

Analisis Kegagalan *Thrust Reverser* Pada Pesawat *Boeing 737-800*

Alya Dignitya^{1*}, Dian Saputra², dan Rudi Gunawan³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin-Konsentrasi Perawatan Rangka dan Mesin Pesawat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³PT. GMF AeroAsia Tbk., Jl. GMF AeroAsia, Panjang, Benda, Kota Tangerang, Banten 15126

Abstrak

Thrust reverser merupakan sebuah sistem yang dapat membalikan arah engine thrust dari engine fan air exhaust ke depan. Salah satu fungsi dari thrust reverser adalah membantu pesawat dalam pengereman. Akhir-akhir ini terdapat beberapa laporan dari pilot mengenai kegagalan sistem thrust reverser terutama pada pesawat Boeing 737-800. Berdasarkan data yang diperoleh dari Aircraft Maintenance Log Book (AML) pada tanggal 2 Januari 2018 - 30 April 2019, terjadi 188 laporan kegagalan sistem pada thrust reverser B737-800. Jenis kegagalan terbanyak adalah intermittent fault. Metode yang digunakan dengan melakukan observasi, analisis data dan studi literatur. Analisis data menggunakan diagram fishbone untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya kegagalan pada thrust reverser. Sehingga mempermudah teknisi/engineer untuk melakukan perawatan yang tepat. Semua prosedur perawatan harus sesuai dengan fault isolation manual (FIM) dan aircraft maintenance manual (AMM) B737-800 ATA 78. Berdasarkan hasil penelitian, intermittent fault disebabkan oleh memori fault yang tersimpan pada Engine Accessory Unit (EAU). Sehingga memungkinkan EAU masih mendeteksi kegagalan sebelumnya yang membuat REVERSE light menyala. Oleh karena itu, perlu dilakukan fault reset pada EAU ketika REVERSE light menyala, agar memori pada EAU terhapus.

Kata kunci: thrust reverser, fishbone, intermittent fault, Aircraft Maintenance Log Book (AML).

Abstract

Thrust reverser is a system controls direction of engine fan air exhaust for forward and reverse thrust. One of the purpose of thrust reverser is to aid in braking. Lately there have been several pilot reports regarding the failure of thrust reverser system especially on Boeing 737-800 aircraft. Based on data obtained from Aircraft Maintenance Log Book (AML) from 2 January 2018 to 30 April 2019, there are 188 failure reports of thrust reverser B737-800 system. The most failure occurs is intermittent fault. The method used by observing, analyzing data and study of literature. Data analysis using fishbone diagram to identify the cause of failure in thrust reverser. Making it easier for technician/engineer to perform a proper maintenance. All maintenance procedure must be according to fault isolation manual (FIM) and aircraft maintenance manual (AMM) b737-800 ATA 78. Based on result, intermittent fault occurs due to fault memory which stored in Engine Accessory Unit (EAU). It's possible that EAU still detects previous failure which make REVERSE light on. Therefore, it's necessary to do fault reset on EAU when REVERSE light on, so that memory in EAU are erased.

