

ANALISIS TINDAKAN CORRECTIVE MAINTENANCE PADA MODUL OSCILLATOR PERALATAN GLIDE PATH MEREK NORMARC DI PERUM LPPNPI CABANG SURABAYA

Luthfi Musthofa^{1*}, Toni², Irvan³

^{1,2}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug; Jl. Raya PLP Curug, Serdang Wetan, Kec. Legok, Tangerang, Banten; (021) 5982204

³Perum LPPNPI Indonesia; Jl. Ir. H. Juanda No.1 Tangerang Kec. Neglasari, Kota Tangerang, Banten; (021) 55915000

Received: 1 Mei April 2024

Accepted: 31 Juli 2024

Published: 7 Agustus 2024

Keywords:

Instrument Landing System;
Glide Path; Oscillator;
Kapasitor

Correspondent Email:

luthfimumsthofa22@gmail.com

Abstrak. Salah satu peralatan navigasi yang digunakan untuk menunjang keselamatan penerbangan adalah peralatan *Instrument Landing System* (ILS). ILS merupakan alat bantu pendaratan yang penting untuk meningkatkan keselamatan penerbangan. ILS menggunakan peralatan Localizer untuk memberikan panduan horizontal kepada pilot pada jarak 25 mil laut dari landasan pacu. Kemudian, peralatan glide path akan memberikan panduan vertikal kepada pilot pada jarak 10 mil laut dari landasan pacu. Dalam peralatan glide path, terdapat berbagai modul yang digunakan, salah satunya modul *oscillator* yang berfungsi untuk pembangkit frekuensi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya alarm fail pada indikator *Remote Monitoring Management* (RMM) peralatan glide path yang disebabkan adanya kerusakan pada modul *oscillator*. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari berbagai sumber, yaitu data primer dan sekunder. Melalui penelitian ini, ditemukan penyebab kerusakan modul *oscillator* yang disebabkan adanya komponen kapasitor tipe elco 100 nano farad yang terbakar akibat *over voltage* pada modul *oscillator*.

Abstract. One of the navigation equipment used to support aviation safety is the *Instrument Landing System* (ILS). ILS is an important landing aid to improve aviation safety. ILS uses a Localizer to provide horizontal guidance to pilots at a distance of 25 nautical miles from the runway. Then, the glide path equipment will provide vertical guidance to pilots at a distance of 10 nautical miles from the runway. In glide path equipment, there are various modules used, one of which is the oscillator module which functions as a frequency generator. This study aims to identify the cause of the fail alarm on the *Remote Monitoring Management* (RMM) indicator of glide path equipment caused by damage to the oscillator module. This research was conducted by collecting data from various sources, namely primary and secondary data. Through this research, the cause of oscillator module damage was found to be caused by a 10,000 microfarad elco type capacitor component that burned due to over voltage on the oscillator module.

1. PENDAHULUAN

Keselamatan penerbangan merupakan salah satu hal yang paling penting dalam industri penerbangan. Setiap tahun, jutaan orang menggunakan pesawat terbang untuk bepergian ke berbagai tujuan. Pesawat terbang memiliki potensi kecelakaan yang lebih besar dibandingkan alat transportasi lainnya, sehingga perlu diprioritaskan dalam hal keselamatan[1]. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa penerbangan dilakukan dengan aman dan terkendali. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi keselamatan penerbangan adalah peralatan navigasi. Peralatan navigasi berfungsi untuk membantu pilot dalam mengendalikan pesawat dan mengarahkannya ke tujuan yang diinginkan. Peralatan navigasi yang baik dapat membantu pilot untuk menghindari tabrakan, mendarat dengan aman, dan melakukan navigasi dengan efisien[2].

Salah satu peralatan navigasi yang digunakan untuk menunjang keselamatan penerbangan adalah peralatan Instrument Landing System (ILS). ILS adalah alat bantu pendaratan yang menggunakan sinyal radio untuk memberikan panduan kepada pilot dalam melakukan pendekatan dan pendaratan pesawat. ILS merupakan alat bantu pendaratan yang penting untuk meningkatkan keselamatan penerbangan. ILS dapat membantu pilot untuk mendaratkan pesawat dengan aman dalam kondisi cuaca buruk atau tanpa visibilitas[3]. Sistem ini terdiri dari dua subsistem, yaitu pemancar yang berada di landasan dan display yang ada di pesawat.

