

Identifikasi Penyebab Terjadinya *Landing Gear Indication* Tidak Berfungsi Normal pada Pesawat Boeing 737-900 ER

Mohamad Alif Dzulfiqar¹, Nabilah Ayu Saputri¹, Muhammad Andi Nova*¹, James Siregar¹, Lalu Giat Juangsa Putra¹, Nur Rafia Dija dan Meilani Mandhalena²

¹Politeknik Negeri Batam,
Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Perawatan Pesawat Udara
Jl. Ahmad Yani Batam Kota. Kota Batam. Kepulauan Riau. 29461

² Politeknik Negeri Batam
Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Mesin
Jl. Ahmad Yani Batam Kota. Kota Batam. Kepulauan Riau. 29461

E-mail: ¹mohamadalif@polibatam.ac.id, ¹nabilaayusaputri02@gmail.com,
^{*1}muhhammad.andinova@polibatam.ac.id, ¹james@polibatam.ac.id, ¹lalugiat@polibatam.ac.id,
¹dija@polibatam.ac.id, ²meilani@polibatam.ac.id

Abstrak

Pesawat Boeing 737-900 ER mempunyai sistem yang dinamakan *landing gear indication* yang dalam aplikasinya menggunakan sensor jarak yang berguna dalam memberikan informasi tentang posisi roda pendaratan. Namun, sistem ini dapat mengalami permasalahan dimana apabila *landing gear indication* tidak berfungsi maka pilot tidak dapat memperoleh informasi dari instrumen yang memastikan posisi *landing gear*. Tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi permasalahan yang sering terjadi pada *landing gear indication system* di pesawat. Analisis yang dilakukan menggunakan metode *Root Cause Analysis (RCA)* dengan pendekatan *Fishbone Diagram*. Dari hasil identifikasi ditemukan bahwa penyebab utama yaitu permasalahan pada sensor *proximity switch* mengalami korosi dan perubahan posisi yang menyebabkan pembacaan sinyal menjadi tidak akurat. Untuk itu perlu adanya pergantian komponen dan pengaturan posisi sensor agar sistem dapat berjalan dengan baik.

Kata kunci: sistem *landing gear indication*, *fishbone analysis*, sensor, Boeing 737-900ER

Abstract

The Boeing 737-900 ER aircraft has a system called landing gear indication which in its application uses a proximity sensor that is useful in providing information about the position of the landing gear. However, this system can experience problems where if the landing gear indication does not function, the pilot cannot obtain information from the instrument that ensures the position of the landing gear. The purpose of this study is to identify problems that often occur in the landing gear indication system on the aircraft. The analysis was carried out using the Root Cause Analysis (RCA) method with the Fishbone Diagram approach. From the identification results, it was found that the main cause was a problem with the proximity switch sensor experiencing corrosion and changes in position which caused the signal reading to be inaccurate. For this reason, it is necessary to replace components and adjust the sensor position so that the system can run properly.

Keywords: *Landing gear indication system*, *fishbone analysis*, *sensor*, *Boeing 737-900ER*

1. Introduction

Pesawat udara (pesawat siapil) memiliki 5 bagian utama yang terdiri dari *fuselage*, sayap,

empennage, *landing gear* dan *power plant* [1], [2]. Fungsi *landing gear* (pendaratan pesawat) adalah untuk menyediakan mekanisme suspensi selama

pesawat dalam keadaan taksi, lepas landas, dan pendaratan [3]. Energi kinetik dari benturan saat melakukan pendaratan dikonsumsi dan dihilangkan oleh sistem *landing gear* tersebut sehingga mengurangi beban benturan yang ditransmisikan ke rangka pesawat [4].

Seperti kendaraan pada umumnya, sistem ini perlu adanya perawatan dan pemeliharaan (*maintenance*) yang merupakan dua aspek penting dalam perkembangan pesawat. Perawatan pesawat memegang peranan penting untuk dapat memastikan keselamatan, keandalan, dan efisiensi selama operasi penerbangan berlangsung [5]. Industri penerbangan sangat bergantung pada prosedur pemeliharaan yang tepat untuk menjamin keselamatan penumpang, awak, dan aset berharga lainnya seperti komponen pesawat [6].

Semua komponen pada pesawat harus dilakukan pengecekan dan perawatan secara berkala baik terjadwal atau tidak terjadwal agar selalu dalam kondisi laik terbang dan hal ini juga akan terhindar dari resiko kecelakaan [7]. Dalam operasional pesawat, permeriksaan oleh *engineer* selalu dilakukan sebelum dan sesudah terbang untuk memastikan sistem dan komponen pesawat beroperasi dengan baik seperti salah satunya yang harus dalam keadaan baik yaitu *landing gear*. Mengacu dalam prosedur perawatan, apabila ada komponen (seperti *landing gear*) perlu dilakukan sampai tahap *overhaul*, maka harus dilakukan di bawah *maintenance shop* yang mempunyai izin capability jenis part number tersebut [8].