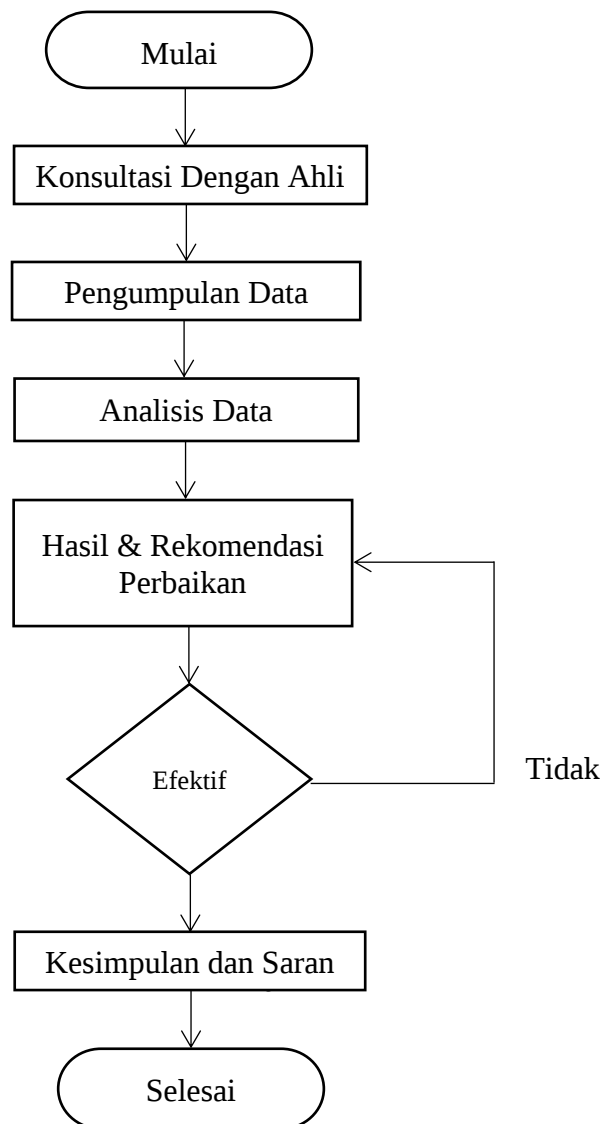
Keywords: thrust reverser, fishbone, intermittent fault, Aircraft Maintenance Log Book (AML).

* Corresponding author E-mail address: adignitya@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Thrust reverser merupakan sebuah sistem yang dapat membalikan arah *engine thrust* dari *engine fan air exhaust* ke depan. Aksi ini dapat menyebabkan berkurangnya kecepatan pesawat. .Akhir-akhir ini terdapat beberapa laporan dari pilot mengenai kegagalan sistem *thrust reverser* terutama pada pada pesawat Boeing 737-800. Banyaknya kegagalan pada sistem ini membuat sistem pengereman pesawat menjadi terganggu dan dapat membahayakan penumpang dan kru pesawat terutama pada landasan basah atau landasan pendek. Agar sistem kembali bekerja dengan baik, diperlukan evaluasi dari kegagalan sistem *thrust reverser* sehingga dapat diterapkan *maintenance* yang tepat dan menghasilkan pesawat yang *airworthy* (kelaikan terbang). Dapat menentukan penyebab terjadinya kegagalan pada sistem *thrust reverser*. Dapat melakukan perbaikan pada sistem *thrust reverser* B737-800.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Uraian Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian, tahap pertama yaitu melakukan konsultasi dengan salah satu *engineer* yang ahli dalam sistem *engine* khususnya *thrust reverser* B373-800, lalu disertai pengumpulan

dan analisis data. Kemudian diakhiri dengan kesimpulan dan saran. Penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Konsultasi Dengan Ahli. Melakukan konsultasi dengan *engineer* PT. GMF Aero Asia mengenai kegagalan sistem yang sering terjadi di lapangan. Terdapat rekomendasi berupa sistem *thrust reverser* B737-800.
2. Pengumpulan Data meliputi:
 - Observasi, mendapatkan data lapangan berupa laporan kegagalan sistem *thrust reverser* B737-800.
 - Wawancara, melakukan wawancara dengan *engineer* PT. GMF Aero Asia yang ahli dalam sistem *engine* khususnya *thrust reverser* B737-800 untuk memahami prinsip kerja dan mengolah data yang telah didapat.
 - Studi literatur didapat oleh buku, internet serta manual yang berhubungan dengan sistem *thrust reverser* B737-800.
3. Analisis Data
Mengelompokkan data yang telah didapat sehingga dapat mengetahui kegagalan sistem yang sering terjadi. Menyelesaikan kegagalan sistem berdasarkan manual sehingga dapat melakukan perbaikan yang tepat. Analisis data menggunakan diagram *fishbone*.
4. Kesimpulan dan Saran
Kesimpulan diperoleh dari hasil analisis yang didasarkan pada tujuan dan pokok permasalahan, sehingga dapat diperoleh saran yang bertujuan untuk mempermudah saat melakukan perbaikan.

