan–kiri menunjukkan nilai stabil sekitar 0,4–0,8 Ω dengan *buzzer* kontinu. Kombinasi bukti tersebut mempersempit indikasi gangguan pada kabel panel–RTIL kanan atau terminasinya. Panjang kabel tanam dari panel ke RTIL kanan sekitar 1.200 m dan tidak dilengkapi *handhole/manhole* sebagai titik akses antara.

Tabel 3. Penilaian RAM secara Kualitatif

Aspek	Penilaian	Dasar penilaian
<i>Reliability</i>	Rendah	Kedua unit tidak berfungsi; peralatan digunakan sejak sekitar 2008 dan riwayat gangguan tidak lengkap
<i>Availability</i>	Tidak tersedia secara fungsional	Perintah operasi tidak menghasilkan nyala pada kedua unit RTIL Runway 06
<i>Maintainability</i>	Terbatas	Kabel tanam sekitar 1.200 m tanpa titik akses antara, <i>as-built drawing</i> tidak tersedia, alat diagnosis terbatas, dan suku cadang lama sulit diperoleh

Analisis *fishbone* pada Gambar 1 hanya memuat faktor yang terverifikasi. Kategori *Machine* mencakup indikasi kehilangan kontinuitas pada jalur panel–RTIL Runway 06 kanan atau terminasinya; jalur kabel tanam tanpa titik akses memadai. Kategori *Man* berkaitan dengan keterbatasan dukungan diagnosis serta belum tersedianya *as-built drawing* dan *checklist* diagnosis khusus, bukan ketidakmampuan teknisi. Kategori *Material* mencakup usia peralatan sejak sekitar 2008 dan kesulitan memperoleh suku cadang peralatan lama.



Gambar 1. Fishbone Diagram Faktor Kerusakan RTIL Runway 06

Sumber: Penulis (diolah dari hasil penelitian)

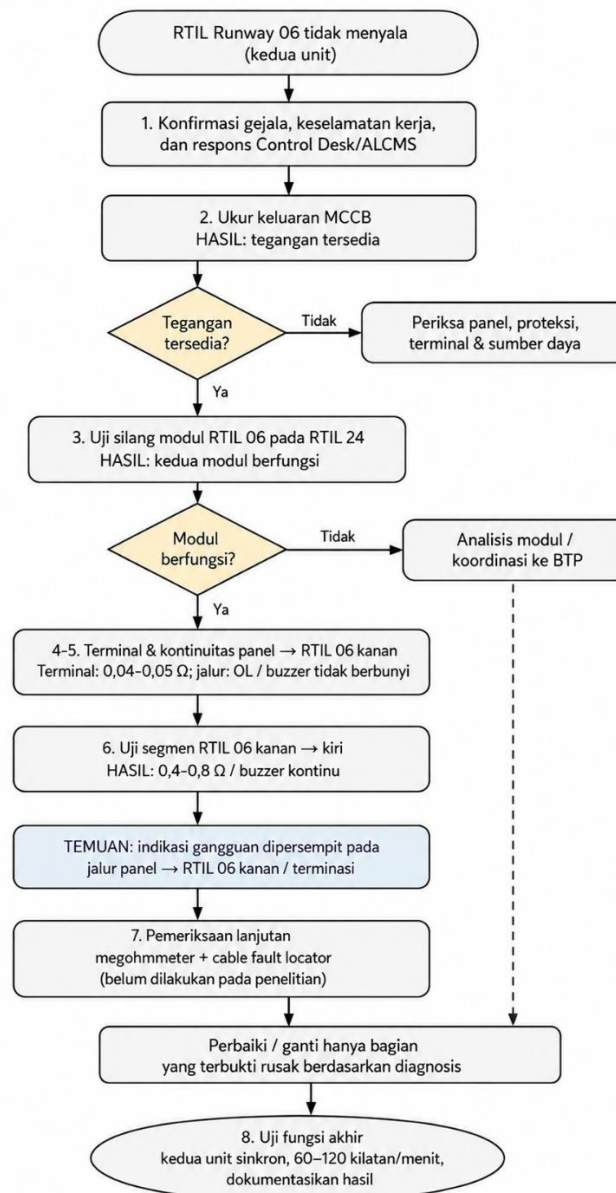
Pembahasan

Urutan bukti memperlihatkan cara gangguan dipersempit tanpa melampaui hasil pengujian. Tegangan pada keluaran MCCB menyingkirkan ketiadaan catu pada titik ukur tersebut, tetapi tidak menyingkirkan gangguan setelah MCCB. Uji silang membuktikan dua modul dapat berfungsi pada sistem pembanding Runway 24. Kontinuitas terminal dan segmen

