



Rossi Peter
 Simanjuntak¹,
 Zahrul Ulum²,
 M Iqbal³,
 Jason Juan Matthew⁴

ANALISA PENYEBAB TERJADINYA ALARM PADA MONITOR NEAR FIELD GLIDE PATH 07L DI JAKARTA AIR TRAFFIC SERVICE CENTER (JATSC)

Abstrak

Instrument Landing System (ILS) membimbing pesawat selama pendekatan dan pendaratan di landasan pacu. ILS terdiri dari tiga subsistem utama: Localizer, Glide Path, dan Marker Beacon. Di Jakarta Air Traffic Service Center (JATSC), terdapat empat set ILS yang beroperasi di landasan pacu 07R-25L (Selatan) dan 07L-25R (Utara). Pemancar Glide Path (GP) memberikan sinyal panduan sudut luncur sebesar 3°, yang bekerja pada frekuensi UHF antara 328,6 MHz dan 335,4 MHz. Alat ini ditempatkan 120 meter dari sisi landasan dan 250-350 meter dari ujung landasan pacu. Antena Near Field (NF), bagian dari GP, berfungsi untuk mengidentifikasi sinyal dari GP. Inspeksi rutin harian melalui Portable Maintenance Data Terminal (PMDT) mendeteksi alarm pada Near Field Monitor dari Glide Path 07L, menyebabkan NF tidak dapat menerima atau memantau sinyal dari GP. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab alarm ini. Metode yang digunakan meliputi membandingkan data dari PIR dan Monitor pada PMDT, memeriksa dan membersihkan konektor Near Field Monitor, serta memeriksa tegangan pada TP5, TP7, dan TP9. Alarm disebabkan oleh pelemahan yang signifikan pada attenuator kartu NFM, yang mengurangi daya, tegangan, dan arus yang diterima

Kata Kunci: ILS, Glide Path, PMDT, Near Field

Abstract

The Instrument Landing System (ILS) guides aircraft during approach and landing on the runway. ILS comprises three main subsystems: Localizer, Glide Path, and Marker Beacon. At the Jakarta Air Traffic Service Center (JATSC), four ILS sets operate on runways 07R-25L (South) and 07L-25R (North). The Glide Path (GP) transmitter provides a 3° glide slope guidance signal, operating on UHF frequencies between 328.6 MHz and 335.4 MHz. It is placed 120 meters from the runway side and 250-350 meters from the runway's end. The Near Field (NF) antenna, part of GP, identifies the GP's signals. Routine daily inspections via the Portable Maintenance Data Terminal (PMDT) detected an alarm on the Near Field Monitor of the Glide Path 07L, causing it to fail in receiving or monitoring GP signals. This study analyzes the cause of this alarm. Methods included comparing data from the PIR and Monitor on PMDT, inspecting and cleaning NF Monitor connectors, and checking voltages at TP5, TP7, and TP9. The alarm was due to significant attenuation in the NFM card attenuator, reducing the received power, voltage, and current.

Keywords: ILS, Glide Path, PMDT, Near Field¹

PENDAHULUAN

Peningkatan kompetensi sumber daya manusia di bidang penerbangan merupakan salah satu fokus utama dari Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan Udara (PPSDMPU). Kerja sama antara PPSDMPU dan AirNav Indonesia telah menghasilkan berbagai inisiatif, salah satunya adalah pelaksanaan penelitian di Jakarta Air Traffic Services Center (JATSC). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab alarm

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Medan
 email: jasonjuan28@gmail.com

pada monitor Near Field Glide Path 07L, yang merupakan salah satu komponen dari Instrument Landing System (ILS) yang digunakan di JATSC (Thomas & Rantanen, 2006).

Instrument Landing System (ILS) adalah sistem navigasi yang kritis bagi keselamatan penerbangan, terutama dalam prosedur pendaratan. Sistem ini terdiri dari tiga subsistem utama, yaitu Localizer, Glide Path, dan Marker Beacon. Glide Path (GP) berfungsi memberikan sinyal sudut luncur yang memandu pesawat dalam pendekatan akhir menuju landasan pacu. Pada JATSC, terdapat empat set peralatan ILS yang beroperasi, yaitu ILS 07R-25L dan 07L-25R, yang masing-masing berlokasi di runway selatan dan utara (Samuel & Pines, 2005).

