RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer) Vol. 8 No. 1
e-ISSN: 2621-9700, p-ISSN: 2654-2684

Analisis Tindakan *Corrective Maintenance* Pada Modul *Oscillator* Peralatan *Glide Path* Merek Normarc Di Perum LPPNPI Cabang Surabaya

Luthfi Musthofa[1], Muhamad Adimukti Prasojo[2], Muh Wildan[3]
[1) 2) 3)] Politeknik Penerbangan Indonesia Curug
Jl. Raya PLP Curug, Serdang Wetan, Kec. Legok, Kabupaten Tangerang, Banten 15820
Email: [1)] 16032010014@ppicurug.ac.id, [2)] 16032010015@ppicurug.ac.id, [3)] muh.wildan@ppicurug.ac.id

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.

Kata Kunci : Instrument Landing System, Glide Path, Oscillator, Kapasitor

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.

Keywords : Instrument Landing System, Glide Path, Oscillator, Capasitor

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].

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.

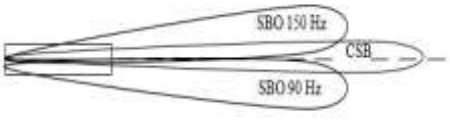
ILS terdiri dari 3 komponen antara lain:

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[5].

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.

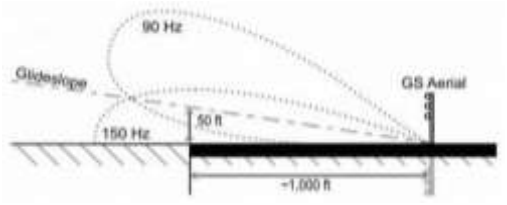


Gambar 1 *Signal Localizer*

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[6].

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. 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[7].

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 (*Sinusoide 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[8]. 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*.

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 [9]:

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

2. METODOLOGI

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, Surveillence, and Data Prosessing* (CNSD) di Perum LPPNPI Cabang Surabaya. Sementara itu, data sekunder diperoleh dengan metode kajian pustaka dengan mempelajari kajian ilmiah dari dokumen-dokumen[10]. 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

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengecekan Peralatan

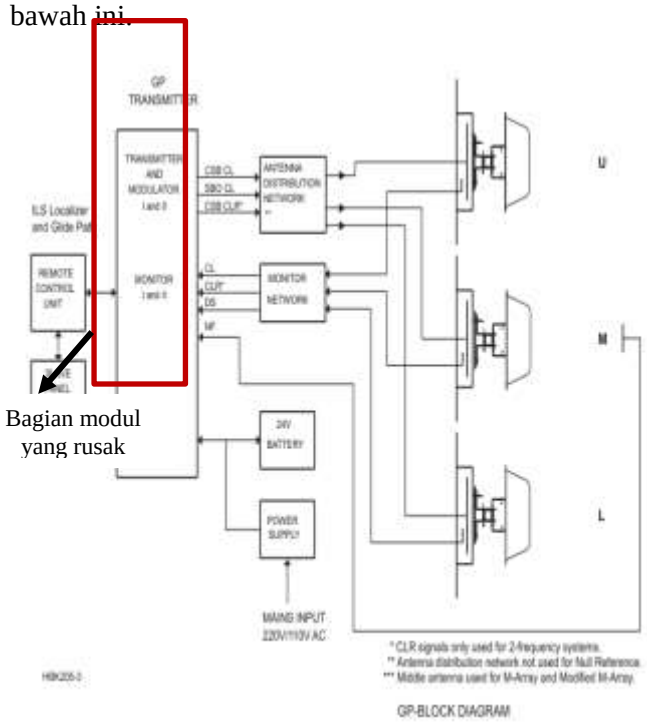
Peneliti menerima laporan dari personel *Air Traffic Controller* bahwasannya terjadi *alarm fail* pada indikator *Remote Monitoring Management* (RMM) peralatan *glide path*. Setelah mendapatkan laporan tersebut, peneliti kemudian melakukan pemeriksaan pada RCMS (*Remote Control Monitoring System*) di 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 *transmitte*r 1 melalui RCMS.

Selanjutnya, peneliti melakukan pengecekan peralatan secara langsung ke *shelter* peralatan *glide path*. Modul yang dilakukan pemeriksaan pertama kali adalah modul *power ampilifier*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas tegangan yang keluar dari modul tersebut. Hasil *output* tegangan dari modul *power ampilifier* menunjukkan hasil yang normal sehingga peneliti berkesimpulan bahwa modul *power ampilifier* 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[11]. 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.