Landing gear system berfungsi untuk mendukung pesawat saat mendarat (*landing*) dan lepas landas (*take off*). Saat pesawat akan mendarat, roda harus diturunkan agar pesawat bisa mendarat dan bergerak di atas landasan. Sebaliknya, ketika pesawat akan lepas landas, roda perlu dinaikkan dan disembunyikan ke dalam wheel well untuk menjaga keseimbangan sistem penerbangan. Posisi roda pesawat dapat dipantau oleh pilot melalui lampu indikator yang ada di dalam cockpit, sehingga pilot dapat mengetahui kondisi roda secara langsung selama penerbangan [3].

Landing gear pada pesawat sipil terletak di sepanjang badan pesawat (*fuselage*) dan terdapat 3 jenis *landing gear* yaitu 1 *nose landing gear* dan 2 *main landing gear* [9]. Pada pesawat Boeing 737-900 ER yaitu 1 yang disebut dengan *nose landing gear* hidung pesawat karena posisinya berada di hidung pesawat dan 2 lainnya yang disebut dengan *main landing gear* yang terletak pada bagian tengah dari pesawat seperti yang terlihat pada gambar 1 dan 2.

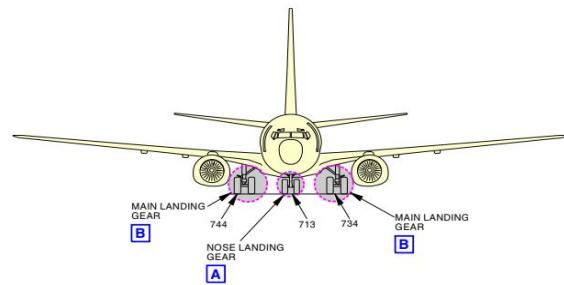


Figure 1: Posisi Landing Gear [10]

Landing gear sendiri memiliki sebuah sistem yang bernama *landing gear indication* yang berfungsi untuk memberi indikasi di cockpit tentang posisi *landing gear*. Cara kerja sistem ini adalah di mana *landing gear indication* menggunakan *sensor proximity* atau sensor jarak untuk memberi tahu data tentang landing gear position ke *Proximity Sensor Electronic Unit* (PSEU).

PSEU memproses semua input dan mengirimkan sinyal ke *landing gear position light* (lampu) dan *aural warning* (suara). Saat *landing gear* bergerak *extend* (posisi turun), *retract* (posisi naik) dan selama *gear not down warning* maka tiga lampu berwarna merah akan menyala. Saat *landing gear extended* (turun) dan posisi terkunci/*downlock position*, tiga lampu hijau yang ada di *main landing gear* dan tiga lampu *auxiliary* (tambahan) akan menyala. *Proximity Sensor Electronic Unit* (PSEU) juga mengirimkan sinyal ke *Flight Data Acquisition Unit* (FDAU) tentang status *landing gear*.

Jika terjadi masalah pada *landing gear indication* maka pilot tidak akan tahu tentang posisi *landing gear down and locked*, jika itu terjadi maka pesawat tidak akan bisa mendarat, kemudian dampak lainnya yaitu menyebabkan kesalahan sistem *aural warning* atau peringatan berupa suara yang bisa didengar oleh pilot sehingga dapat membuat pilot bingung dan merupakan ketidakpastian bagi pilot. Berikut merupakan gambar dari sensor pengunci dari *Landing Gear*.

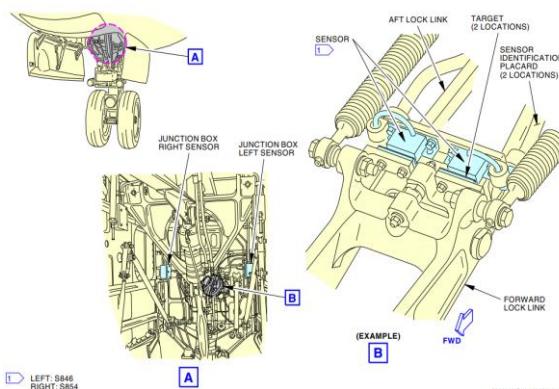


Figure 2: Posisi lock sensor pada *noise landing gear* [10]