ILS menggunakan peralatan Localizer untuk memberikan panduan horizontal kepada pilot pada jarak 25 mil laut dari landasan pacu. Kemudian, peralatan glide path akan memberikan panduan vertikal kepada pilot pada jarak 10 mil laut dari landasan pacu. Panduan vertikal ini berupa informasi sudut pendaratan yang aman, yaitu 3° dari permukaan tanah atau garis tengah landasan pacu[4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya alarm fail pada indikator Remote Monitoring Management (RMM) peralatan glide path. Terjadinya alarm tersebut menyebabkan pilot pesawat tidak bisa menggunakan alat bantu pendaratan glide path dalam mendaratkan pesawat. Maka dari itu, peneliti melakukan

kegiatan corrective maintenance untuk menganalisis dan memperbaiki bagian peralatan yang mengalami kerusakan. Sebagaimana dijelaskan dalam Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor : KP 35 Tahun 2019 Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil pasal 11 bahwa kegiatan corrective maintenance bertujuan untuk mengembalikan fasilitas yang mengalami gangguan atau kerusakan ke kondisi normal yang kegiatannya meliputi [5]:

- Analisis kerusakan,
- Penggantian modul,
- Perbaikan modul,
- Modifikasi fasilitas,
- Rekondisi atau overhaul, dan
- Alignment

2. TINJAUAN PUSTAKA

ILS memiliki tingkat ketelitian yang berbeda-beda, tergantung pada kategorinya. Kategori I dan II hanya dapat memberikan panduan hingga pesawat berada di ketinggian 200-60 kaki dari landasan pacu. Sedangkan kategori III dapat memberikan panduan hingga pesawat menyentuh landasan pacu. Oleh karena itu, dalam kategori III, pilot hanya mengandalkan instrumen di pesawat untuk mendarat, karena keadaan di tanah tidak terlihat karena cuaca buruk.

ILS terdiri dari 3 komponen antara lain:

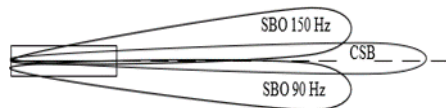
A. Localizer

Localizer adalah alat bantu navigasi yang digunakan untuk membantu pilot untuk memastikan bahwa pesawat berada di garis tengah landasan pacu. Localizer bekerja pada frekuensi radio 108,10-111,95 MHz dan memiliki jangkauan penerimaan hingga 25 mil laut[6].

Localizer bekerja dengan memancarkan dua frekuensi radio yang berbeda, yaitu 90 Hz di sebelah kiri landasan pacu dan 150 Hz di sebelah kanan landasan pacu. Kedua frekuensi radio ini digabungkan menjadi satu frekuensi yang disebut frekuensi pembawa.

Pada pesawat, ada alat penerima Localizer yang akan mendeteksi perbedaan kedalaman modulasi antara frekuensi 90 Hz dan 150 Hz. Jika perbedaan kedalaman modulasi positif, maka pesawat berada di sebelah kanan garis tengah landasan pacu. Jika perbedaan kedalaman modulasi negatif, maka pesawat

berada di sebelah kiri garis tengah landasan pacu. Dengan informasi ini, pilot dapat mengarahkan pesawat untuk berada di garis tengah landasan pacu. Gambaran signal localizer dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.

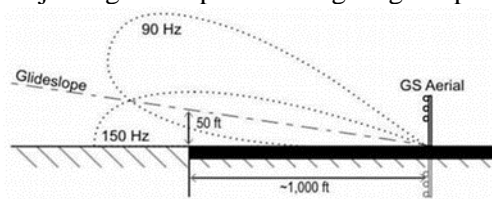


Gambar 1 Signal Localizer

B. Glide Path

Glide path adalah alat bantu navigasi yang menggunakan frekuensi radio untuk memberikan panduan vertikal kepada pilot. Glide path memancarkan dua frekuensi radio yang berbeda, yaitu 90 Hz dan 150 Hz. Kedua frekuensi radio ini dicampur menjadi satu frekuensi yang disebut frekuensi pembawa[7].