3. HASIL PEMBAHASAN

Data Hasil Laporan Pilot pada Thrust Reverser B737-800

Pada tanggal 2 Januari 2018 - 30 April 2019, terjadi 188 laporan kegagalan sistem pada *thrust reverser* B737-800. Berikut adalah *maintenance message* terbanyak yang muncul setelah melakukan *bite test* pada EAU. Data ini diperoleh dari *Aircraft Maintenance Log Book* (AML).

Tabel 1. *Maintenance Message* pada Thrust Reverser B737-800 [1]

<i>Maintenance Message</i>	Jumlah
<i>No Fault Detected</i>	54
<i>Stow Fault Light Illuminate</i>	28
<i>Deploy Fault Light Illuminate</i>	21
<i>EAU/TR DPLOY-ENG 1 (V148 + V150) L and R SLEEVE SYNC LOCK PWR messages</i>	10
<i>EAU/TR DPLOY-ENG 2 (V148 + V150) L and R SLEEVE SYNC LOCK PWR Messages</i>	7
<i>EAU/TR DPLOY-ENG 1 (S833) HYD ISO VALVE SENSOR</i>	6
<i>FINDING</i>	5
<i>EAU/TR STOW-ENG 2 (S835) L SLEEVE LOCK SENSOR</i>	5

Dibawah ini adalah jenis perbaikan yang dilakukan oleh teknisi/*engineer* pada *thrust reverser* B737-800.

Tabel 2. Perbaikan pada Thrust Reverser B737-800 [1]

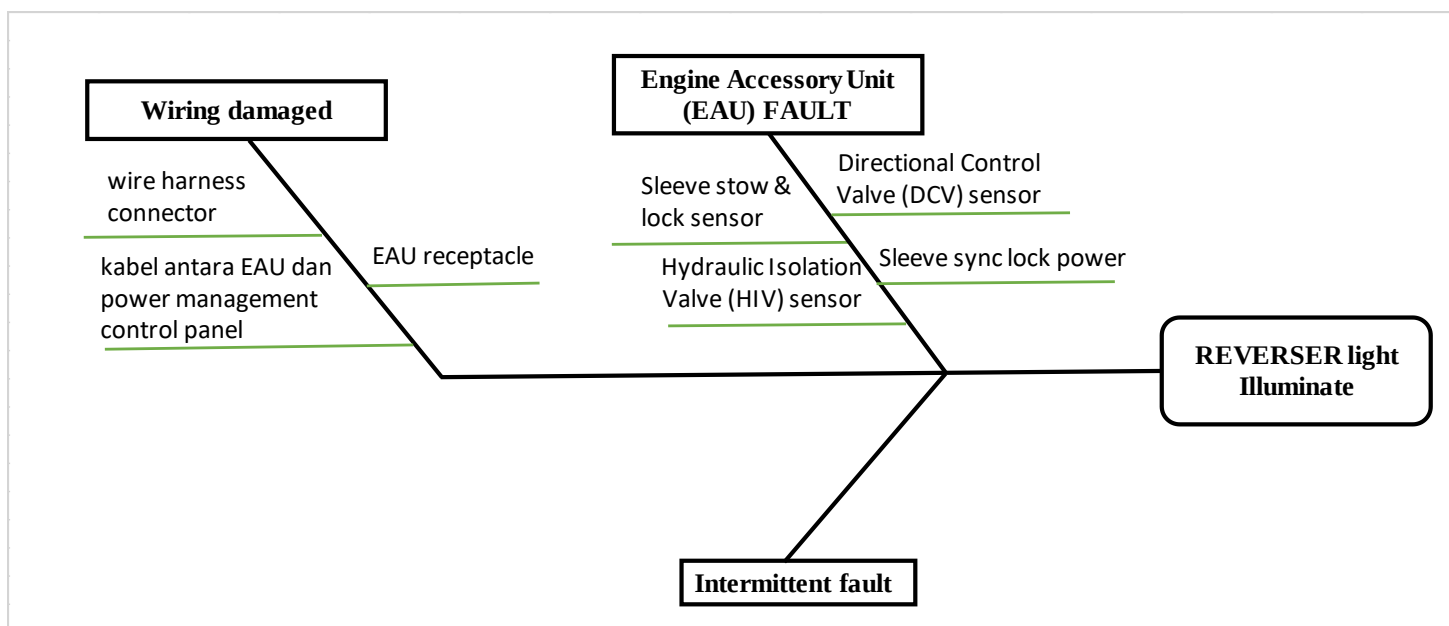
Perbaikan	Jumlah
<i>Bite test – Reset EAU</i>	182
<i>Bite test – Clean connector and lubricated T/R mechanism</i>	1
<i>Replace connector of control module</i>	1
<i>Replace plate nut</i>	1
<i>Replace hydraulic fuse</i>	1