Untuk itu perlu adanya analisis untuk mengidentifikasi permasalahan yang sering terjadi pada *landing gear indication system* di pesawat serta mengetahui dampak yang diakibatkan oleh *landing gear indication system* ketika tidak bekerja dengan normal sehingga dapat mengurangi hambatan operasional penerbangan. Adapun batasan masalahnya hanya berfokus pada sistem landing gear indication pada pesawat Boeing 737-900 ER saat melakukan inspeksi visual (menggunakan mata) dari sistem *landing gear indication* tersebut.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dapat dijelaskan ke dalam diagram alir di bawah ini:

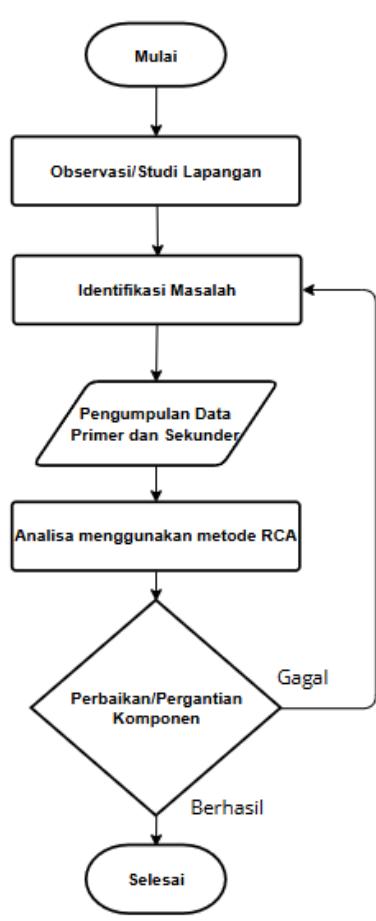


Figure 3: diagram alir

Pengumpulan data bersumber pada data primer yakni diperoleh secara langsung observasi langsung di Hangar Batam Aero Technic dan data sekunder dengan cara mempelajari sumber literatur seperti *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) *ATA Chapter 32 Boeing 737-900 ER*, *Fault Isolation Manual* (FIM), serta dokumen perusahaan.

Metode yang digunakan untuk menganalisis permasalahan adalah Root Cause Analysis (RCA) dengan pendekatan utama yaitu menggunakan Fishbone Diagram (Ishikawa) untuk mengelompokkan faktor-faktor penyebab berdasarkan kategori: Environment, Method, Tool & Material, dan People (Manusia).

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan sumber sampel data selama 2 tahun (2020 hingga 2022), terdapat sejumlah permasalahan yang ditemukan pada sistem *landing gear indication* yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1: Data permasalahan *Landing gear indication* di salah satu perusahaan MRO Indonesia

No	Registrasi Pesawat	Tahun	Rectification/Perbaikan	Hasil
1	PK-XXA	2020	Ditemukan sensor rusak dan melakukan pergantian sensor pada <i>nose landing gear down sensor</i> Ref. FIM 32-61 TASK 801 AMM TASK 32-61-31-020-801 AMM TASK 32-61-31-400-801	Satisfied
2	PK-XXB	2020	Ditemukan <i>corrosion</i> pada sensor <i>landing gear up lock</i> dan kemudian dibersihkan pada sensor Ref. FIM 32-61 TASK 801 AMM TASK 32-61-31-020-801 AMM TASK 32-61-31-400-801	Satisfied
3	PK-XXC	2021	<i>Green light indication</i> (lampa indikasi warna hijau) <i>main landing gear</i> tidak menyala dan melakukan <i>adjustment</i> jarak sensor dan target Ref. FIM 32-61 TASK 801 AMM 32-61-51-400-801	Satisfied
4	PK-XXD	2022	Sensor tidak memberi input sama sekali dan melakukan <i>adjustment</i> pada sensor Ref. AMM TASK 32-61-51-400-801.	Satisfied
5	PK-XXE	2022	<i>Sensor downlock</i> pecah dan dilakukan pergantian pada sensor Ref. AMM TASK 32-61-31-020-801 AMM TASK 32-61-31-400-801	Satisfied

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwasanya selama durasi 2 tahun, telah terjadi 5 kegagalan pada sistem *landing gear indication* dengan registrasi pesawat PK-XXA, PK-XXB, PK-XXC, PK-XXD dan PK-XXE beserta dengan cara perbaikannya.