Pada pesawat, terdapat alat penerima Glide path yang akan mendeteksi perbedaan kedalaman modulasi antara signal 90 Hz dan 150 Hz. Perbedaan kedalaman modulasi ini menunjukkan seberapa jauh pesawat berada di bawah atau di atas garis tengah landasan pacu. Jika perbedaan kedalaman modulasi positif, maka pesawat berada di atas garis tengah landasan pacu. Jika perbedaan kedalaman modulasi negatif, maka pesawat berada di bawah garis tengah landasan pacu[8]. Di bawah ini disajikan gambar pancaran signal glide path.



Gambar 2 Signal Glide Path

Glide path dapat memberikan panduan vertikal yang akurat hingga sudut 3°. Hal ini sangat penting untuk membantu pilot dalam melakukan pendekatan dan pendaratan, terutama dalam kondisi cuaca buruk.

C. Middle Marker

Middle Marker adalah alat bantu navigasi yang menggunakan gelombang elektromagnetik untuk memberikan informasi kepada pilot bahwa pesawat berada 1050 meter dari ujung landasan pacu. Informasi ini berupa suara dan lampu yang terus menyala hingga pesawat tidak lagi

berada di daerah pancaran sinyal *Middle Marker*. *Middle Marker* bekerja pada frekuensi radio 75 MHz.

Middle Marker terletak di dekat titik *missed approach* untuk ILS dengan pendekatan kategori I. Informasi yang diterima pesawat berupa nada panjang dan singkat bergantian (*dash dot*) secara terus menerus hingga pesawat tidak lagi berada di daerah pancaran sinyal *Middle Marker*. Pilot juga akan melihat lampu berwarna amber yang menyala saat pesawat menerima sinyal *Middle Marker*.

Salah satu bagian dari peralatan glide path adalah modul oscillator. Oscillator adalah rangkaian elektronika yang menghasilkan getaran listrik secara terus-menerus dengan amplitudo yang sama. Gelombang sinyal yang dihasilkan ada yang berbentuk Gelombang Sinus (Sinusoid Wave), Gelombang Kotak (Square Wave) dan Gelombang Gigi Gergaji (Saw Tooth Wave).

Pada dasarnya, rangkaian oscillator mengubah sinyal arus searah (DC) dari catu daya menjadi sinyal arus bolak-balik (AC) dengan amplitudo yang konstan[9]. Dalam peralatan glide path, modul Oscillator lebih dikenal sebagai modul Synthesizer. Kedua modul tersebut sebenarnya sama saja, tetapi pada modul synthesizer terdapat filter yang berfungsi untuk menyaring gelombang sinus yang masuk. Modul oscillator merupakan suatu bagian dari modul transmitter yang baik Low frequency maupun Radio Frequency. RF Oscillator menggunakan synthesizer sebagai penghasil frekuensi atau sebagai pembangkit frekuensi. Modul ini memiliki dua output untuk digunakan dalam system dual frequency ILS yaitu course dan clearance.

3. METODE PENELITIAN

Menurut Sugiono, metode penelitian kualitatif adalah suatu pendekatan penelitian yang mempelajari keadaan alami suatu objek[10]. Dalam metode ini peneliti berperan sebagai instrumen utama, pengumpulan data dilakukan melalui triangulasi (gabungan beberapa teknik), analisis data bersifat induktif, dan focus temuan penelitian pada makna bukan generalisasi. Metode kualitatif dipilih dalam penelitian ini karena dianggap lebih cocok untuk memberikan gambaran

permasalahan yang jelas sesuai dengan kenyataan di lapangan. Fokusnya adalah memahami fenomena berdasarkan pandangan atau pandangan internal partisipan, bukan pandangan atau pandangan eksternal peneliti.

Creswell dikutip Indrawati tahun 2018 menjelaskan bahwa metode kualitatif didasarkan pada data teks dan gambar, memiliki langkah analisis data yang unik, dan mengandalkan banyak desain[11]. Pada penelitian ini dipilih secara kualitatif karena ingin memahami persoalan dengan rincinya berdasarkan realitas alam, mencari makna dan memperoleh wawasan baru dengan menggunakan teori sebagai pedoman, serta menghasilkan potensi pengembangan teori-teori baru. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari berbagai sumber, yaitu data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dengan cara mewawancarai personel teknisi *Communication, Navigation, Surveillance, and Data Processing* (CNSD) di Perum LPPNPI Cabang Surabaya. Sementara itu, data sekunder diperoleh dengan metode kajian pustaka dengan mempelajari kajian ilmiah dari dokumen-dokumen[12]. Dokumen tersebut berkaitan dengan ILS, seperti *manual book ILS* merek Normarc.