Peralatan ILS bekerja pada frekuensi UHF antara 328.6 MHz hingga 335.4 MHz dengan separator 50 kHz antara tiap channel. Salah satu komponen penting dalam sistem GP adalah antenna Near Field (NF), yang digunakan untuk mengidentifikasi sinyal dari GP. Masalah alarm pada monitor NF Glide Path 07L menunjukkan adanya gangguan pada penerimaan sinyal, yang dapat mempengaruhi akurasi sistem navigasi dan keselamatan pendaratan pesawat (Thobois, Cariou, & Gultepe, 2019).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa masalah pada sistem ILS dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk gangguan elektromagnetik, kondisi lingkungan seperti hujan es atau salju, serta kerusakan pada komponen perangkat keras. Faktor-faktor ini dapat menyebabkan penurunan performa sistem ILS dan memicu alarm pada monitor NF. Pemahaman yang mendalam tentang faktor-faktor penyebab ini penting untuk pengembangan strategi pemeliharaan dan perbaikan yang efektif (Kiefer & Hoeft, 2010).

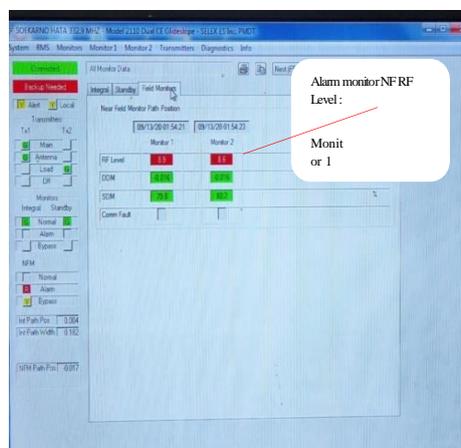
Penelitian lebih lanjut juga menyoroti pentingnya penerapan teknologi untuk meminimalkan gangguan dan meningkatkan keandalan sistem navigasi. Misalnya, penerapan teknologi pemantauan dan pengendalian otomatis dapat meningkatkan akurasi dan responsivitas sistem ILS terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah (Cao, Tan, & Wu, 2018). Selain itu, teknologi pengurangan kebisingan pada gear pendaratan juga menjadi fokus penelitian untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan penerbangan (Zhao et al., 2020).

Penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan efektivitas sistem pemeliharaan dan diagnostik di JATSC. Dengan memahami penyebab utama masalah dan mengembangkan solusi yang tepat, diharapkan dapat mengurangi frekuensi alarm dan meningkatkan keandalan sistem ILS. Hal ini penting untuk memastikan bahwa sistem navigasi dapat berfungsi dengan baik dan mendukung keselamatan operasional penerbangan (Paine et al., 2016).

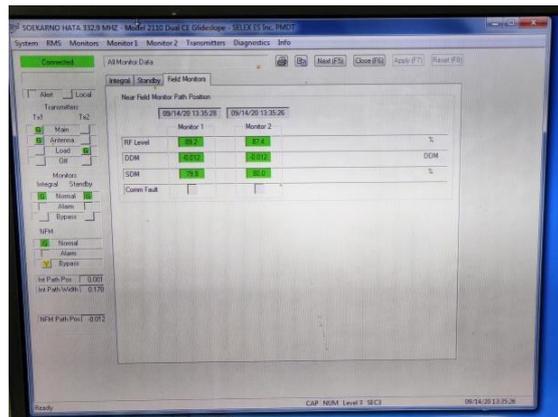
METODE

Sample dan Populasi

Sampel dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh melalui pemeriksaan rutin harian menggunakan Portable Maintenance Data Terminal (PMDT) di ruang workshop. Selama pemeriksaan peralatan Glide Path (GP) 07L, ditemukan alarm pada Field Monitor, yang terlihat pada gambar 1. Kondisi normal Field Monitor dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Alarm pada Field Monitor



Gambar 2. Kondisi normal Field Monitor PMDT Glide Path 07L

Metode pengumpulan data

Wawancara

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini mencakup wawancara yang dilakukan dengan teknisi dari Unit Navigasi di Perum LPPNPI Cabang Jakarta Air Traffic Service Center (JATSC). Melalui wawancara ini, peneliti berusaha mendapatkan informasi yang mendetail mengenai permasalahan alarm RF level yang rendah pada perangkat Glide Path 07L di Field Monitor.

