

Identifikasi Penyebab Indikator *Low Quantity* pada Standby Hydraulic System Pesawat Boeing 737-800/900

¹Carlos Alberto Jhon Paraira, Nur Rafia Dija S.Tr.T, M.T

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Perawatan Pesawat Udara

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: carloslos180@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengidentifikasi penyebab terjadinya indikasi *Low Quantity* pada *Standby Hydraulic System* pesawat Boeing 737-800/900 registrasi PK-LJR saat pelaksanaan C Check 04 di PT Batam Aero Technic. *Standby Hydraulic System* berfungsi sebagai sistem cadangan yang menyuplai tekanan ke *rudder*, *thrust reverser*, serta *leading edge flaps and slats* ketika *main hydraulic system* gagal, sehingga integritasnya sangat krusial terhadap keselamatan penerbangan. Metodologi yang digunakan adalah *mix method* dengan pendekatan studi kasus, meliputi analisis data *Engineering Maintenance Record Order* (EMRO), observasi visual lapangan, serta prosedur sistematis berdasarkan *Fault Isolation Manual* (FIM) dan *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Berdasarkan data historis EMRO selama 10 tahun terakhir, ditemukan 10 kejadian serupa pada berbagai pesawat Boeing 737-800/900 di PT Batam Aero Technic, di mana indikasi *Low Quantity* merupakan indikasi paling dominan dengan 5 kejadian (50%) dan seluruh penanganan yang dilakukan adalah *EMDP Replacement*. Hasil penelitian melalui *external leakage check* mengonfirmasi bahwa penyebab utama adalah kegagalan pada komponen *Electric Motor-Driven Pump* (EMDP) yang mengakibatkan laju tetesan mencapai lebih dari 100 tetes/menit, melebihi batas *Normal Operation Limit* Boeing sebesar 10 tetes/menit. Penggantian unit EMDP baru berhasil menyelesaikan permasalahan, yang dikonfirmasi melalui *Operational Check Rudder PCU* di mana indikasi *Low Quantity* tidak muncul kembali dan sistem kembali beroperasi normal, sehingga pesawat dinyatakan layak terbang (*airworthy*).

Kata kunci: *Low Quantity*, *Standby Hydraulic System*, *Fault Isolation*, *Electric Motor-Driven Pump* (EMDP), Boeing 737-800/900

