

Studi Kasus Terjadinya *Interlayer Degradation* *Windshield No. 1 R/H* pada Pesawat Boeing 737-900ER

Nadira Seftiani Br. Purba^{*1}, Nur Rafia Dija S.Tr.T., M.T. 1^{*} and Gatot Subiyono, S.Si.T.,
M.M 2^{*}

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Perawatan Pesawat Udara

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: nadirapurba28@gmail.com

Abstrak

Boeing 737-900ER merupakan varian terbaru dari pesawat Boeing 737, dilengkapi dengan *windshield* yang memungkinkan pilot mengamati lingkungan eksternal dengan jarak pandang tertentu. Saat menjalani proses *maintenance C-check*, ditemukan retakan pada *windshield* No. 1 R/H. Pemeriksaan visual mengidentifikasi retakan ini sebagai degradasi *interlayer*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab degradasi *interlayer* serta melakukan perbaikan yang tepat. Metodologi yang digunakan meliputi wawancara dengan *engineer* dan *mechanic*, studi literatur untuk mengumpulkan informasi serta data yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa degradasi *interlayer* disebabkan oleh *overheating* pada *windshield*, yang menyebabkan resistansi melebihi batas normal 31,4-35,1 *ohm*. Sebagai langkah korektif, *windshield* yang rusak telah diganti. Pengukuran resistansi window heater setelah penggantian komponen menunjukkan nilai 31,9 *ohm*, yang sesuai dengan batas normal resistansi untuk sensor panas pada *windshield*.

Kata kunci: *Windshield, Interlayer Degradation, Resistance, Boeing 737-900ER*

Abstract

The Boeing 737-900ER is the latest variant of the Boeing 737 airplane equipped with a windshield that allows the pilot to observe the outside environment with some visibility. During the C-check maintenance process, a crack was detected on the No. 1 R/H windshield. The visual inspection identified this crack as interlayer degradation. The objective of this study is to determine the cause of the interlayer degradation and make appropriate repairs. The methodology used includes interviews with engineers and mechanics, and a literature review to gather relevant information and data. The results showed that the interlayer degradation was caused by overheating of the windshield, which caused the resistance to exceed the normal limit of 31.4-35.1 ohms. As a corrective measure, the damaged windshield was replaced. The resistance measurement of the windshield heater after the component replacement showed a value of 31.9 ohms, which corresponds to the normal limit of resistance for the heat sensor on the windshield.