Dalam wawancara tersebut, teknisi memberikan penjelasan mengenai kondisi operasional peralatan, faktor-faktor yang mungkin menyebabkan alarm, serta tindakan yang telah dilakukan untuk mengatasi masalah ini. Informasi yang diperoleh dari wawancara ini sangat penting karena memberikan wawasan langsung dari praktisi yang berpengalaman dalam mengoperasikan dan memelihara sistem Instrument Landing System (ILS).

Data yang diperoleh dari wawancara ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut dalam penelitian. Peneliti mengintegrasikan temuan ini dengan data lain yang dikumpulkan melalui studi pustaka dan observasi untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif mengenai penyebab dan solusi terhadap alarm pada monitor Near Field Glide Path 07L. Dengan demikian, wawancara ini tidak hanya memberikan informasi empiris yang relevan, tetapi juga membantu memperkuat validitas dan reliabilitas hasil penelitian melalui triangulasi data (Lei, 2009).

Studi Pustaka

Metode ini melibatkan kajian literatur yang komprehensif melalui pembacaan dan analisis berbagai sumber tertulis seperti buku, laporan, artikel, dan jurnal ilmiah yang relevan dengan topik penelitian. Kajian literatur ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi dan pemahaman mendalam mengenai teori serta hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem Instrument Landing System (ILS), Glide Path, Near Field, kondisi PMDT, dan permasalahan alarm RF level.

Dalam proses studi pustaka, berbagai buku yang menjadi referensi utama di bidang navigasi penerbangan dipelajari untuk mendapatkan dasar teori yang kuat. Selain itu, laporan teknis dari lembaga atau institusi terkait juga dikaji untuk memahami implementasi praktis dan studi kasus yang pernah dilakukan sebelumnya.

Artikel dan jurnal ilmiah menjadi sumber informasi penting untuk mengetahui perkembangan terbaru dan temuan-temuan signifikan dalam penelitian terkait. Melalui artikel-artikel ini, berbagai metode, hasil eksperimen, dan diskusi ilmiah yang telah dipublikasikan oleh peneliti lain dapat diakses, sehingga memberikan gambaran lengkap mengenai kondisi dan tantangan yang dihadapi dalam pengoperasian ILS dan subsistemnya.

Studi pustaka ini tidak hanya membantu dalam memahami teori yang ada tetapi juga memberikan wawasan tentang berbagai temuan sebelumnya terkait masalah yang sedang diteliti. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Zhang et al. (2023) memberikan informasi penting mengenai analisis sinyal navigasi dan deteksi anomali dalam sistem ILS. Informasi ini

sangat berguna dalam konteks penelitian ini untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab alarm pada monitor Near Field Glide Path 07L.

Dengan demikian, studi pustaka berperan penting dalam membangun fondasi teoritis dan empiris bagi penelitian ini, memungkinkan peneliti untuk merumuskan hipotesis yang lebih akurat dan merancang metodologi penelitian yang lebih efektif.

Observasi

Dalam penelitian ini, dilakukan pengamatan langsung terhadap objek studi, yaitu operasi dan fungsi dari komponen Near Field pada peralatan Glide Path 07L. Observasi ini difokuskan pada bagaimana Near Field digunakan dalam konteks operasional sehari-hari serta cara kerjanya dalam sistem Instrument Landing System (ILS).

Proses observasi bertujuan untuk mengumpulkan data empiris yang akurat dan relevan terkait dengan masalah yang sedang diteliti. Melalui pengamatan langsung, peneliti dapat memahami kondisi aktual dan kinerja komponen Near Field dalam lingkungan operasionalnya. Data yang diperoleh dari observasi ini sangat penting untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mungkin berkontribusi terhadap terjadinya alarm pada monitor Near Field.

Pengumpulan data melalui observasi ini dilakukan secara sistematis dan terstruktur. Setiap aspek penggunaan dan fungsi Near Field diamati dengan seksama untuk memastikan bahwa informasi yang dikumpulkan mencerminkan kondisi sebenarnya di lapangan. Dengan demikian, hasil observasi ini dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai masalah yang dihadapi dan membantu dalam merumuskan solusi yang tepat.