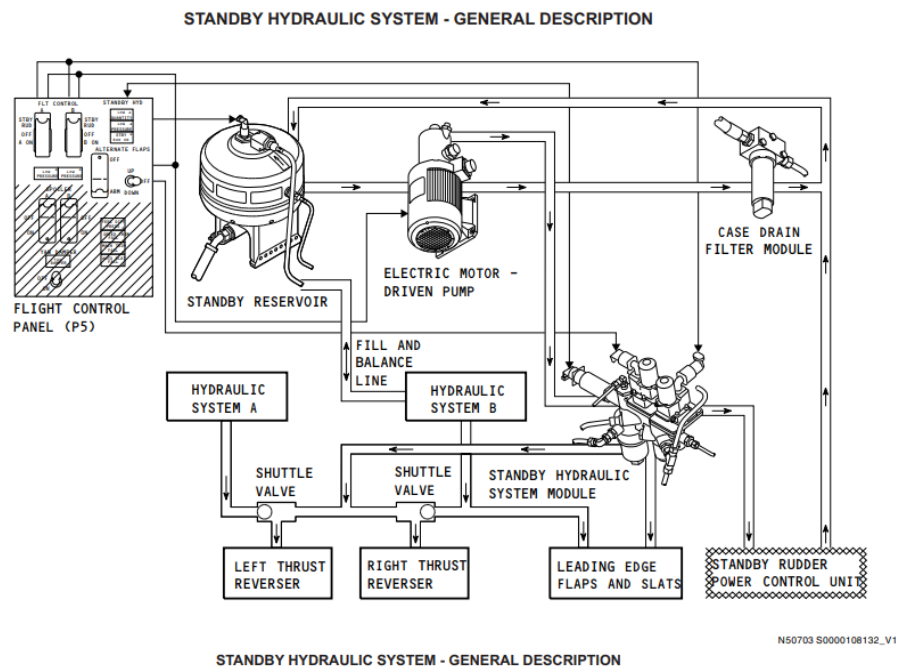
Abstract

This study identifies the causes of the *Low Quantity* indication in the *Standby Hydraulic System* of Boeing 737-800/900 aircraft registered PK-LJR during C Check 04 at PT Batam Aero Technic. The *Standby Hydraulic System* serves as a backup system supplying pressure to the rudder, thrust reversers, and leading-edge flaps and slats when the main hydraulic system fails, making its integrity critical to flight safety. A mixed method approach with a case study design was employed, encompassing EMRO data analysis, direct visual observation, and systematic procedures per the *Fault Isolation Manual* (FIM) and *Aircraft Maintenance Manual* (AMM). Based on ten years of *Engineering Maintenance Record Order* (EMRO) historical data, 10 similar incidents were recorded across various Boeing 737-800/900 aircraft at PT Batam Aero Technic, where the *Low Quantity* indication was the most dominant at 5 occurrences (50%) and all corrective actions taken were EMDP Replacement. Results confirmed the primary cause failure in the *Electric Motor-Driven Pump* (EMDP), where the leakage rate reached more than 20 drops per 10 seconds, exceeding Boeing's *Normal Operation Limit* of 10 drops per minute as specified in AMM Table 602. EMDP unit replacement successfully resolved the issue, confirmed through an *Operational Check Rudder PCU* in which the *Low Quantity* indication did not recur and the system returned to normal operation, and the aircraft was declared *airworthy*.

Keywords: Low Quantity, Standby Hydraulic System, Fault Isolation, Electric Motor-Driven Pump (EMDP), Boeing 737-800/900.

1. Pendahuluan

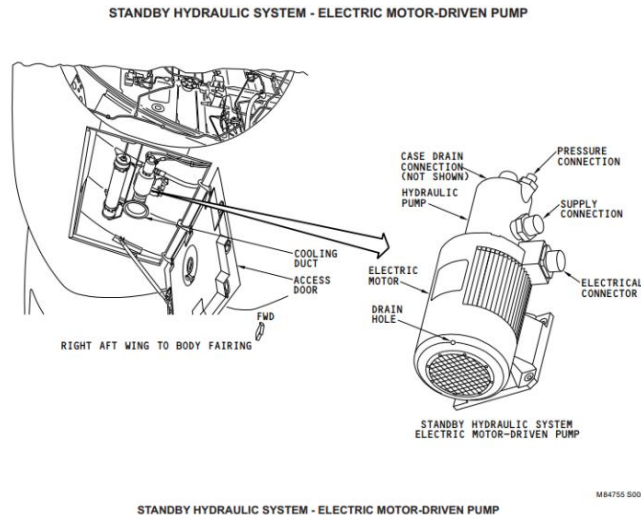
Pada saat pelaksanaan OJT, kegiatan yang dilakukan adalah *C Check 04* pada pesawat Boeing 737-800/900 dengan registrasi PK-LJR, yaitu pemeriksaan besar (*heavy maintenance*) yang dilakukan secara berkala untuk memastikan seluruh sistem dan komponen pesawat berada dalam kondisi layak terbang sesuai standar keselamatan penerbangan yang berlaku. Pada pesawat Boeing 737-800/900, *Hydraulic system* merupakan salah satu sistem utama yang bekerja berdasarkan prinsip hukum Pascal, di mana *liquid* bertekanan digunakan sebagai media transmisi energi untuk menggerakkan berbagai komponen operasional pesawat. Sistem hidraulik terbagi menjadi *main system* yang terdiri dari *System A* dan *System B*, serta *auxiliary system* berupa *Standby Hydraulic System* [1] yang berfungsi sebagai sistem cadangan untuk menyuplai tekanan hidraulik ke *thrust reverser*, *leading edge flaps* dan *slats*, serta *rudder* ketika *main system* mengalami kegagalan.



Gambar 1: Standby Hydraulic System – General Description [1]

Komponen utama dalam *Standby Hydraulic System* meliputi *flight control panel*, *reservoir*, *Electric Motor-Driven Pump (EMDP)* [1], *standby hydraulic system module*, dan *case drain filter module* [1]. *Electric Motor-Driven Pump (EMDP)* [1] adalah pompa jenis *variable displacement piston pump* yang digerakkan oleh motor listrik tiga fase dan berfungsi sebagai sumber tekanan cadangan pada sistem tersebut, di mana integritasnya sangat krusial mengingat perannya sebagai sistem keselamatan lapis terakhir pada pesawat.