Dalam penelitian ini, peneliti mengumpulkan data untuk mengetahui penyebab terjadinya *alarm fail* pada peralatan *glide path*. Setelah mengetahui penyebabnya, peneliti melakukan beberapa langkah untuk memperbaiki peralatan tersebut. Langkah-langkah perbaikan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. **Pengecekan peralatan** untuk memastikan bahwa peralatan dalam kondisi baik dan tidak ada kerusakan.
2. **Troubleshooting kerusakan peralatan** untuk mengetahui bagian mana yang rusak dan penyebab kerusakannya.
3. **Penyelesaian permasalahan** dengan mengganti atau memperbaiki bagian yang rusak.

Berikut ini ditampilkan *flowchart* metodologi penelitian.



Gambar 3 Flowchart Metodologi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

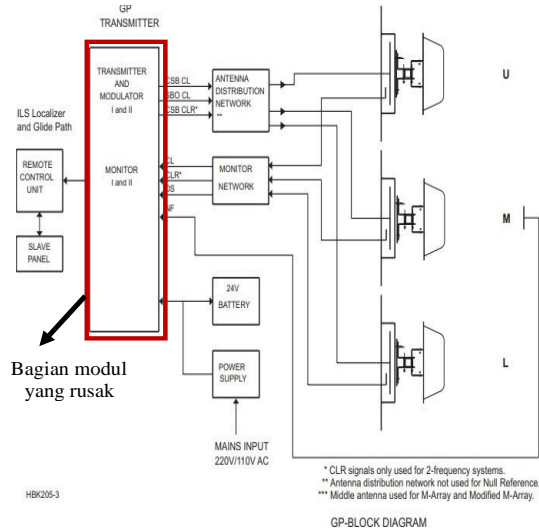
a. Pengecekan peralatan

Peneliti menerima laporan dari personel *Air Traffic Controller* (ATC) bahwasannya terjadi *alarm fail* pada indikator *Remote Monitoring Management* (RMM) peralatan *glide path*. Setelah mendapatkan laporan tersebut, peneliti kemudian melakukan pemeriksaan pada RCMS (*Remote Control Monitoring System*) di ruang equipment room, dimana display transmitter data menyala berwarna merah. Hal ini menandakan peralatan dalam keadaan alarm. Mendapati hal tersebut, peneliti melakukan pemeriksaan pada modul power amplifier untuk transmitter 1 melalui RCMS[13].

Selanjutnya, peneliti melakukan pengecekan peralatan secara langsung ke shelter peralatan *glide path* [14]. Modul yang dilakukan pemeriksaan pertama kali adalah modul power amplifier. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas tegangan yang keluar dari modul tersebut. Hasil output tegangan dari modul power amplifier menunjukkan hasil yang normal sehingga peneliti berkesimpulan bahwa modul power amplifier tidak terdapat masalah (normal).

b. Troubleshooting kerusakan peralatan

Selanjutnya, peneliti melakukan troubleshooting dengan memperhatikan blok diagram peralatan glide path merek Normarc. Sebelum itu, peneliti terlebih dahulu melakukan pemeriksaan pada jalur transmission line yang menghubungkan antar modul peralatan glide path. Hasilnya jalur transmission line dalam keadaan baik. Setelah itu, peneliti membuka manual book glide path merek Normarc untuk melihat blok diagram peralatan tersebut [15]. Hal ini dilakukan untuk mengetahui alur pengiriman data dari mulai dari modul power supply hingga modul antenna distribution network. Blok diagram glide path merek Normarc dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini.