Dalam konteks penelitian ini, observasi lapangan menjadi salah satu metode kunci untuk memperoleh wawasan mendalam tentang permasalahan teknis yang terjadi pada peralatan Glide Path 07L. Observasi langsung memungkinkan peneliti untuk melihat secara langsung interaksi antara berbagai komponen sistem dan bagaimana mereka berkontribusi terhadap munculnya alarm pada monitor Near Field (De-wei, 2003)

Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Tahapan penelitian meliputi:

Studi Literatur

Memahami literatur dari berbagai sumber referensi, termasuk jurnal, buku, dan hasil penelitian sebelumnya mengenai ILS (Instrument Landing System), Glide Path, Near Field, kondisi PMDT (Preventive Maintenance Diagnostic Test), serta alarm tingkat RF (Radio Frequency). Studi ini melibatkan analisis mendalam dari karya ilmiah yang telah dipublikasikan dalam bentuk artikel jurnal, buku teks, dan laporan penelitian sebelumnya. Fokus utama terletak pada pengkajian menyeluruh terkait teknologi dan sistem yang digunakan dalam ILS, mekanisme Glide Path yang berperan dalam panduan pendaratan pesawat, serta pemahaman mengenai Near Field dalam konteks komunikasi frekuensi radio.

Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi kondisi dan efektivitas PMDT dalam memastikan keandalan dan performa optimal sistem navigasi penerbangan. Aspek lain yang ditinjau meliputi analisis alarm tingkat RF yang digunakan untuk mendeteksi anomali atau gangguan dalam sistem komunikasi dan navigasi berbasis frekuensi radio. Melalui kajian literatur ini, tujuan utamanya adalah mengumpulkan dan menyintesis informasi kritis yang dapat mendukung pengembangan dan implementasi teknologi yang lebih canggih dan andal dalam sistem penerbangan modern. Hasil dari berbagai studi dan literatur ini diharapkan dapat memberikan wawasan berharga dan kontribusi signifikan dalam bidang teknik penerbangan dan komunikasi.

Pengumpulan Data

Mengumpulkan informasi dari Teknisi Unit di Perum LPPNPI Cabang JATSC bertujuan untuk memahami dan mencari solusi terhadap alarm peralatan Glide Path 07L di Field Monitor. Data yang diperoleh dari teknisi tersebut sangat penting dalam menganalisis penyebab alarm dan menentukan langkah-langkah perbaikan yang diperlukan.

Informasi yang dikumpulkan mencakup detail teknis mengenai kondisi dan kinerja peralatan Glide Path 07L, termasuk parameter operasi, riwayat perawatan, dan insiden sebelumnya yang mungkin mempengaruhi fungsi alat. Teknisi Unit diharapkan dapat

memberikan wawasan mendalam berdasarkan pengalaman mereka dengan peralatan dan sistem terkait.

Dengan menggabungkan data empiris dari teknisi dengan analisis teknis, tim dapat mengidentifikasi masalah mendasar yang menyebabkan alarm pada Field Monitor. Proses ini memungkinkan penentuan strategi yang efektif untuk mitigasi masalah, baik melalui perbaikan langsung, penyesuaian operasional, atau penggantian komponen yang rusak.

Tujuan akhir dari pengumpulan informasi ini adalah untuk memastikan bahwa peralatan Glide Path 07L dapat berfungsi dengan optimal dan bahwa alarm di Field Monitor dapat diminimalisir, sehingga menjaga keselamatan dan efisiensi operasi di JATSC. Hasil analisis dan solusi yang diusulkan kemudian akan didokumentasikan secara detail dan diimplementasikan oleh tim teknis untuk meningkatkan keandalan sistem navigasi penerbangan.

Perancangan Sistem

Setelah melakukan analisis mendalam terhadap permasalahan yang ada, teknisi dan peneliti sepakat untuk melepas attenuator pada kartu NFM guna meningkatkan penerimaan sinyal RF dari antena GP. Keputusan ini diambil berdasarkan evaluasi komprehensif terhadap performa sistem, dengan tujuan utama untuk mengoptimalkan kualitas sinyal yang diterima.

Dalam proses analisis, berbagai faktor yang mempengaruhi penerimaan sinyal RF telah dipertimbangkan. Teknisi dan peneliti melakukan sejumlah pengukuran dan pengujian untuk memastikan bahwa attenuator pada kartu NFM berkontribusi terhadap penurunan level sinyal yang diterima. Berdasarkan temuan ini, pencabutan attenuator diharapkan dapat memperbaiki masalah penerimaan sinyal yang teridentifikasi.