Apabila *Standby Hydraulic System* mengalami kegagalan saat *inflight*, khususnya ketika *main system* A atau B juga terdegradasi, maka suplai tekanan hidraulik ke *rudder*, *thrust reverser*, serta *leading edge flaps and slats* akan terganggu. Kondisi ini dapat mengakibatkan berkurangnya kemampuan pengendalian arah pesawat, penurunan efektivitas pengereman melalui *thrust reversal*, serta keterbatasan ekstensi *leading edge devices* yang berdampak langsung pada keselamatan penerbangan. Kasus nyata yang menggambarkan dampak kegagalan sistem hidraulik pada pesawat Boeing 737-800 dialami oleh KLM Airlines pada 28 Desember 2024, di mana kegagalan sistem hidraulik saat *inflight* memaksa kru melakukan *emergency landing* di Oslo Torp Sandefjord Airport, dan pesawat keluar dari landasan pacu [5].



Gambar 2: Standby Hydraulic System – Electric Motor-Driven Pump [1]

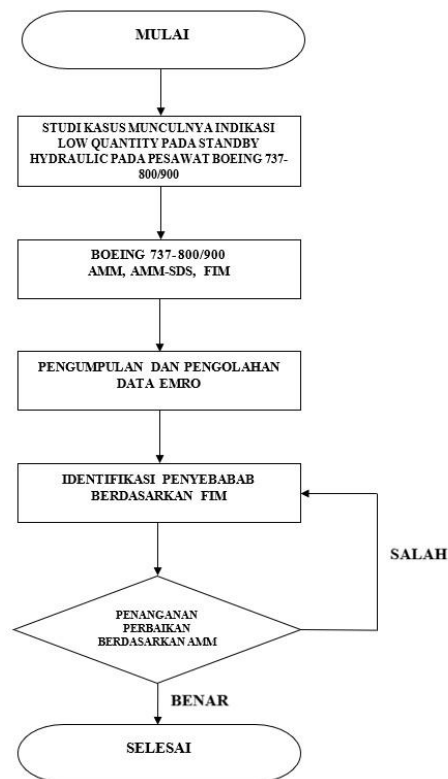
Permasalahan yang ditemukan selama pelaksanaan inspeksi rutin *C Check 04* pada pesawat Boeing 737-800/900 registrasi PK-LJR adalah munculnya indikasi *Low Quantity* pada *Standby Hydraulic System* yang diduga disebabkan oleh penurunan performa pada salah satu komponen dalam *Standby Hydraulic System*, termasuk *Electric Motor-Driven Pump (EMDP)* [1]. Berkurangnya *fluid quantity* secara signifikan dapat mengakibatkan *hydraulic under pressure*, yang berdampak pada penurunan performa *Standby Hydraulic System* hingga potensi kegagalan sistem secara keseluruhan [1]. Berdasarkan penelusuran data historis *Engineering Maintenance Record Order (EMRO)* selama 5 (lima) tahun terakhir di PT Batam Aero Technic, permasalahan yang sama berupa penggantian (*replacement*) komponen *EMDP* pada *Standby Hydraulic System* telah berulang kali terjadi, menunjukkan adanya pola kegagalan yang perlu dikaji secara teknis untuk mengetahui penyebab dominan dan menentukan langkah penanganan yang paling efektif.



Gambar 3: Low Quantity Indicator

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya indikasi *Low Quantity* pada *Standby Hydraulic System* pesawat Boeing 737-800/900 registrasi PK-LJR, dengan menelusuri kondisi komponen-komponen terkait termasuk *Electric Motor-Driven Pump (EMDP)* [1], serta menentukan langkah *troubleshooting* dan penyelesaian masalah yang tepat. Penelitian ini dibatasi pada identifikasi penyebab indikasi *Low Quantity* dalam *Standby Hydraulic System* dan tidak mencakup sistem hidraulik lainnya di luar *Standby Hydraulic System* [1], dengan seluruh pembahasan didasarkan pada data historis EMRO selama 5 (lima) tahun terakhir serta temuan selama pelaksanaan *C Check 04* di PT Batam Aero Technic.

2. Metodologi Penelitian



Gambar 4: Flowchart Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT Batam Aero Technic (BAT), Batam, selama pelaksanaan C Check 04 pada pesawat Boeing 737-800/900 PK-LJR. Metode yang digunakan adalah *mix method* dengan pendekatan studi kasus, yaitu mengidentifikasi dan menganalisis penyebab indikasi *Low Quantity* pada *Standby Hydraulic System* secara kualitatif melalui observasi visual lapangan dan prosedur teknis berdasarkan FIM dan AMM, serta secara kuantitatif melalui pengolahan data historis *Engineering Maintenance Record Order (EMRO)* untuk mengidentifikasi pola dan frekuensi kegagalan komponen. Alur penelitian mengikuti tahapan sistematis yang dirancang dalam flowchart penelitian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, mulai dari identifikasi masalah hingga penyelesaian berdasarkan prosedur maintenance yang berlaku.