kanan–kiri selanjutnya memindahkan fokus diagnosis ke jalur panel–RTIL kanan atau terminasinya. Meskipun pembacaan OL konsisten dengan kehilangan kontinuitas pada jalur yang diuji, data belum menetapkan apakah penyebabnya penghantar putus, sambungan terbuka, kerusakan isolasi, atau kondisi lain, dan belum menunjukkan koordinat gangguan. Kondisi tersebut menjelaskan penilaian RAM. *Reliability* dinilai rendah karena fungsi utama gagal pada kedua unit dan riwayat kegagalan tidak memadai untuk melihat pola. *Availability* dinyatakan tidak tersedia secara fungsional berdasarkan kegagalan nyala, bukan angka probabilistik. *Maintainability* terbatas karena kabel tanam sekitar 1.200 m tidak memiliki titik akses antara, dokumentasi *as-built* belum tersedia, alat diagnosis khusus tidak ada saat penelitian, dan suku cadang peralatan lama sulit diperoleh. Dokumentasi pemeliharaan berbasis bukti penting agar urutan pemeriksaan, hasil ukur, dan tindakan dapat ditelusuri (Pratiwi *et al.*, 2021; Suprihartini *et al.*, 2022).

Temuan ini sejalan dengan Desryanto *et al.* (2024), Koswara *et al.* (2025), dan Bahtiar dan Soebiantoro (2025) mengenai pentingnya pemeriksaan segmental untuk mengisolasi bagian jaringan AFL yang bermasalah. Perbedaannya, penelitian terdahulu tersebut menggunakan pengukuran tahanan isolasi, sedangkan penelitian ini tidak menghasilkan nilai tahanan isolasi karena *megohmmeter* tidak tersedia. Oleh sebab itu, angka kontinuitas penelitian ini tidak dapat diperlakukan sebagai pengganti hasil *megger*. Dibandingkan Harlan *et al.* (2023), kebaruan penelitian ini bukan rancangan *monitoring*, melainkan urutan diagnosis terhadap instalasi RTIL yang telah terpasang. Dibandingkan Desryanto *et al.* (2025), fokus penelitian ini adalah penelusuran kegagalan, bukan rancangan redundansi fasilitas. Faktor *fishbone* juga perlu dibaca secara disiplin. Tidak terdapat bukti bahwa kompetensi teknisi menjadi penyebab, dan uji silang justru menunjukkan kedua modul kontrol berfungsi. Faktor *Man* karena itu dibatasi pada dukungan diagnosis dan dokumentasi teknis. Faktor *Machine* dibatasi pada indikasi jalur panel–RTIL kanan atau terminasi serta kesulitan akses. Faktor *Material* dibatasi pada usia instalasi dan ketersediaan suku cadang. Pembatasan ini menjaga agar tindakan korektif diarahkan pada bagian yang terbukti bermasalah, sesuai prinsip pemeriksaan fasilitas AFL dan hasil pemeriksaan teknis sebelumnya (Balai Teknik Penerbangan, 2024; Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2022).

Selama kondisi penelitian, tidak ditemukan dampak operasional langsung yang terdokumentasi: penerbangan niaga terjadwal berlangsung sebelum matahari terbenam, PAPI berfungsi normal, dan tidak terdapat laporan pilot mengenai RTIL *Runway 06*. Temuan ini tidak mengurangi pentingnya RTIL sebagai alat bantu visual. Fasilitas tetap perlu dipulihkan agar fungsi identifikasi *threshold* tersedia ketika dibutuhkan dan kesiapan *aerodrome* terjaga sesuai ketentuan (ICAO, 2022; Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2023). Prosedur pada Gambar 2 merangkum kontribusi praktis penelitian. Pemeriksaan dimulai dari gejala, keselamatan, dan respons kontrol; berlanjut ke panel/MCCB, pemeriksaan fisik serta uji silang modul, terminal, dan kontinuitas per segmen. Bila indikasi belum tuntas, tahanan isolasi perlu diukur dengan *megohmmeter* dan titik gangguan dilokalisasi dengan *cable fault locator*. Perbaikan atau penggantian hanya diterapkan pada bagian yang terbukti bermasalah, lalu kedua unit diuji secara sinkron pada 60–120 kilatan per menit dan hasilnya didokumentasikan.



Gambar 2. Prosedur Diagnosis dan Penelusuran Kerusakan RTIL Runway 06

Sumber: Penulis (diolah berdasarkan hasil penelitian dan Balai Teknik Penerbangan, 2024)

KESIMPULAN

Penelitian menyimpulkan bahwa kedua unit RTIL *Runway* 06 Bandar Udara Malikussaleh tidak tersedia secara fungsional, tetapi bukti tidak mendukung kerusakan dua modul kontrol karena keduanya bekerja saat diuji silang pada RTIL *Runway* 24. Tegangan yang ditemukan pada keluaran MCCB hanya membuktikan kondisi titik ukur di panel dan tidak membuktikan tegangan pada terminal RTIL. *Terminal strip* kontinu sekitar 0,04–0,05 Ω; seluruh uji kabel panel–RTIL kanan menunjukkan OL tanpa bunyi *buzzer*; dan segmen RTIL kanan–kiri kontinu sekitar 0,4–0,8 Ω dengan *buzzer* stabil. Dengan demikian, indikasi gangguan dipersempit pada kabel panel–RTIL kanan atau terminasinya, tanpa menetapkan jenis maupun lokasi tepat kerusakan. Lensa unit kiri yang pecah perlu diperbaiki, tetapi tidak menjelaskan kedua unit padam. Secara kualitatif, *reliability* dinilai rendah, *availability* tidak tersedia secara fungsional, dan *maintainability* terbatas oleh kabel tanam sekitar 1.200 m tanpa titik akses antara, ketiadaan *as-built drawing*, keterbatasan alat diagnosis, usia peralatan sejak sekitar 2008, dan kesulitan suku cadang. Keterbatasan utama penelitian ialah tidak tersedianya *megohmmeter*