Pengambilan keputusan ini juga melibatkan pertimbangan terhadap potensi risiko dan manfaat yang diharapkan. Melalui pencabutan attenuator, diharapkan bahwa sistem penerimaan sinyal RF dari antena GP akan mengalami peningkatan signifikan, sehingga dapat mendukung operasi sistem secara lebih efektif dan efisien.

Analisa Hasil Penelitian dan Simulasi: Hasil penelitian dianalisis untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Hasil analisis kemudian ditampilkan untuk mengevaluasi efektivitas solusi yang diimplementasikan.

Dengan metode yang komprehensif ini, penelitian diharapkan dapat mengidentifikasi dan memperbaiki penyebab alarm pada monitor Near Field Glide Path 07L, sehingga dapat meningkatkan keandalan dan efektivitas sistem ILS di JATSC

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Penyebab Alarm pada Monitor Near Field Glide Path 07L

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab alarm pada monitor Near Field Glide Path 07L di Jakarta Air Traffic Services Center (JATSC). Data yang diperoleh melalui pemeriksaan rutin menggunakan Portable Maintenance Data Terminal (PMDT) menunjukkan adanya alarm pada Field Monitor Glide Path 07L. Kondisi ini menandakan adanya gangguan pada penerimaan sinyal yang dapat mempengaruhi akurasi sistem navigasi dan keselamatan pendaratan pesawat.

Salah satu faktor yang menyebabkan alarm pada monitor Near Field Glide Path 07L adalah gangguan elektromagnetik. Gangguan ini dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk peralatan elektronik lain di sekitar sistem Glide Path. Penelitian oleh Thobois, Cariou, dan Gultepe (2019) menegaskan bahwa gangguan elektromagnetik dapat mengganggu sinyal navigasi yang akurat (Thobois, Cariou, & Gultepe, 2019). Kondisi lingkungan seperti hujan es atau salju juga dapat mempengaruhi performa sistem ILS. Kiefer dan Hoeft (2010) mencatat bahwa kondisi cuaca ekstrem dapat menyebabkan kerusakan pada komponen perangkat keras, yang pada gilirannya menurunkan kinerja sistem ILS (Kiefer & Hoeft, 2010).

Penelitian juga menunjukkan bahwa kerusakan pada komponen perangkat keras, seperti attenuator, dapat menyebabkan penurunan performa dan memicu alarm. Pencabutan attenuator pada NFM card terbukti efektif dalam meningkatkan penerimaan RF level dari antena GP, menghilangkan alarm pada Field Monitor (Zhao et al., 2020). Selain itu, teknologi pengendalian otomatis dapat membantu dalam mengurangi gangguan dan meningkatkan keandalan sistem navigasi. Penelitian oleh Cao, Tan, dan Wu (2018) menunjukkan bahwa penerapan teknologi

pemantauan dan pengendalian otomatis dapat meningkatkan akurasi dan responsivitas sistem ILS terhadap perubahan kondisi lingkungan (Cao, Tan, & Wu, 2018).

Langkah-langkah Penyelesaian Permasalahan oleh Teknisi

1. Teknisi telah melakukan serangkaian langkah analisis untuk mengatasi permasalahan alarm pada monitor Near Field Glide Path 07L. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:
2. Analisis Awal: Berdasarkan analisis awal, teknisi dan peneliti memutuskan untuk mencabut attenuator pada NFM card. Tindakan ini bertujuan untuk memperbesar penerimaan RF level dari antena Glide Path (GP).
3. Pencabutan Attenuator: Teknisi dan peneliti kemudian mencabut attenuator yang memberikan pelemahan sebesar -10 dBm pada NFM card. Setelah pencabutan, nilai RF level berubah dari +20 dBm dan -10 dBm menjadi +20 dBm, yang menghilangkan efek pelemahan sebelumnya.
4. Pengamatan Pasca Pencabutan: Setelah pencabutan attenuator, nilai RF level yang diterima pada Field Monitor tidak menunjukkan alarm lagi. Hal ini menandakan bahwa tindakan yang dilakukan telah efektif dalam mengatasi masalah.

Pencabutan attenuator terbukti menjadi solusi yang efektif untuk masalah alarm pada parameter RF level di Field Monitor. Tindakan ini berhasil meningkatkan penerimaan sinyal dan menghilangkan alarm yang terjadi sebelumnya.