2.1 Studi Kasus Munculnya Indikasi Low Quantity Pada Standby Hydraulic Pada Pesawat Boeing 737-800/900

Tahap ini membahas permasalahan terjadinya penurunan kuantitas *hydraulic fluid* pada *Standby Hydraulic System* yang ditandai dengan munculnya indikasi *Low Quantity* pada kokpit. Kondisi tersebut teridentifikasi saat pelaksanaan *C Check 04* di PT Batam Aero Technic dan memerlukan identifikasi lebih lanjut terhadap komponen-komponen dalam sistem, termasuk *Electric Motor-Driven Pump (EMDP)*. *Standby Hydraulic System* memiliki peran penting sebagai sistem alternatif cadangan yang aktif ketika *main hydraulic system* mengalami kegagalan, sehingga jika sistem ini gagal berfungsi maka dapat berdampak langsung pada keselamatan penerbangan. Data temuan awal di lapangan kemudian dijadikan dasar untuk melanjutkan proses identifikasi dan analisis lebih lanjut.

2.2 Boeing 737-800/900: AMM, AMM-SDS, FIM

Tahap ini mencakup studi literatur untuk memahami teori, standar, dan prosedur teknis yang relevan dengan topik penelitian. Dokumen teknis yang digunakan sebagai acuan utama meliputi *Aircraft Maintenance Manual (AMM)* [2], *Aircraft Maintenance Manual – System Description Section (AMM-SDS)* [1], dan *Fault Isolation Manual (FIM)* [3] ATA Chapter 29 Hydraulic System yang diterbitkan oleh Boeing dan digunakan oleh PT Batam Aero Technic.

2.3 Pengumpulan dan Pengolahan Data EMRO

Tahap ini bertujuan mengumpulkan dan mengolah data historis dari *Engineering Maintenance Record Order (EMRO)* yang mencatat seluruh kejadian permasalahan terkait indikasi *Low Quantity* pada *Standby Hydraulic System*, termasuk komponen *Electric Motor-Driven Pump (EMDP)* dalam kurun waktu 10 (sepuluh) tahun terakhir pada Boeing 737-800/900 di PT Batam Aero Technic. Data yang dikumpulkan meliputi frekuensi kejadian indikasi *Low Quantity*, komponen yang teridentifikasi bermasalah, serta tindakan perawatan yang telah dilakukan pada setiap kejadian. Data historis tersebut kemudian diolah dan disajikan untuk mengidentifikasi pola penggantian dan komponen yang paling sering mengalami kerusakan. Hasil pengolahan data EMRO ini digunakan sebagai dasar analisis dalam menentukan penyebab dominan terjadinya indikasi *Low Quantity* pada *Standby Hydraulic System*.

2.4 Identifikasi Penyebab Berdasarkan FIM

Tahap ini melakukan identifikasi permasalahan terjadinya indikasi *Low Quantity* pada *Standby Hydraulic System* secara sistematis dengan mengacu pada *Fault Isolation Manual (FIM)* [3]. Proses identifikasi dilakukan dengan mengikuti alur *Possible Cause* yang tercantum dalam FIM untuk menentukan kemungkinan penyebab munculnya indikasi tersebut, dilanjutkan dengan pelaksanaan *Fault Isolation Procedure* guna mengisolasi komponen yang mengalami kegagalan. Hasil dari tahap ini adalah konfirmasi bahwa komponen *EMDP*, sehingga diperlukan tindakan penanganan lebih lanjut sesuai prosedur yang berlaku.

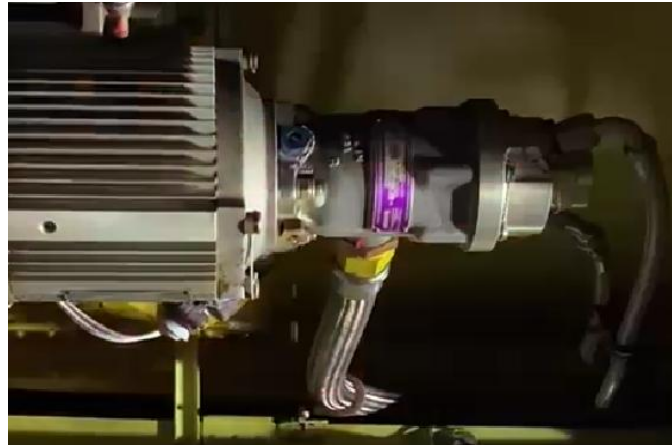
2.5 Penanganan Perbaikan Berdasarkan AMM