Adapun terdapat 4 faktor yang menyebabkan kemungkinan terjadinya kegagalan bersumber dari *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) pesawat Boeing 737-900 ER *ATA Chapter 32* dan di lapangan,

seperti yang dapat dilihat pada tabel di bawah:

Tabel 2: Kategori dan penyebab masalah

No.	Kategori	Kemungkinan Penyebab
1	Environment	<ul style="list-style-type: none"> Komponen-komponen dan perangkat <i>Landing Gear Indication</i> berada di lokasi yang <i>high vibration</i> Akses ke perangkat sempit dan panas
2	Method	<ul style="list-style-type: none"> Pemasangan part dan penyimpanan part tidak sesuai
3	Tools and Materials	<ul style="list-style-type: none"> Sensor yang mengalami <i>corrosion</i> Sensor target dan plat yang berubah posisi Sensor yang pecah
4	People	<ul style="list-style-type: none"> Tidak mengikuti prosedur Personil belum mendapatkan training/pelatihan Jumlah man power yang kurang

Dalam hal ini dibutuhkan *Fishbone Diagram* [11] seperti pada gambar 4 untuk melihat berbagai kemungkinan penyebab dari sudut pandang sistemik. Untuk itu visualisasi pada gambar di bawah menunjukkan dominasi faktor *Tool & Material* sebagai penyebab utama.

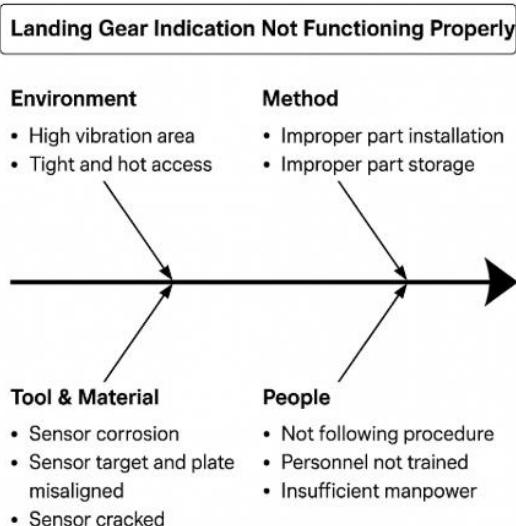


Figure 4: Diagram Fish Bone

Dari data *analysis fishbone* yang datanya diperoleh dari salah satu perusahaan MRO (*Maintenance, Repair and Operations*) di Indonesia, kerusakan pada sistem *landing gear indication* faktor

utamanya dimana sensor *proximity switch* mengalami korosi dan perubahan posisi yang menyebabkan pembacaan sinyal menjadi tidak akurat. Cara mengetahui kerusakan sensor dapat dilakukan dengan cara *visual check*. *Visual check* adalah pemeriksaan dengan cara melihat dengan mata tanpa menggunakan alat tertentu. Akibatnya sensor tidak dapat mengirim sinyal ke *cockpit*, maka sensor tersebut harus diganti, dan melakukan penyesuaian antara sensor dan target sensor.

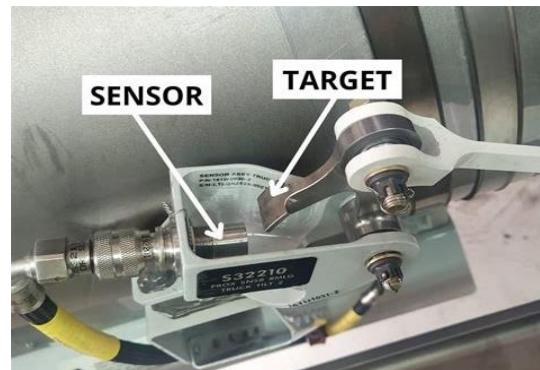


Figure 5: Posisi Sensor

Pada gambar 5 di atas merupakan gambar sensor dan target plat yang tidak sesuai dengan referensi yang terdapat pada *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) pesawat Boeing 737-900 ER ATA Chapter 32.



Figure 6: Korosi pada sensor

Pada gambar 6 yang ditandai dengan lingkaran berwarna merah telah dilakukan pengecekan pada sensor dari sistem tersebut, terdapat *corrosion*/berkarat yang juga merupakan salah satu penyebab terjadinya kegagalan pada sistem.

Rekomendasi yang diberikan berdasarkan hasil pengamatan selama berada di lapangan dan didukung

oleh berbagai sumber literasi, adalah sebagai berikut:

- a) Penambahan prosedur inspeksi berkala untuk *sensor proximity* dan *target plate*.
- b) Penerapan batas usia pakai sensor berdasarkan kondisi lingkungan.
- c) Pelatihan teknisi terhadap penanganan sistem *proximity*.
- d) Peningkatan dokumentasi dan SOP untuk instalasi sensor.
- e) Evaluasi ulang sistem penyimpanan dan pengadaan komponen elektronik.