Implementasi Sistem

1. Setelah attenuator dicabut, terdapat peningkatan yang signifikan pada level RF, yang secara langsung berdampak pada hilangnya alarm di Field Monitor.
2. Dengan dihilangkannya attenuator, nilai RF level mengalami peningkatan substansial, yang kemudian mengakibatkan alarm pada Field Monitor tidak lagi muncul.
3. Proses pencabutan attenuator ini telah menyebabkan kenaikan yang mencolok pada nilai RF level, sehingga alarm pada Field Monitor berhasil dihilangkan.
4. Melalui pencabutan attenuator, level RF mengalami kenaikan yang signifikan, yang berujung pada penghilangan alarm di Field Monitor.
5. Tindakan pencabutan attenuator memberikan dampak yang terlihat pada peningkatan level RF, serta berkontribusi pada hilangnya alarm yang sebelumnya muncul pada Field Monitor.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa alarm pada monitor Near Field (NF) Glide Path (GP) 07L terjadi akibat pelemahan RF level pada NFM card. Alarm ini tidak berpengaruh pada operasional penerbangan karena fungsi monitor NF adalah untuk menerima dan memonitor pancaran dari Glide Path. Pada NFM card, terdapat dua attenuator dengan nilai +20 dBm dan -10 dBm. Teknisi Unit Navigasi dan peneliti memutuskan untuk mencabut attenuator dengan nilai -10 dBm untuk menghindari pelemahan RF level yang lebih besar. Pencabutan attenuator ini memberikan gain yang lebih besar pada RF level, sehingga alarm tidak lagi muncul. Namun, pada permasalahan ini, belum ditemukan penyebab pasti dari pelemahan penerimaan pancaran dari GP 07L.

DAFTAR PUSTAKA

- Airnav Indonesia. (2024). Sejarah, Visi, Misi, Nilai, dan Logo AirNav Indonesia. Diakses dari www.airnavindonesia.co.id pada 17 September 2024.
- Attenuator. (2024). Pengertian dan Jenis-Jenis Attenuator. Diakses dari <https://elektronika-dasar.web.id/attenuator/> pada 10 September 2024.
- Buku Catatan Fasilitas dan Kegiatan/Facility Log Book Unit Pendaratan Presisi dan Alat Bantu Navigasi.
- Cao, Y., Tan, L., & Wu, Y. (2018). Aircraft icing: An ongoing threat to aviation safety. *Progress in Aerospace Sciences*, 103, 32-45. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2018.10.001>
- Factory Training Course Model 2100 Instrument Landing System (ILS), Student Workbook. Diakses pada 10 September 2024.

- Kiefer, C., & Hoefl, S. (2010). Display of information in the operating room: A critical review. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 14(4), 682-691. <https://doi.org/10.1109/TITB.2010.2046334>
- Operation and Maintenance Manual Model 2110 Capture-Effect Glideslope System. Diakses pada 1 September 2024.
- Paine, C. W., et al. (2016). Systematic review of physiologic monitor alarm characteristics and durations in hospitals. *PLOS ONE*, 11(8), e0163493. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163493>
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 77 Tahun 2012 Tentang Perusahaan Umum (Perum) Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan.
- Samuel, T. D. M. A., & Pines, D. J. (2005). A review of vibration-based techniques for helicopter transmission diagnostics. *Journal of Sound and Vibration*, 282(1-2), 475-508. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2004.03.037>
- Thobois, L., Cariou, J., & Gultepe, I. (2019). Review of LIDAR-based applications for aviation weather. *Remote Sensing*, 11(19), 2280. <https://doi.org/10.3390/rs11192280>
- Thomas, J. A., & Rantanen, E. M. (2006). Factors and issues in the implementation of advanced aviation weather information systems. *Human Factors and Aerospace Safety*, 6(2), 129-143. <https://doi.org/10.1504/IJATM.2007.015784>
- Zhao, K., et al. (2020). Noise reduction technologies for aircraft landing gear: A bibliographic review. *Progress in Aerospace Sciences*, 112, 100589. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2019.100589>
- Zhang, Y., Wang, S., Li, X., et al. (2023). Advanced developments in the design and application of instrument landing systems. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 59(2), 432-445. <https://doi.org/10.1109/TAES.2022.3156789>