Replace opening actuator	1
Install Krueger bump	1

Dari tabel diatas, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. *Maintenance message* yang sering muncul dalam kurun waktu 1 tahun adalah “No Fault Detected”. Dapat dikatakan bahwa EAU tidak mendeteksi adanya kerusakan nyata pada sistem *thrust reverser*.
2. Perbaikan yang paling sering dilakukan pada *thrust reverser* adalah dengan melakukan *bite test* dan reset pada EAU. Setelah melakukan perbaikan tersebut, *maintenance message* tidak muncul kembali/sama sekali tidak muncul. Maka dapat dikatakan bahwa EAU tidak mendeteksi adanya kerusakan dan terdapat *intermittent fault*.
3. Karena *intermittent fault* sering terjadi, perlu diketahui penyebab dan perbaikan yang tepat agar kejadian tersebut tidak berulang.

Analisis Penyebab Reverser Light Illuminate



Gambar 2. Fishbone Diagram

Berdasarkan *fishbone* diagram diatas, terdapat 3 faktor penyebab *REVERSER light illuminate* yaitu:

4. *Engine Accessory Unit (EAU) fault*
EAU memonitor input dari *sleeve stow and lock sensor*, posisi *Hydraulic Isolation Valve (HIV)* dan *Directional Control Valve (DCV)* serta tegangan *sleeve sync lock power* [2]. *Sleeve stow and lock sensor* memberikan indikasi pada EAU bahwa *thrust reverser* dalam keadaan *stow* dan terkunci. HIV mengatur aliran hidrolis yang menuju rod (*stow*) *side sleeve actuator*, sedangkan DCV mengatur aliran hidrolis yang menuju *head (deploy) side sleeve actuator*. *Sync lock* berfungsi untuk mengunci *sync shaft* agar mencegah *thrust reverser deploy* tanpa adanya perintah. Jika empat faktor tersebut mengalami gangguan atau kerusakan, maka akan menyebabkan *REVERSER light* menyala
5. Kerusakan pada kabel
Terdapat kerusakan pada *wire harness connector* dan *EAU receptacle*. Resistansi dan kontinuitas kabel antara EAU dan *power management control panel* buruk, sehingga kabel tidak tersambung dengan baik. Hal ini dapat menyebabkan korslet pada kabel sehingga membuat *REVERSER light* menyala.
6. *Intermittent fault*
Tidak terdeteksi kegagalan pada sistem, tetapi *REVERSER light* menyala. Kegagalan ini dapat berulang dan harus dipastikan bahwa *thrust reverser* beroperasi dengan baik tanpa adanya indikasi.

Penyelesaian Kasus Kegagalan Sistem pada *Thrust Reverser* B737-800

Dari banyaknya laporan tentang *intermittent fault*, maka akan dibahas penyelesaian kasus agar *thrust reverser* beroperasi dengan baik tanpa adanya indikasi. Untuk mengetahui jenis kegagalan yang terjadi, maka teknisi/engineer dapat melihat pada *control display unit* (CDU) untuk mendapatkan *fault code*. Menurut data yang didapat, semua kasus *intermittent fault* menggunakan *fault code* 78002051. Setelah mendapatkan *fault code*, buka *Fault Isolation Manual* (FIM) untuk melihat *fault code index*, kemudian sesuaikan *fault code* yang sudah didapat sebelumnya dengan *fault code index*. Setelah melakukan langkah tersebut maka seorang teknisi/engineer akan mengetahui *fault description* dan FIM TASK yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah. FIM yang didapat adalah 78-34 TASK 801.