dan *cable fault locator* serta tidak lengkapnya riwayat kegagalan, sehingga analisis RAM kuantitatif dan penentuan titik gangguan belum dapat dilakukan. Pemeriksaan selanjutnya perlu mengukur tahanan isolasi, melokalisasi gangguan, memperbaiki atau mengganti hanya bagian yang terbukti bermasalah, melakukan uji fungsi akhir kedua unit secara sinkron, serta memperbarui *as-built drawing*, *checklist* diagnosis, dan rekaman pemeliharaan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pimpinan dan personel UPBU Kelas III Malikussaleh, Tim TOKPD, Unit Listrik, personel AFIS/ACO AirNav, serta dosen pembimbing Politeknik Penerbangan Indonesia Curug yang mendukung pelaksanaan observasi, pengujian, wawancara, dan penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alba, A. A. B. H., Widiarto, H., & Soebiantoro, R. (2024). Rancang bangun transformator *pit* untuk *runway edge light*. *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, 16(3), 172–178. <https://doi.org/10.54147/langitbiru.v16i03.841>
- Bahtiar, M., & Soebiantoro, R. (2025). Analisis tahanan isolasi kabel dan trafo *approach light* pada Runway 35 di Bandar Udara Abdulrachman Saleh Malang. *Aviation Science and Technology Journal*, 1(2), 73–81. <https://doi.org/10.54147/astj.v1i02.1225>
- Balai Teknik Penerbangan. (2024). *Notulen rapat daring pemeriksaan peralatan RTIL Bandar Udara Malikussaleh* [Dokumen internal]. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara.
- Desryanto, N., Firmansyah, A. W., & Leonaldy, S. (2025). Rancangan sistem keandalan lampu *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) di Bandar Udara Halim Perdanakusuma. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 8(2), 4762–4769. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v8i2.44922>
- Desryanto, N., Sptra, M. A., Saputro, R., & Arnas, Y. (2024). Analisis penyebab penurunan tahanan isolasi *runway edge light circuit 2* dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) di Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 7(4), 16152–16162. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i4.37245>
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2022). *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor PR 26 Tahun 2022 tentang Pedoman teknis operasional keselamatan penerbangan sipil Bagian 139-27: Pedoman pengoperasian dan pemeliharaan peralatan bantu pendaratan visual (Airfield Lighting System) dan sistem kelistrikan*. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (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*. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Harlan, Pagiling, L., Aliansyah, A. N., & Mulyawati, N. Z. D. L. (2023). Rancang bangun sistem kontrol dan *monitoring Runway Threshold Identifier Light* berbasis mikrokontroler di Bandar Udara Haluoleo. *Resistor: Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik*, 1(2), 45–55. <https://doi.org/10.36709/resistor.v1i2.20>
- International Civil Aviation Organization. (2022). *Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation: Aerodromes, Volume I—Aerodrome design and operations* (9th ed.).
- Ishikawa, K. (1986). *Guide to quality control* (2nd rev. ed.). Asian Productivity Organization.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 95 Tahun 2021 tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 tentang Aerodrome*.



- Koswara, I., Soebiantoro, R., & Baihaqi, A. A. (2025). Analisis tahanan isolasi jaringan *Airfield Lighting* pada *runway edge light* di Bandar Udara Internasional Radin Inten II Lampung. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 8(2), 4128–4135. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v8i2.44560>
- Pratiwi, R., Subagyo, T. H., Kania, D. D., & Ricardianto, P. (2021). Penerapan metode *Lean Six Sigma* untuk meningkatkan keakuratan jadwal perawatan pesawat CN-295M di Skadron Teknik 021. *Warta Ardhia*, 47(1), 51–66. <https://doi.org/10.25104/wa.v47i1.411.51-66>
- Situmeang, S. B. A., Tharo, Z., & Anisah, S. (2024). Analisis sistem *Constant Current Regulator* pada *Airfield Lighting System* di bandar udara. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 7(2), 434–446. <https://doi.org/10.31539/intecom.v7i2.9818>
- Suprihartini, Y., Taryana, T., & Cahya, L. N. (2022). Sistem penyimpanan data pemeliharaan peralatan listrik berbasis *website*. *KNOWLEDGE: Jurnal Inovasi Hasil Penelitian dan Pengembangan*, 2(1), 31–43. <https://doi.org/10.51878/knowledge.v2i1.1004>