Setelah seluruh proses identifikasi dan isolasi permasalahan selesai dilakukan, tahap ini melaksanakan penyelesaian indikasi *Low Quantity* pada *Standby Hydraulic System* pesawat Boeing 737-800/900 dengan mengacu pada *Aircraft Maintenance Manual (AMM)* [2]. Prosedur penyelesaian yang dilakukan meliputi pelepasan (*removal*) komponen *Electric Motor-Driven Pump (EMDP)* yang teridentifikasi mengalami kegagalan, dilanjutkan dengan pemasangan (*installation*) unit *EMDP* yang baru sesuai prosedur AMM. Seluruh pekerjaan didokumentasikan dalam *work order* yang relevan sebagai bagian dari rekam perawatan resmi pesawat.

3. Analisa Data dan Pembahasan

3.1 Temuan Visual di Lapangan

Pada pelaksanaan C Check 04, dilakukan inspeksi visual langsung terhadap komponen dalam *Standby Hydraulic System*. Gambar 5 merupakan dokumentasi kondisi aktual EMDP saat inspeksi, di mana terlihat adanya rembesan *hydraulic fluid* pada area koneksi *pressure line* dan *supply line* di permukaan fitting dan housing pompa.



Gambar 5: Temuan Visual Kondisi EMDP pada C Check 04

Temuan visual tersebut konsisten dengan indikasi *Low Quantity* pada panel kokpit dan memperkuat dugaan bahwa EMDP merupakan komponen yang perlu diisolasi lebih lanjut sesuai prosedur FIM 29-30 TASK 809.

3.2 Identifikasi Penyebab Berdasarkan FIM (29-30 TASK 809)

Identifikasi penyebab dilakukan mengacu pada Fault Isolation Manual (FIM) ATA Chapter 29, TASK 809 – STANDBY HYD LOW QUANTITY Light On – Fault Isolation. FIM 29-30 TASK 809 menyatakan bahwa lampu amber STANDBY HYD LOW QUANTITY pada flight control panel akan menyala ketika low quantity switch mendeteksi level fluida di bawah 50 persen kapasitas reservoir [3].

Table 1: Possible cause pada FIM 29-30 TASK 809

No.	Possible Cause	Tindakan	Referensi
1	Hydraulic leakage in the standby hydraulic system	External leakage check of the standby hydraulic system	AMM TASK 29-00-00-790-801
2	STANDBY HYD LOW QUANTITY light, L4	Replace the STANDBY HYD LOW QUANTITY light, L4 on the flight controls panel	P53 (WDM 29-31-11)
3	Standby hydraulic system reservoir low quantity switch, S49	Replace the standby hydraulic system reservoir low quantity switch, S49	Removal and Installation, AMM TASK 29-33-21-000-801
4	Wiring Problem	Check connector	(WDM 29-31-11) dan (WDM 33-18-31)

Berdasarkan temuan visual di lapangan yang menunjukkan adanya rembesan *hydraulic fluid* pada area EMDP, identifikasi difokuskan pada *Possible Cause* nomor 1 yaitu *hydraulic leakage in the standby hydraulic system*. Untuk mengkonfirmasi hal tersebut, dilaksanakan *Fault Isolation Procedure* sesuai FIM 29-30 TASK 809 dengan melakukan *External Leakage Check* pada seluruh komponen *Standby Hydraulic System* mengacu pada AMM TASK 29-00-00-790-801 (*Hydraulic System External Leakage Check*). Sistem terlebih dahulu di-*pressurize*, kemudian laju tetesan pada setiap komponen diukur dan dibandingkan terhadap batas toleransi yang tercantum dalam AMM Table 602.

Dari hasil *external leakage check*, ditemukan tetesan fluida yang melebihi batas normal pada area *dynamic seal* komponen EMDP (Standby). Hal ini mengkonfirmasi bahwa EMDP merupakan komponen penyebab indikasi *Low Quantity*, sehingga tindakan penggantian unit wajib dilaksanakan.

Tabel 1 merangkum batas kebocoran eksternal untuk komponen EMDP pada Standby Hydraulic System dengan mengacu pada AMM TASK 29-00-00-790-801.