Tabel 3. *Fault Code Index* [3]

FAULT CODE	FAULT DESCRIPTION	GO TO FIM TASK
780 020 51	REVERSER light: light ON, Thrust Reverser operates normally - engine 1.	78-34 TASK 801

Pada FIM 78-34 TASK 801, jenis kegagalan yang terjadi adalah *REVERSER light* menyala saat posisi *stow* tetapi *thrust reverser* beroperasi normal. Kemungkinan penyebab yang terjadi adalah:

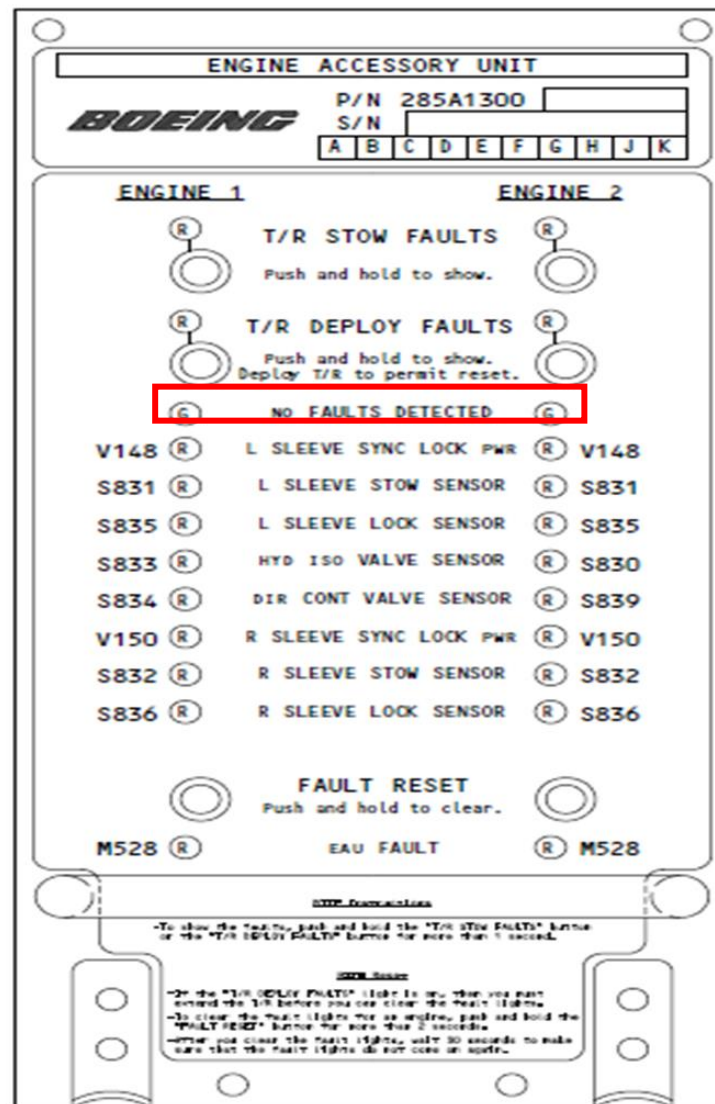
1. Kegagalan pada *Engine Accessory Unit* (EAU), M528.
2. Kabel antara *REVERSER light* dan EAU yang terhubung ke *ground* mengalami korslet.
3. Sebelum melakukan perbaikan, periksa terlebih dahulu *REVERSER light* apakah menyala atau tidak. Gambar 3 menunjukkan *REVERSER light* yang terletak di P5 overhead panel di *flight compartment*.



Gambar 3. *REVERSER light* pada P5 Overhead Panel

Pada kasus ini *REVERSER light* menyala, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *fault isolation procedure* berikut:

1. Melakukan EAU *BITE procedure*. Setelah dilakukan *bite test*, lampu *NO FAULT DETECTED* pada EAU menyala. Dapat dikatakan bahwa *maintenance message* tidak muncul dan EAU tidak mendeteksi adanya kerusakan nyata pada *thrust reverser*. Gambar 4 menunjukkan lampu *NO FAULT DETECTED* pada EAU.