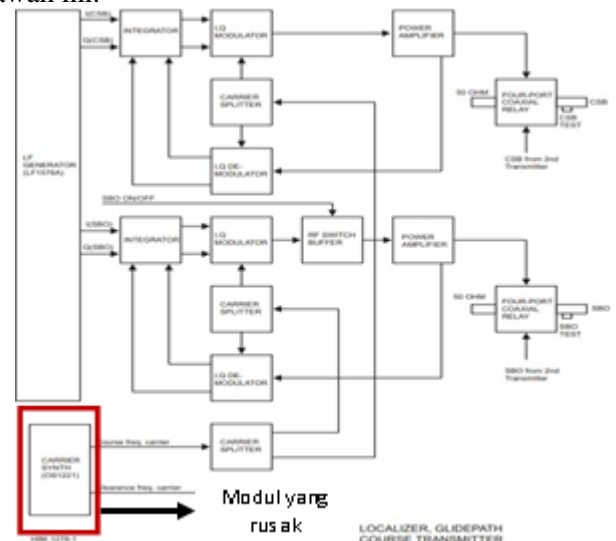
Gambar 4 Blok Diagram Glide Path Merek Normarc

Pada blok diagram tersebut, peneliti melakukan pemeriksaan output pada setiap modul. Pemeriksaan output dimulai dari modul power supply hingga modul antenna distribution network. Hasil pemeriksaan output setiap modul dapat dilihat pada tabel.

Tabel 1. Data pemeriksaan output modul Glide Path

No	Nama Modul	Alat Ukur	Hasil	Ket
1	<i>Power Supply</i>	Avometer	<i>Output</i> tegangan 27.6 VDC	Normal
2	<i>Battery</i>	Avometer	<i>Output</i> tegangan 24.2 VDC	Normal
3	<i>Transmitter</i>	<i>Oscilloscope</i>	<i>Output</i> signal tidak muncul	Tidak normal
4	<i>Antenna Distribution Network</i>	<i>Oscilloscope</i>	<i>Output</i> signal tidak muncul	Tidak normal

Dari hasil pemeriksaan tersebut, peneliti mengambil dugaan sementara bahwa penyebab alarm fail pada indikator Remote Monitoring Management (RMM) peralatan glide path dikarenakan terjadi kerusakan pada modul transmitter pada Tx 1[16]. Modul tersebut berfungsi untuk menghasilkan signal CSB dan SBO. Untuk memastikan bagian sub modul mana yang mengalami kerusakan, peneliti mencoba melakukan pemeriksaan lebih dalam terhadap modul transmitter 1 tersebut. Sebelum itu, peneliti terlebih dahulu melihat blok diagram transmitter untuk melihat bagian-bagian sub modul yang ada di dalamnya. Blok diagram transmitter terlihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Blok Diagram Transmitter Glide Path

Setelah melihat blok diagram peralatan glide path merek Normarc, peneliti mencoba untuk memeriksa pancaran sinyal course dan clearance yang dihasilkan oleh modul oscillator atau lebih familiar dengan sebutan modul carrier synthesizer pada Tx 1 menggunakan oscilloscope. Dari hasil pengukuran tersebut, ditemukan bahwa output signal keduanya tidak muncul pada oscilloscope. Peneliti mengambil hipotesis sementara bahwa kerusakan terjadi pada modul synthesizer Tx 1. Untuk memastikan bahwa modul tersebut yang mengalami kerusakan, peneliti mencoba menukar modul synthesizer Tx 1 dengan modul synthesizer Tx 2[17]. Hasilnya, terbaca pada monitor transmitter data untuk Tx 1 yang menggunakan modul synthesizer Tx 2 menunjukkan indikator normal yaitu power course dan clearance normal. Sedangkan pada Tx 2, dimana menggunakan modul synthesizer Tx 1 menunjukkan nilai power course dan clearance tidak normal serta oscillator pancaran fail. Maka dari itu, dapat dipastikan bahwa terdapat kerusakan pada modul oscillator/synthesizer Tx 1.