Tabel 2: Batas Kebocoran Eksternal EMDP – AMM Table 602/29-00-00-993-804

Components	Normal Operation Limits	Dispatch Limit To Avoid Delay
1. B-Nuts, Tubing and Hoses	No leakage	No leakage
2. Quick Disconnect Fitting Seals	1 drop in 10 min.	1 drop in 10 min.
3. Static Seals MLG Shimmy Dampers	1 drop in 10 min. 1 drop in 10 min.	Operator decides 1 drop in 1 min.
4. Dynamic Seals A. Engine-Driven Pump B. Electric Motor- Driven Pump 1) ABEL/PARKER 2) Vickers (Eaton) 3) Vickers (Eaton) Standby Pump C. Power Transfer Unit D. Other dynamic seals when they stop, at any pressure E. Other dynamic seals when they move	30 drops in 1 min 1) 1 drops in 1 min. 2) 20 drops in 1 min. 3) 10 drops in 1 min. 10 drops in 1 min. 1 drop in 10 min. 1 drop each cycle	60 drops in 1 min. 1) 20 drops in 1 min. 2) 30 drops in 1 min. 3) 20 drops in 1 min. (Correct at the next maintenance opportunity) 20 drops in 1 min. 30 drops in 1 min. 1 drop each cycle
5. Landing gear brake assemblies	No leakage	See Main Landing Gear Brake Fast Check (Wheel Installed on the Airplant). TASK 32-41-41-700-802

Diketahui bahwa *leakage* yang terjadi pada EMDP mencapai lebih dari **100 tetes/menit** sedangkan *Normal Operation Limits* adalah **10 tetes/menit**. Dari hasil *external leakage check* laju tetesan pada EMDP Standby melebihi batas *Normal Operation Limit* yang ditetapkan Boeing. Kondisi ini membuktikan bahwa EMDP tidak lagi memenuhi standar kelaikan terbang dan wajib dilakukan penggantian unit baru.

3.3 Penggantian (Replacement) EMDP

Berdasarkan konfirmasi hasil *fault isolation procedure* dan pengukuran *external leakage*, dilaksanakan penggantian (*replacement*) komponen EMDP lama dengan unit baru sesuai AMM TASK 29-21-21 (*Standby Hydraulic System Electric Motor-Driven Pump (EMDP) – Removal/Installation*). Prosedur penggantian meliputi removal EMDP yang mengalami kegagalan dan *installation* unit EMDP baru berikut penggantian seluruh packing, reducer, dan drain plug sesuai spesifikasi Boeing. Seluruh nilai torsi pemasangan konektor hidraulik dan bonding listrik dipastikan sesuai ketentuan AMM. Pekerjaan ini didokumentasikan dalam work order yang relevan sebagai bagian dari rekam perawatan resmi pesawat PK-LJR.

3.4 Pengujian Pasca Replacement

Setelah penggantian EMDP baru selesai dilaksanakan, dilakukan pengujian fungsional untuk memastikan sistem kembali beroperasi dengan normal. Pengujian dilaksanakan dalam bentuk *Operational Check Rudder PCU* sesuai Work Order (WO) No. 190736 dengan Taskcard No. B789-29-230-00-01-IDN.

Pengujian meliputi pressurization sistem hidraulik standby, verifikasi tidak adanya indikasi *STANDBY HYD LOW QUANTITY* dan *LOW PRESSURE* pada panel kokpit, serta pengoperasian rudder secara bertahap untuk memastikan PCU merespons dengan normal tanpa indikasi anomali. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi

sesuai spesifikasi dan indikasi *Low Quantity* tidak muncul kembali, sehingga pesawat PK-LJR dinyatakan layak terbang (*airworthy*) setelah pelaksanaan C Check 04.

3.5 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan analisa data EMRO, temuan visual, dan pelaksanaan prosedur FIM 29-30 TASK 809, penyebab utama indikasi *Low Quantity* pada *Standby Hydraulic System* pesawat Boeing 737-800/900 PK-LJR adalah kegagalan pada komponen EMDP yang menghasilkan *external leakage* melebihi batas toleransi AMM Table 602.

Penanganan berupa penggantian unit EMDP baru sesuai AMM TASK 29-21-21 berhasil menyelesaikan permasalahan, yang dibuktikan melalui hasil *Operational Check Rudder PCU* (WO No. 190736, Task Card No. B789-29-230-00-01-IDN) di mana indikasi *STANDBY HYD LOW QUANTITY* tidak muncul kembali dan seluruh sistem berfungsi normal sesuai standar keselamatan penerbangan Boeing.