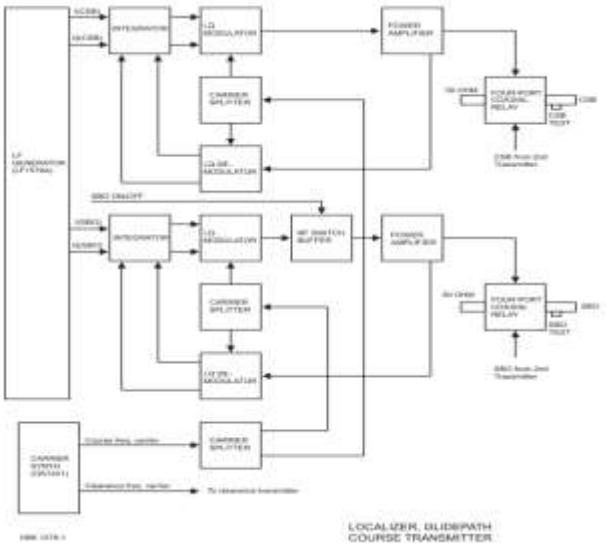
Gambar 4 Blok Diagram *Glide Path* Merek Normarc

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 table 1.

Tabel 1 Data pemeriksaan output modul *Glide Path*

Data pemeriksaan Modul *Glide Path* Merek Normarc				
No	Nama Modul	Alat Ukur	Hasil	Ket
1	*Power Supply*	Avometer	*Output* tegangan 27.6 VDC	Normal
2	*Battery*	Avometer	*Output* tegangan 24.2 VDC	Normal
3	*Transmitter*	*Oscilloscope*	*Output signal* tidak muncul	Tidak normal
4	*Antenna Distribution Network*	*Oscilloscope*	*Output 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. 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 *clearence* yang dihasilkan oleh modul *oscillator* atau lebih familiar dengan sebutan modul *carrier synsthesizer* 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. Hasilnya, terbaca pada monitor *transmitter* data untuk Tx 1 yang menggunakan modul *synthesizer* Tx 2 menunjukkan indikator normal yaitu *power course* dan *clearence* normal. Sedangkan pada Tx 2, dimana menggunakan modul *synthesizer* Tx 1 menunjukkan nilai *power course* dan *clearence* 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 pengukuruan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Data Pengukuran Komponen

Data Pengukuran Komponen Modul *Oscillator*			
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 µH	2,23 µH	Baik
6	Coil 0.1 µH	0.09 µH	Baik
7	Transistor 2N3905	0.56 V	Baik

Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa kapasitor elco 100 nF mengalami kerusakan, Hal tersebut dibuktikkan ketika komponen tersebut diukur mneggunakan avometer dan menunjukkan nilai yang jauh dari 100 nF. Sementara itu, komponen lain dalam kondisi yang baik. Hal tersebut dibuktikkan 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/syntehsizer* 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 3^0 sudah bisa diterima oleh pesawat. Hal itu menandakan peralatan *glide path* sudah kembali normal dan siap untuk dioperasikan.

4. 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.

DAFTAR PUSTAKA

[1] G. Supriyanto, "Kualitas Keselamatan Penerbangan Indonesia," *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, vol. 1, no. 1, 2020.

[2] N. Huda, "Analisis Kinerja Peralatan Instrument Landing System (ILS) di Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta," *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, vol. 12, no. 1, pp. 1–11, 2019.

[3] F. Sabur, A. Bahrawi, and M. A. Raharjo, "Analisis Pengaruh Instrument Landing System (ILS) untuk Peningkatan Pelayanan Keselamatan di Bandar Udara Haluleo Kendari," *Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, vol. 3, no. 1, Jun. 2020.

[4] D. Kurniawan, A. Stefanie, and R. Hidayat, "Analisis Peran Glide Path dalam Instrument Landing System (ILS) untuk Proses Pendaratan Pesawat," *JE-UNISLA*, vol. 7, no. 1, Mar. 2022.

[5] 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.

[6] 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.

[7] Z. Yongli, Y. Le, and Z. Rui, "Navigation Signal Analysis of Instrument Landing System Based on QAR Data," in *2023 IEEE 5th International Conference on Civil Aviation Safety and Information Technology (ICCASIT)*, IEEE, Oct. 2023, pp. 591–595. doi: 10.1109/ICCASIT58768.2023.10351618.

[8] Aishwarya C, "The Instrument Landing System (ILS) - A Review," *International Journal of Progressive Research in Science*

and Engineering, vol. 3, no. 3, 2022, [Online]. Available: www.ijprse.com

[9] K. Perhubungan, "Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor : KP 35 Tahun 2019 Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil," 2019.

[10] U. D. Pertiwi, R. D. Atanti, and R. Ismawati, "Pentingnya Literasi Sains Pada Pembelajaran IPA SMP Abad 21," *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, vol. 1, no. 1, pp. 24–29, 2018.

[11] Park Air Systems, *NORMARC 7031B-7032B Instrument Landing System Instruction Manual*. 2007.