Gambar 4. Lampu no fault detected pada Engine Accessory Unit (EAU) [3]

2. Open circuit breaker ENGINE 1 THRUST REVERSER IND dan pasang safety tag.
3. Melakukan pemeriksaan pada EAU. Memastikan kabel antara EAU dan REVERSER light tidak mengalami korslet.
4. Melakukan pengecekan pada konektor plug power management control panel dan konektor plug EAU M528. Konektor dalam kondisi baik. Tidak ada kabel yang putus.

Langkah terakhir adalah melakukan *repair confirmation* yang bertujuan untuk memastikan bahwa kegagalan yang terjadi sudah hilang dengan melakukan:

1. Melepas safety tags dan close circuit breaker ENGINE 1 THRUST REVERSER IND.
2. Melakukan EAU bite test untuk memastikan indikasi kegagalan sudah hilang. Lampu NO FAULT DETECTED menyala pada EAU.
3. Memastikan REVERSER light mati. REVERSER light dalam keadaan mati.

Setelah melakukan proses perbaikan menurut FIM diatas, langkah selanjutnya adalah melakukan *operational test* pada sistem thrust reverser yang berpedoman pada *aircraft maintenance manual* (AMM) ATA 78-31-00 page 501 [2]. Task ini dilakukan untuk memastikan agar thrust reverser beroperasi dengan tidak timbulnya indikasi yang lain.

Lakukan persiapan sebelum melakukan *operational test*. Tidak diperbolehkan mengoperasikan thrust reverser apabila electrical power mengalami gangguan karena akan merusak sync locks. Berikut adalah langkah-langkah persiapan sebelum melakukan *operational test*:

1. Jangan mengoperasikan thrust reverser jika electrical power mengalami gangguan.

2. Pastikan *thrust reverser engine 1* tertutup dan terkunci. *Thrust reverser engine 1* tertutup dan terkunci.
3. Open circuit breaker *ENGINE 1 IGNITION RIGHT, ENGINE 1 STDBY IGN, ENGINE 1 IGNITION LEFT, ENGINE 1 START VALVE*, dan *FLIGHT CONTROL AUTO SPEED BRAKE*, lalu pasang *safety tags*.
4. Untuk *engine 1*, ubah posisi *ENGINE START switch* pada *forward overhead p5 panel* menjadi posisi *CONT*.
5. Catatan: Hal ini memberikan *power* kepada *EEC* yang untuk sistem *interlock* dan indikasi *REV light*.
6. Pastikan *start lever engine 1* pada posisi *CUTOFF*. *Start lever engine 1* pada posisi *CUTOFF*.
7. Pastikan *thrust lever engine 1* pada posisi *idle*. *Thrust lever engine 1* pada posisi *idle*.
8. Pastikan *reverse thrust lever engine 1* pada posisi *stow*. *Reverse thrust lever engine 1* pada posisi *stow*.
9. Pastikan tekanan pada *hydraulic system A* tersedia. Tekanan pada *hydraulic system A* tersedia.
10. Pastikan *REVERSER light* pada *aft overhead panel p5* mati. *REVERSER light* dalam keadaan mati.
11. Reset *MASTER CAUTION light*.

Setelah melakukan persiapan diatas, maka saatnya melakukan *operational test* pada *thrust reverser*. Pastikan pekerja lain dan alat kerja jauh dari area sekitar *thrust reverser* saat *operational test* dilakukan, karena dapat menyebabkan cedera dan kerusakan pada alat kerja [2]. Langkah *operational test* adalah sebagai berikut:

1. Menggerakkan *reverse thrust lever engine 1* menjadi posisi *deploy*. *Thrust reverser sleeves* bergerak pada posisi *full deploy*. *REV light* pada *p2 panel* berwarna *amber* saat *thrust reverser sleeve* dalam keadaan *transit*, dan berwarna *hijau* saat *thrust reverser full deploy*. *REVERSER light* pada *aft overhead p5 panel* mati.
2. Catatan: *REVERSER light* pada *aft overhead p5 panel* dapat menyala sesaat. Indikasi ini menyatakan bahwa kabel antara *EAU* dan *REVERSER light* dalam kondisi baik.
3. Menunggu sekitar 10 detik sebelum menggerakkan *reverse thrust lever engine 1* menjadi posisi *stow*.
4. Menggerakkan *reverse thrust lever engine 1* menjadi posisi *stow*. *REV light* berwarna *amber* saat *thrust reverser sleeve* dalam keadaan *transit*. *REV light* mati saat *thrust reverser sleeve* dalam keadaan *stow*. *Thrust reverser sleeve* bergerak *full stow*.
5. Catatan: *REVERSER light* pada *aft overhead p5 panel* dapat menyala sesaat. Indikasi ini menyatakan bahwa kabel antara *EAU* dan *REVERSER light* dalam kondisi baik.
6. Memastikan tidak adanya kebocoran hidrolik disekitar area *thrust reverser*. Setelah dilakukan pemeriksaan, ditemukan kebocoran disekitar area *thrust reverser*.

Dapat disimpulkan dari hasil *operational test* diatas bahwa *thrust reverser* beroperasi dengan baik. Jika *operational test* sudah dilakukan, maka langkah terakhir adalah mengatur pesawat seperti keadaan awal. Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan:

1. Matikan *ENGINE START switch*.
2. Close circuit breakers *ENGINE 1 IGNITION RIGHT, ENGINE 1 STDBY IGN, ENGINE 1 IGNITION LEFT, ENGINE 1 START VALVE*, dan *FLIGHT CONTROL AUTO SPEED BRAKE* lalu lepas *safety tags*.

Perlu diketahui bahwa prosedur perbaikan diatas mengacu pada *engine 1* (kiri). Untuk *engine 2* (kanan), prosedur perbaikan tetap sama. Hanya saja, *reverse thrust lever, circuit breaker*, dan *switch* harus sesuai dengan *engine* yang digunakan.

Penyebab Terjadinya Kegagalan Sistem pada *Thrust Reverser B737-800*

Berdasarkan analisis yang penulis lakukan, penulis menyimpulkan bahwa *intermittent fault* disebabkan oleh memori *fault* yang tersimpan pada *EAU*. Mengingat bahwa *EAU* hanya dapat menyimpan 5 data *fault deploy* dan *stow* terakhir pada *thrust reverser* [2]. Sehingga memungkinkan *EAU* masih mendeteksi kegagalan sebelumnya yang membuat *REVERSER light* menyala. Oleh karena itu, langkah pertama dengan melakukan *fault reset* pada *EAU* ketika *REVERSER light* menyala agar memori pada *EAU* terhapus.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kegagalan sistem *thrust reverser* pada pesawat *B737-800* diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyebab terjadinya kegagalan sistem *thrust reverser* adalah *intermittent fault*. Jika hal ini terjadi, seorang teknisi/engineer harus memastikan bahwa kegagalan sudah hilang dan *thrust reverser* beroperasi dengan baik tanpa timbul indikasi yang lain.

2. Intermittent fault disebabkan oleh memori fault yang tersimpan pada EAU. Sehingga memungkinkan EAU masih mendeteksi kegagalan sebelumnya yang membuat REVERSER light menyala.
3. Untuk mengetahui penyebab kegagalan thrust reverser, lakukan bite test dan pemeriksaan kabel pada Engine Accessory Unit (EAU). Pastikan kabel dan konektor dalam kondisi baik.
4. Melakukan tindakan perbaikan dengan melakukan operational test pada thrust reverser. Memastikan thrust reverser beroperasi dengan baik.
5. Semua langkah perawatan thrust reverser harus sesuai dengan aircraft maintenance manual (AMM) dan fault isolation manual (FIM) B737-800 ATA 78.

DAFTAR PUSTAKA

1. PT. Garuda Maintenance Facility AeroAsia, Aircraft Maintenance Log Book (AML) periode 2 Januari 2018 - 30 April 2019.
2. The Boeing Company, *Aircraft Maintenance Manual (AMM) B737-800* Chapter 78 Exhaust; 2017.
3. The Boeing Company, *Fault Isolation Manual (FIM) B737-800* Chapter 78 Exhaust; 2016.