4. Kesimpulan

Sistem *landing gear indication* berfungsi untuk memberi informasi tentang posisi *landing gear* saat hendak diturunkan atau dinaikkan. Sistem *landing gear indication* pada pesawat harus selalu dirawat dengan baik agar dapat berfungsi dengan semestinya, perawatan diperlukan karena jika terjadi permasalahan pada *landing gear indication* maka pilot tidak akan dapat memastikan posisi *landing gear* yang sedang dalam keadaan *uplock* atau *downlock*, jika itu terjadi maka pesawat tidak akan bisa *landing*. Selain itu, dampak lain juga dapat menyebabkan kesalahan sistem *aural warning* sehingga dapat membuat pilot bingung akibat ketidakpastian bagi pilot.

Setelah dilakukan inspeksi visual (menggunakan mata) dan analisa menggunakan metode *Root Cause Analysis* dengan pendekatan *Fishbone Diagram*, terdapat 4 kategori penyebab permasalahan tersebut yaitu: *Environment, Method, Tools and Materials*, dan *People (manusia)*. Namun, dari data yang diperoleh di lapangan sejak tahun 2020-2022, permasalahan yang terjadi sebagai penyebab sistem *landing gear identification* tidak berfungsi adalah *sensor proximity switch* mengalami korosi dan perubahan posisi yang menyebabkan pembacaan sinyal menjadi tidak akurat. Perlu adanya pergantian terhadap sensor dan dilakukan penyesuaian antara sensor dan target dari sensor agar sistem *landing gear indication* dapat berfungsi normal kembali.

References

- [1] D. Anggawaty, S. Mulyani, and F. Khanif, “Analisis Kegagalan Nose Wheel Steering System Pada Pesawat Boeing Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).”
- [2] F. M. Dewadi *et al.*, *Konsep Pesawat Terbang*. Kota Solok, Sumatera Barat: PT Mafy Media Literasi Indonesia, 2024.
- [3] A. Birry, A. Rusdinar, I. Usep, and A. Albayumi, “Perancangan Prototype Landing Gear System dan Monitoring Pergerakan Landing Gear System Pesawat Terbang Menggunakan Mikrokontroler.”
- [4] D. Suhas, P. Srinath, N. R. Shashank, N. S. Venkatesh, and H. Nayak, “Design and Analysis of Aircraft Landing Gear System,” *Int. J. Adv. Eng. Manag.*, vol. 3, pp. 2395–5252, 2021, doi: 10.35629/5252-0308374398.
- [5] M. D. Gina Ramoso and R. A. Ortega-Dela Cruz, “Collegiate Aviation Review International Contributing Factors to Aircraft Maintenance Technology Students’ Readiness for the Aviation Industry,” 2025.
- [6] M. Janovec and K. Mojžišová, “Increasing aircraft maintenance safety by minimizing human error,” in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2024, pp. 118–127. doi: 10.1016/j.trpro.2024.11.013.
- [7] M. A. Nova, A. Y. Iradhat, J. Siregar, M. A. Dzulfiqar, N. R. Dija, and W. Rossbandrio, “Pengaruh Engine Bleed Trip Terhadap Tingkat Kebutuhan Pergantian Komponen Pada Pesawat B737-800,” *J. Teknol. dan Ris. Terap.*, vol. 6, no. 1, pp. 23–27, Jun. 2024, doi: 10.30871/jatra.v6i1.7795.
- [8] M. A. Nova, L. G. J. Putra, and Z. F. Emzain, “Komparasi Efektivitas Tiga Tipe Starter Generator yang Digunakan Pada Engine Pesawat ATR,” *AVITEC*, vol. 3, no. 2, p. 131, Jul. 2021, doi: 10.28989/avitec.v3i2.1027.
- [9] W. Liu, Y. Wang, and Y. Ji, “Landing Impact Load Analysis and Validation of a Civil Aircraft Nose Landing Gear,” *Aerospace*, vol. 10, no. 11, p. 953, Nov. 2023, doi: 10.3390/aerospace10110953.
- [10] BOEING Company, *737-6/7/8/900 ATA Chapter 32) Aircraft Maintenance Manual (AMM)*, vol. ATA Chapter 32. BOEING,

1999.

- [11] A. Kumah *et al.*, “Cause-and-Effect (Fishbone) Diagram: A Tool for Generating and Organizing Quality Improvement Ideas,” *Glob. J. Qual. Saf. Healthc.*, vol. 7, no. 2, pp. 85–87, May 2024, doi: 10.36401/JQSH-23-42.