Keywords: *Windshield, Interlayer Degradation, Resistance, Boeing 737-900ER*

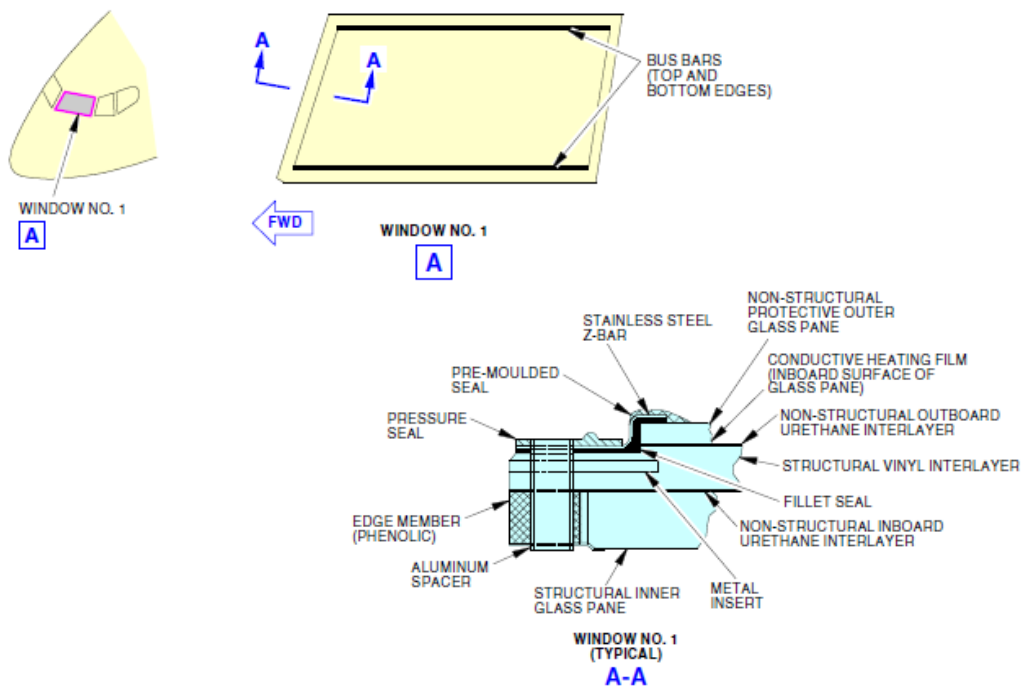
1 Pendahuluan

Pesawat Boeing 737-900ER adalah varian terbaru dari pesawat Boeing 737. Pesawat termasuk kategori *short-to-medium range twinjet* atau pesawat jet mesin ganda dengan jarak tempuh dekat hingga sedang [1]. Pesawat Boeing 737-900ER memiliki komponen pesawat yaitu *windshield*. *Windshield* adalah salah satu bagian penting dari pada pesawat udara yang memiliki fungsi sebagai sarana pilot untuk mengamati kondisi lingkungan sekitar pesawat secara *aktual* dengan jarak pandang tertentu. Keuntungan lainnya yaitu, pilot tidak perlu menyalakan *weather radar* secara terus-menerus pada saat terbang dengan cuaca cerah yang dapat menyebabkan pemborosan daya. Berbeda dengan kondisi terbang malam atau cuaca buruk, pilot harus lebih sering menggunakan bantuan instrumen lainnya untuk mengamati kondisi pesawat agar dapat terbang dengan aman dan nyaman bagi penumpang [2].



Gambar 1. Lion Air Boeing 737-9GPER(WL) [6]

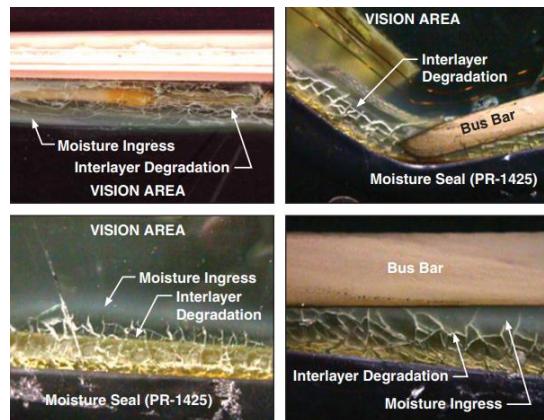
Cara kerja *windshield* pada saat pesawat terbang dalam ketinggian *3000ft* yang bisa mencapai suhu yang sangat dingin, untuk mencegah pembentukan es atau embun pada *windshield* terdapat sensor *heater* yang diaktifkan secara otomatis dengan *system anti icing* untuk mencegah pembentukan es.



Gambar 2. Window-Control Cabin Fixed Window [3]

Pada *windshield* pesawat Boeing 737-900ER terdapat *Interlayer* yang merupakan komponen penting untuk mempertahankan kekuatan struktural dan keamanan *windshield* dalam kondisi tekanan udara dan benturan selama penerbangan. *Interlayer* ini bisa mengalami *degradation* yaitu Penurunan kualitas *interlayer* yang dapat mengurangi kekuatan *windshield*, meningkatkan risiko *crack* atau pecah selama penerbangan dan mengganggu visibilitas pilot. Di penelitian ini ditemukan pesawat Boeing 737-900ER dengan registrasi PK-LFO mengalami *Interlayer Degradation* saat dilakukan *inspection C-Check*. *Maintenance* sangat penting dilakukan untuk mencegah *degradation interlayer* dan memastikan integritas keseluruhan sistem *windshield*. *Interlayer Degradation* ini dapat terjadi karena kegagalan segel *outboard moisture*, yang memungkinkan uap air masuk ke dalam laminasi dan berinteraksi dengan *interlayer*, saat

terpapar UV dalam kondisi operasi normal. *Degradation interlayer* terjadi di sekitar pinggiran *windshield* depan, terlihat di *edge* bagian dalam area penglihatan atau pada siang hari [5].