Setelah mendapatkan penyebab permasalahan tersebut, peneliti membongkar modul oscillator Tx 1 untuk melakukan pemeriksaan komponen-komponen di dalamnya. Setelah dilakukan pemeriksaan secara fisik dengan memperhatikan setiap komponen yang ada pada modul tersebut, peneliti menemukan terdapat 1 satu kapasitor yang terbakar. Kapasitor tersebut berjenis elco 100 nF (nano farad). Untuk memastikan kualitas komponen lainnya tidak ada yang bermasalah, penulis mengukur masing-masing komponen tersebut dengan menggunakan avometer. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Data Pengukuran Komponen

Data Pengukuran Komponen Modul <i>Oscillator</i>			
No	Nama Komponen	Hasil	Ket
1	Resistor 10.000 Ω	9991 Ω	Baik
2	Resistor 1000 Ω	989 Ω	Baik
3	Kapasitor keramik 220 pF	223 pF	Baik
4	Kapasitor elco 100 nF	1,3 nF	Tidak baik

5	Coil 2,2 μ H	2,23 μ H	Baik
6	Coil 0.1 μ H	0.09 μ H	Baik
7	Transistor 2N3905	0.56 V	Baik

Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa kapasitor elco 100 nF mengalami kerusakan, Hal tersebut dibuktikan ketika komponen tersebut diukur menggunakan avometer dan menunjukkan nilai yang jauh dari 100 nF. Sementara itu, komponen lain dalam kondisi yang baik. Hal tersebut dibuktikan dari hasil pengukuran setiap komponen yang sesuai dengan nilai yang tertera di masing-masing komponen tersebut. Setelah menemukan dan memastikan akar permasalahan ini, peneliti berkesimpulan bahwa terbakarnya komponen kapasitor elco 100 nF disebabkan karena adanya over voltage tegangan yang masuk ke modul oscillator/synthesizer sehingga merusak komponen kapasitor tipe elco tersebut.

c. Penyelesaian permasalahan

Setelah menemukan pokok permasalahan tersebut, peneliti segera mencari backup komponen yang berada di ruang standby teknik. Selanjutnya, peneliti melakukan penggantian komponen kapasitor tipe elco 100 nF (nano farad) yang terbakar dengan komponen yang baru seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6 Penggantian komponen kapasitor

Setelah dilakukan penggantian komponen kapasitor tersebut, peneliti melakukan pengukuran pada komponen yang sudah terpasang pada modul oscillator tersebut dengan avometer. Hasilnya komponen sudah terhubung dengan baik ditandai dengan keluarnya suara buzzer pada avometer. Setelah

itu, peneliti mencoba untuk memasang kembali modul oscillator/synthesizer yang sudah diperbaiki ke dalam peralatan glide path. Selanjutnya dilakukan pemasangan modul, indikator alarm fail pada Tx 1 sudah tidak menyala dan peralatan glide path sudah kembali normal beroperasi. Setelah dipastikan peralatan glide path normal, peneliti berkoordinasi dengan ATC untuk menanyakan kepada pilot pesawat komersil, bagaimana pancaran glide path. Hasilnya, sinyal 90 hz dan 150 Hz peralatan glide path yang digunakan untuk menentukan sudut pendaratan 30 sudah bisa diterima oleh pesawat. Hal itu menandakan peralatan glide path sudah kembali normal dan siap untuk dioperasikan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terjadinya alarm fail pada indikator Remote Monitoring Management (RMM) peralatan glide path disebabkan oleh kerusakan pada modul oscillator/synthesizer. Hal tersebut terjadi karena terdapat komponen kapasitor tipe elco 100 nF (nano farad) yang terbakar yang diakibatkan oleh over voltage pada modul oscillator/synthesizer. Kerusakan ini menyebabkan pancaran glide path menjadi tidak stabil. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan pada modul oscillator/synthesizer dengan mengganti komponen kapasitor yang rusak dengan komponen yang baru. Setelah perbaikan selesai, pancaran glide path kembali normal.

Peneliti berharap agar dilakukan pemeliharaan preventif secara rutin, seperti menjaga suhu ruangan di setiap shelter peralatan dan memastikan peralatan dalam kondisi baik. Apabila terjadi peringatan atau alarm saat kegiatan meter reading, maka perbaikan lebih lanjut harus segera dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya atas terbentuknya jurnal Analisis Tindakan Corrective Maintenance Pada Modul Oscillator Peralatan Glide Path Merek Normach Di Perum LPPNPI Cabang Surabaya. Ini merupakan langkah luar biasa yang mencerminkan komitmen kita untuk menjaga kualitas dan