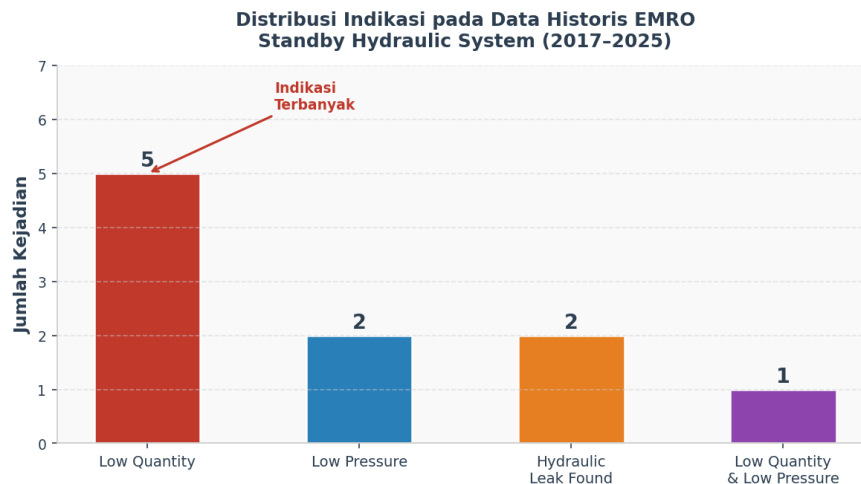
Berdasarkan penelusuran data historis Engineering Maintenance Record Order (EMRO) selama 10 (sepuluh) tahun terakhir pada pesawat Boeing 737-800/900 registrasi PK-LJR di PT Batam Aero Technic, ditemukan pola kejadian berulang berupa indikasi *Low Quantity* dan *Low Pressure* pada *Standby Hydraulic System*. Data historis tersebut dirangkum dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 3: Data Historis EMRO Standby Hydraulic System

No.	Tanggal	Registrasi	Tindakan	Keterangan
1	09 Agt 2017	9M-LNK	EMDP Replacement	Indikasi Low Quantity, EMDP diganti unit baru
2	21 Okt 2019	PK-LHH	EMDP Replacement	Indikasi Low Pressure, Replacement EMDP
3	24 Mei 2021	PK-LHP	EMDP Replacement	Indikasi Low Pressure, CB Pop Up ketika Operational Test
4	01 Mei 2019	PK-LKP	EMDP Replacement	Indikasi Low Quantity
5	11 Agt 2022	PK-LKQ	EMDP Replacement	Found Hydraulic Leak From Standby Hydraulic EMDP Fitting
6	14 Juni 2025	PK-LOH	EMDP Replacement	Found Hyd. Leak out of limit from Standby Hyd. Pump
7	12 Dec 2025	PK-LJR	EMDP Replacement	Indikasi Low Quantity, EMDP Standby pump leak
8	08 Dec 2025	PK-LFZ	EMDP Replacement	Indikasi Low Quantity light illuminate
9	13 Dec 2018	PK-LJZ	EMDP Replacement	Standby Pump Hyd Found Internal Leak, Low Pressure Illuminate
10	22 Agt 2019	PK-LFO	EMDP Replacement	Indikasi Low Quantity, Standby pump found leak

■ Baris berwarna kuning = pesawat yang menjadi subjek penelitian (PK-LJR)

Dari 10 (sepuluh) kejadian yang tercatat, seluruh tindakan yang dilakukan adalah *EMDP Replacement*. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh permasalahan pada *Standby Hydraulic System* berujung pada penggantian komponen EMDP sebagai solusi utama. Berdasarkan keterangan pada data historis, terdapat 3 (tiga) jenis indikasi yang ditemukan, yaitu indikasi *Low Quantity* (5 kejadian), indikasi *Low Pressure* (2 kejadian), dan temuan *hydraulic leak* secara langsung (2 kejadian), serta kombinasi keduanya (1 kejadian). Pola kegagalan yang konsisten ini mengindikasikan adanya *external/internal leakage pada EMDP*.



Gambar 6: Distribusi Jenis Indikasi pada Data Historis EMRO Standby Hydraulic System (2017–2025)

Berdasarkan Tabel 2, indikasi Low Quantity merupakan indikasi yang paling dominan dengan 5 (lima) kejadian dari total 10 (sepuluh) kejadian yang tercatat, atau sebesar 50% dari seluruh permasalahan. Indikasi Low Quantity terjadi ketika volume hydraulic fluid dalam reservoir Standby Hydraulic System turun di bawah 50 persen kapasitas akibat adanya leakage pada komponen sistem, khususnya pada EMDP. Berdasarkan data ini, tindakan yang dilakukan pada seluruh kejadian adalah EMDP Replacement, mengkonfirmasi bahwa penggantian EMDP merupakan perbaikan yang tepat saat indikasi Low Quantity pada Standby Hydraulic System pesawat Boeing 737-800/900 terjadi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan selama C Check 04 pada pesawat Boeing 737-800/900 registrasi PK-LJR di PT Batam Aero Technic, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Pertama, penyebab utama terjadinya indikasi *Low Quantity* pada *Standby Hydraulic System* pesawat Boeing 737-800/900 PK-LJR adalah kegagalan pada EMDP yang mengakibatkan external leakage melebihi batas toleransi yang ditetapkan Boeing dalam AMM Table 602. Hal ini dibuktikan melalui hasil *external leakage check* yang dilaksanakan sesuai AMM TASK 29-00-00-790-801 pada pelaksanaan C Check 04.