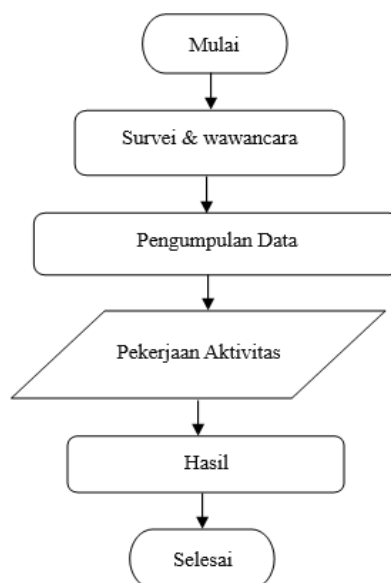


Gambar 3. Interlayer Degradation [5]

Penelitian ini yang bertujuan untuk menentukan penyebab *interlayer degradation* pada *windshield* Boeing 737-900ER dengan registrasi PK-LFO part number 2-55716-4005. Batasan masalah yang diambil adalah terjadinya *interlayer degradation windshield no. 1 R/H* akibat *overheating* pada pesawat Boeing 737-900er saat melaksanakan *maintenance rutine check*. Lokasi pelaksanaan studi kasus ini berada di hangar A Batam Aero Technic.

2 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode studi kasus dimana alurnya dimulai dengan melakukan survei dan wawancara kepada beberapa *mechanic*, setelah itu pengumpulan data secara dokumen melalui AFML (*Aircraft Flight Manitenance Log*), lalu dilakukan pekerjaan aktivitas yang mencari *defect* pada manual dan dilakukan *remove* dan *install*, yang terakhir hasil yang sudah melakukan tes dengan *tools avo* meter. Dibawah ini adalah gambar *flowchart* studi kasus terjandinya *interlayer degradation windshield no. 1 R/H* akibat *overheating* pada pesawat boeing 737-900ER dengan registrasi PK-LFO, dari mulai hingga selesai.



Gambar 4. Flowchart

1. Survei & Wawancara

Proses survei yang digunakan untuk pengumpulan data informasi penelitian dengan mengajukan beberapa pertanyaan kepada *mechanic* atau *engineer BAT*, menggunakan google form.

2. Pengumpulan Data

Melakukan pengamatan dan pengumpulan data secara berkelanjutan atau terus menerus, sehingga data penelitian sifatnya lebih detail dan menyeluruh. Pengumpulan data diambil dari dokumentasi internal BAT berupa AFML (*Aircraft flight & maintenance log*) yaitu dokumen yang berisi informasi tentang *aircraft maintenance records*.

3. Pekerjaan Aktivitas

Pekerjaan aktivitas adalah melakukan perbaikan setelah ditemukan beberapa kemungkinan kerusakan yang terjadi dengan tujuan untuk menyelidiki secara rinci kecocokan antara *defect* dan dokumen setelah itu dilakukam *remove* dan *install* pada komponen yang mengacu pada *Task Card Maintenance* dengan referensi AMM.

1) *Remove the No. 1 window* [4].

Dalam aktivitas yang harus dikerjakan adalah melepaskan *window* no. 1 dengan menggunakan *Task Card/AMM* pada *SUBTASK* 56-11-11-020-022 sampai 56-11-11-020-025

2) *No. 1 Window Installation* [4].

Setelah melakukan pelepasan pada *window* dan sudah mengantikan barang *windshield* lalu langkah berikutnya adalah memasang *window* no. 1 menggunakan *Task Card/AMM* pada *SUBTASK* 56-11-11-420-018 sampai *SUBTASK* 56-11-11-420-024

4. Hasil

Untuk mendapatkan hasil, maka dilakukan pengukuran *connector* langsung pada pesawat dengan menggunakan *tools Avometer* untuk mendapatkan resistansinya. Dibawah ini adalah resistansi yang sesuai di AMM *chapter* 30 yang harus di perhatikan saat pengetesan nilai standart pada *windshield* baru dengan *part number* 5-89354-3150 , sebagai berikut:

Table 1. Data Nilai Toleransi Windshield No. 1 R/H

	Connector Pin	Window Code	Resistance	Ref
<i>Windshield</i> R/H NO. 1 PK-LFO	D40068P	H13	31,4-35,1 OHM	<i>AMM Chapter 30 SUBTASK</i> <i>30-41-21-993-803</i>