kinerja sistem secara optimal. Semoga jurnal ini menjadi sumber pengetahuan yang berharga bagi semua yang terlibat dalam perawatan peralatan glide path.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. I. Suprianto, "KUALITAS KESELAMATAN PENERBANGAN INDONESIA," *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan (INDEPT)*, vol. 1, no. 1, Feb. 2020.
- [2] Hardjono S. Djoni R, "ANALISIS KINERJA PERALATAN INSTRUMENT LANDING SYSTEM," *Jurnal Imliah Aviassi Langit Biru*, vol. 2.
- [3] F. Sabur, A. Bahrawi, and M. A. Raharjo, "Analisis Pengaruh Instrument Landing System (ILS) untuk Peningkatan Pelayanan Keselamatan di Bandara Haluleo Kendari," *Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, vol. 3, Jun. 2020.
- [4] D. Kurniawan, A. Stefanie, and R. Hidayat, "Analisis Peran Glide Path Dalam Instrument Landing System (ILS) Untuk Proses Pendaratan Pesawat," *Jurnal Electronic Control, Telecommunication, Computer Information And Power System*, Vol. 7, No. 1, Mar. 2022.
- [5] "Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: Kp 35 Tahun 2019 Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 171-12 {Advisory Circular Part 171-12} Prosedur Pemeliharaan Dan Pelaporan Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan," 2019.
- [6] J. Merkisz, M. Galant, And M. Bieda, "Analysis Of Operating Instrument Landing System Accuracy Under Simulated Conditions," *Scientific Journal Of Silesian University Of Technology. Series Transport*, vol. 94, pp. 163–173, Mar. 2017, doi: 10.20858/sjsutst.2017.94.15.
- [7] T. Hall and M. Soares, "Analysis of localizer and glide slope Flight Technical Error," in *AIAA/IEEE Digital Avionics Systems Conference - Proceedings*, 2008. doi: 10.1109/DASC.2008.4702786.
- [8] I. Aurelio Tawakal, "Rancangan Monitoring Glide Path Berbasis Web Server Menggunakan CHART," vol. 01, no. 01, p. 2022, [Online]. Available: <https://journal.ppicurug.ac.id/index.php/snvp>
- [9] Aishwarya C, "The Instrument Landing Systems (ILS)," *International Journal Of Progressive Research In Science And Engineering*, , Vol. 3, No. 3, Mar. 2022, [Online]. Available: [Www.ijprse.Com](http://www.ijprse.com)

- [10] Sugiyono, "Bab Iii Metode Penelitian," 2019.
- [11] Indrawati, "6 Bab Iii," 2018.
- [12] U. Pertiwi Dian, R. Atanti Dwik, And R. Ismawati, "Pentingnya Literasi Sains Pada Pembelajaran Ipa Smp Abad 21," *Ijnse (Indonesian Jurnal Of Natural Science Education)*, Vol. 1, No. 1, May 2018.
- [13] M. Muthi, S. Susilo, And H. Suliantoro, "Analisis Kebijakan Corrective Dan Preventive Maintenance Pada Mesin Rapiet, Shutle, Water Jet Pada Proses Weaving Di Pt. Tiga Manunggal Synthetic Industries."
- [14] J. Rahim And S. Junaedi, "Rancangan Sistem Monitoring Indicator Led Transmitter Ils Di Bandar Udara Tjilik Riwut Palangkaraya Design Of Ils Led Transmitter Indicator Monitoring System At Tjilik Riwut Palangkaraya Airport," Makassar, Jun. 2018.
- [15] Park, "Commercial-In-Confidence Normarc 7033b-7034b Instrument Landing System Instruction Manual," 2007.
- [16] S. Waynandar And N. Fithri, "Rancang Bangun Modul Pembelajaran Osilator Menggunakan Mikrokontroler", [Online]. Available: [Http://Conference.Binadarma.Ac.Id/Index.Php/](http://Conference.Binadarma.Ac.Id/Index.Php/)
- [17] A. Naufal, Muh. Wildan, And B. A. Atmaja, "Tindakan Perawatan Encoder Pada Radar Mssr Indra Irs-20 Mp/S Di Perum Lppnpi Cabang Pekanbaru," *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, Vol. 12, No. 2, Apr. 2024, Doi: 10.23960/Jitet.V12i2.4098.