Kedua, proses identifikasi penyebab indikasi *Low Quantity* dilaksanakan secara sistematis mengacu pada prosedur FIM 29-30 TASK 809 (*STANDBY HYD LOW QUANTITY Light On – Fault Isolation*). Dari 4 (empat) *Possible Causes* yang tercantum dalam FIM, penyebab pertama yaitu *hydraulic leakage* pada *Standby Hydraulic System* terkonfirmasi melalui langkah *Fault Isolation Procedure*, di mana laju tetesan pada EMDP Standby melebihi batas *Normal Operation Limit* yang ditetapkan Boeing. penanganan yang dilakukan berupa penggantian unit EMDP baru sesuai AMM TASK 29-21-21 berhasil menyelesaikan permasalahan. Hal ini dibuktikan melalui hasil *Operational Check Rudder PCU* sesuai Work Order (WO) No. 190736, Task Card No. B789-29-230-00-01-IDN, di mana indikasi *STANDBY HYD LOW QUANTITY* tidak muncul kembali, sistem berfungsi normal, dan pesawat PK-LJR dinyatakan layak terbang (*airworthy*) setelah pelaksanaan C Check 04 di PT Batam Aero Technic.

Ketiga, berdasarkan data historis EMRO selama 10 (sepuluh) tahun terakhir, ditemukan 10 kejadian serupa pada berbagai pesawat Boeing 737-800/900 di PT Batam Aero Technic dengan indikasi *Low Quantity* sebagai indikasi paling dominan (5 dari 10 kejadian atau 50%), dan seluruh tindakan penanganan yang dilakukan adalah *EMDP Replacement*. Pola kegagalan yang konsisten ini mengkonfirmasi bahwa penggantian EMDP merupakan tindakan yang tepat dan efektif dalam menyelesaikan permasalahan indikasi *Low Quantity* pada *Standby Hydraulic System*

pesawat Boeing 737-800/900.

5. Daftar Pustaka

- [1] BOEING, “*AMM-SDS (Aircraft Maintenance Manual-System Description Section) ATA Chapter 29 Hydraulic System*”, Batam Aero Technic.
- [2] BOEING, “*AMM (Aircraft Maintenance Manual) ATA Chapter 29 Hydraulic System*”, Batam Aero Technic.
- [3] BOEING, “*FIM (Fault Isolation Manual) ATA Chapter 29 Hydraulic System*”, Batam Aero Technic.
- [4] Jani, D. B., Ashish, S., Aditya, S., Yash, S., Bishambhar, S., Nikhil, S., & Manmohan, S. (2019). *An overview of hydraulic systems in aircraft*. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), 9(1), 71–76.
- [5] Norwegian Safety Investigation Authority (NSIA), “Serious Incident Investigation: KLM Boeing 737-800 PH-BXM, Oslo Torp Sandefjord Airport, 28 December 2024”, NSIA Report No. 24-922, 2025. Tersedia: <https://nsia.no/Aviation/Investigations/24-922>
- [6] National Transportation Safety Board (NTSB), “Preliminary Report: Alaska Airlines Boeing 737-790, N614AS, Los Angeles International Airport, October 19, 2006”, NTSB, Washington D.C., 2006.
- [7] Federal Aviation Administration (FAA), “Lessons Learned from Transport Airplane Accidents: Boeing 737 Hydraulic System”, FAA Transport Airplane Directorate. Tersedia: https://www.faa.gov/lessons_learned/transport_airplane/accidents/N513AU
- [8] Reveley, M. S. & Briggs, J. L., “Survey and Analysis of Civil Aviation Accidents and Incidents Attributed to System/Component Failure or Malfunction”, NASA Glenn Research Center, NASA/TM-2010-216261, Cleveland, Ohio, 2010.
- [9] National Transportation Safety Board (NTSB), “Aircraft Accident Report: USAir Flight 427, Boeing 737-300, AAR-99/01”, NTSB, Washington D.C., 1999.