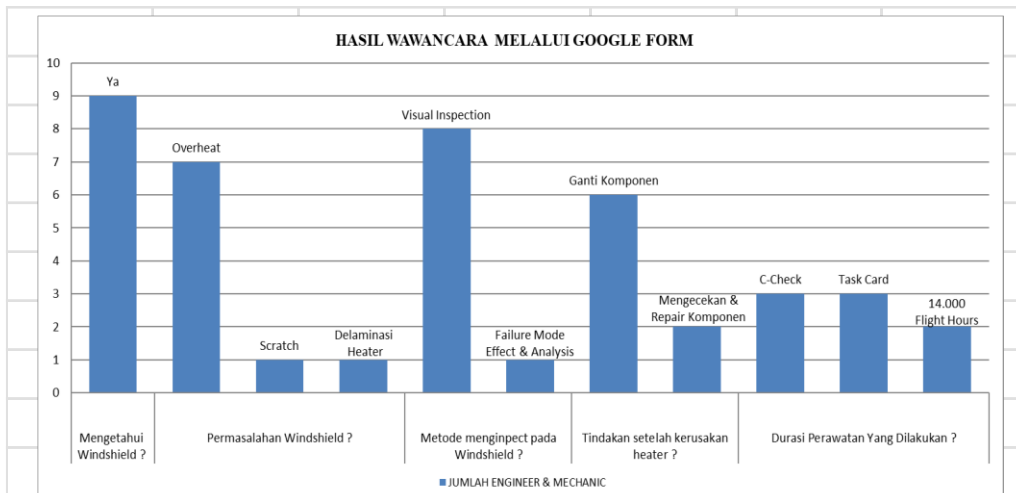
3 Analisa Data dan Pembahasan

3.1 Analisa Data

3.1.1 Data Google Form

Setelah melakukan pengambilan data dalam metode wawancara melalui *Google Form* yang sarannya adalah *Mechanic* dan *Engineer* di Batam Aero Technic, didapatkan data sebagai berikut:

Table 2. Data pertanyaan google form pertanyaan 1-5



3.1.2 Data AFML

Pesawat nomor registrasi PK-LFO memiliki masalah pada *windshield* no. 1 R/H yang dicatat dalam buku AFML pada dokumen tersebut berisi *Discrepancies/Malfunction* dan *Corrective Action* di jelaskan pada table 3 di bawah ini.

Table 3. Data AFML (Aircraft Flight Maintenance Log)


DISCREPANCIES/MALFUNCTION	CORRECTIVE ACTION
REF W/O 1346521 N/R-00040 FOUND CRACK AT R/H WINDOW NO. 1	PERFORM REPLACE WINDSHIELD R/H NO. 1 HAS BEEN DONE I.A.W. AMM 56-11-11 REV 81-15 JUN 23 RESULT TEST
PART NO. OFF: 2-55716-4005 SERIAL NO. OFF: 20559S4813	PART NO. ON: 5-89354-3150 SERIAL NO. ON: 19157H5055 SERV. TAG NO.: 157905

Pada table di atas *Discrepancies/Malfunction* disebutkan bahwa terjadi *crack* pada *windshield* No1, dan adapun *Corrective Action* yang dilakukan adalah pergantian *windshield* sesuai dengan *part number* nya.

3.1.3 Hasil Data Penelitian

Berikut hasil data yang di temukan kerusakan dan perbaikan setelah melakukan pengetesan terhadap *windshield* R/H No. 1 registrasi PK-LFO sebagai berikut:

Table 4. Hasil Data Resistance Sebelum Perbaikan

Tes	Hasil Perhitungan	Gambar
1	50,8 ohm	






2	39,5 ohm	
3	37,8 ohm	

Table diatas setelah di lakukan tes sebanyak tiga kali menunjukkan bahwa hasil tes pertama 50,8 ohm, kedua 39, 5 ohm, ketiga 37,8 ohm tidak sesuai dengan AMM Chapter 30 Ice and Rain Protection dengan range 31,4-35,1 ohm, maka komponen ini dinyatakan rusak atau tidak bisa digunakan karena resistasinya terlalu besar.

Table 5. Hasil Data Resistance Sesudah Perbaikan

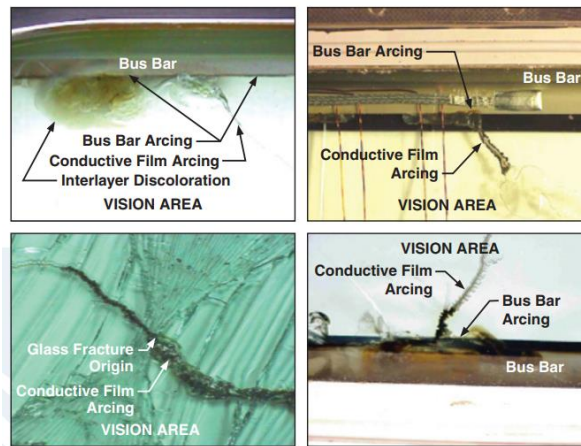
Tes	Hasil Perhitungan	Gambar
1	31,0 ohm	
2	31,9 ohm	
3	31,9 ohm	

3.2 Pembahasan

Hasil pembahasan studi kasus terjadinya *degradation interlayer* pada *windshield* pesawat Boeing 737-900ER di dapatkan faktor yang berperan dalam masalah tersebut diantaranya:

- *Overheating*

Pada kondisi *windshield* no. 1 R/H pada pesawat dengan registrasi PK-LFO ditemukan yang panas berlebihan yang menyebabkan suhu *windshield* meningkat di luar batas yang sudah ditentukan. *Overheat* bisa mengakibatkan *interlayer degradation*, gangguan pada *anti-icing* bahkan terjadinya kerusakan pada *windshield*.



(a)



(b)

Gambar 5. Overheating (a) heating system failure [5] (b) actual degradation interlayer

Dan setelah dilakukan penelitian, ditemukan bahwa lingkungan penerbangan seperti perubahan suhu signifikan, paparan UV pada *inflight* dan tekanan udara yang berfluktuasi merupakan penyebab utama *degradation interlayer* pada *windshield*. Adapun tindakan yang dilakukan setelah ditemukan *degradation* adalah penggantian *part* sesuai *part number* dan menyesuaikan *task card*.

Proses pergantian *windshield* pada pesawat Boeing 737-900ER dengan registrasi PK-LFO meliputi langkah-langkah yang terperinci. Pertama, melakukan pemeriksaan menyeluruh pada *windshield* yang akan diganti dan memastikan bahwa area sekitarnya aman dan tidak ada gangguan yang menghalangi proses. Kemudian dengan menggunakan *tools*, *windshield* yang rusak akan dilepas dengan hati-hati dari rangka *windshield*. Setelah itu, *windshield* baru yang telah disiapkan akan dipasang sesuai prosedur/AMM, memastikan keamanan dan kualitas pemasangan yang optimal. Terakhir, uji coba fungsi dan keamanan untuk memastikan bahwa *windshield* yang baru telah terpasang dengan baik. Proses ini dilakukan dengan penuh hati-hati dan sesuai dengan standar keselamatan penerbangan yang ketat.

4 Kesimpulan

Interlayer terjadi dikarenakan *heater* pada *windshield* sudah tidak bagus, yang dimana terjadi arus berlebihan, sehingga sensor pada *windshield* tidak memotong arus yang tidak dibutuhkan. Ada beberapa faktor yang telah diidentifikasi yaitu *Interlayer Degradation*. Faktor-faktor tersebut dapat termasuk pengaruh kondisi cuaca eksternal, paparan UV, serta kerusakan yang terjadi selama masa service pesawat. Penemuan ini memberikan pemahaman yang mendalam mengenai penyebab *degradation interlayer*, yang sangat penting untuk *maintenance* pesawat secara optimal di masa mendatang. Terbukti dari hasil

lapangan pengukuran dilakukan pada kerusakan *windshield* yaitu dengan hasil pertama 50,8 ohm, kedua 39,5 ohm dan ketiga 37,8 ohm. Sedangkan berdasarkan referensi parameter nya di angka 31,4-35,1 ohm.

5 Daftar Pustaka

- [1] Syahmi Perkasa, “Analisis kegagalan *lubrication system auxiliary power unit (APU)* pesawat Boeing 737-900er menggunakan metode *failure mode and effect analysis*”, Institut teknologi dirgantara adisutjipto, 2023
- [2] Alfian Mohammad Hadid, “*Window heat troubleshoot* pada *sliding window* pesawat Boeing 737-800”, Yogyakarta, 2018
- [3] AMM SDS 080 – *Aircraft Maintenance Manual Chapter 56 WINDOW*, 56-11-00 (Page 1-4)
- [4] MLI AMM 080 – *Aircraft Maintenance Manual Chapter 56 WINDOW*, 56-11-11 (Page 401-439)
- [5] PPG *Inspection Guide – Interlayer Degradation* (Page 14-15)
- [6] Roberto Prawiro, <https://www.planespotters.net/photos/gallery/roberto>