

Studi Kasus Penyebab Engine Bleed Trip Off Light Illuminate Pada Pesawat BOEING 737-800/900ER

Muhammad Aji Kurniawan, Ir. Lalu Giat Juangsa Putra, S.T., M.T. and Mufti Fathonah Muvariz, S.T., M.Eng.

Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik Mesin
Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia
Kunajiero2608@gmail.com

Abstrak

Pesawat *Boeing 737-800/900ER* adalah salah satu Pesawat komersil yang banyak digunakan oleh maskapai di dunia dengan berbagai sistem dan teknologi untuk memastikan keamanan dan kenyamanan penerbangan. Salah satu sistem penting dari Pesawat ini adalah *Engine Bleed System* yang berfungsi untuk memasok udara bertekanan ke *user systems* seperti *Engine Start Systems*, *Air Conditioning And Pressurization Systems*, *Engine Inlet cowl Anti-ice Systems*, *Water Tank Pressurization System*, *Inlet Gas System*, dan *Hydraulic Reservoir Pressurization System*. Latar belakang penelitian ini dikarenakan adanya kegagalan sistem dalam *Engine Bleed* yang menyebabkan *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* sehingga membuat tidak adanya udara bertekanan yang masuk ke *pneumatic manifold* untuk *user systems* yang dapat mengakibatkan pesawat kembali ke bandara asal sebelum ke bandara tujuan (*Return to Base*) saat terbang dan tujuan tugas akhir ini untuk menganalisis kegagalan pada sistem *Engine Bleed* pada pesawat Boeing 737-800/900ER yang mengakibatkan *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate*. Data dianalisis dengan menggunakan diagram *fishbone* untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate*. Pengumpulan data didapatkan dari server *maintenance record* (e-mro) PT. Batam Aero Technic dan metode observasi langsung dengan terlibat secara langsung dalam proses *trouble shooting*, diskusi di lapangan dan pergantian komponen. Tindakan pencegahan dilakukan dengan menjalankan pengerjaan *Work Order* sesuai dengan *Maintenance Program* sebagai usaha mendeteksi awal tanda-tanda kerusakan pada sistem.

Kata kunci: Bleed Trip Off Light Illuminate, Boeing 737-800/900ER

Abstract

The Boeing 737-800/900ER aircraft is one of the commercial aircraft that is widely used by airlines in the world with various systems and technologies to ensure flight safety and comfort. One of the important systems of this aircraft is the Engine Bleed System which functions to supply pressurized air to user systems such as the Engine start system, Airconditioning And Pressurization System, Engine Inlet Cowl Anti-ice System, Water Tank Pressurization System, Inlet Gas System, and Hydraulic Reservoir Pressure System. The background to this research is due to a system failure in the Engine Bleed which causes the Engine Bleed Trip Off Light Illuminate, resulting in no pressurized air entering the pneumatic manifold for the user systems which can result in the aircraft returning to the origin airport before it reaches the destination airport (Return to Base). while flying and the aim of this final assignment is to analyze failures in the Engine Bleed system on Boeing 737-800/900ER aircraft which result in the Engine Bleed Trip Off Light Illuminate. Data was analyzed using a fishbone diagram to show the factors that cause Engine Bleed Trip Off Light Illuminate. Data collection was obtained from PT's maintenance record (e-mro) server. Batam Aero Technic and direct observation methods by being directly involved in the trouble shooting process, field discussions and component replacement. Preventive action is taken by carrying out Work Orders in accordance with the Maintenance Program as an effort to detect early signs of damage to the system.

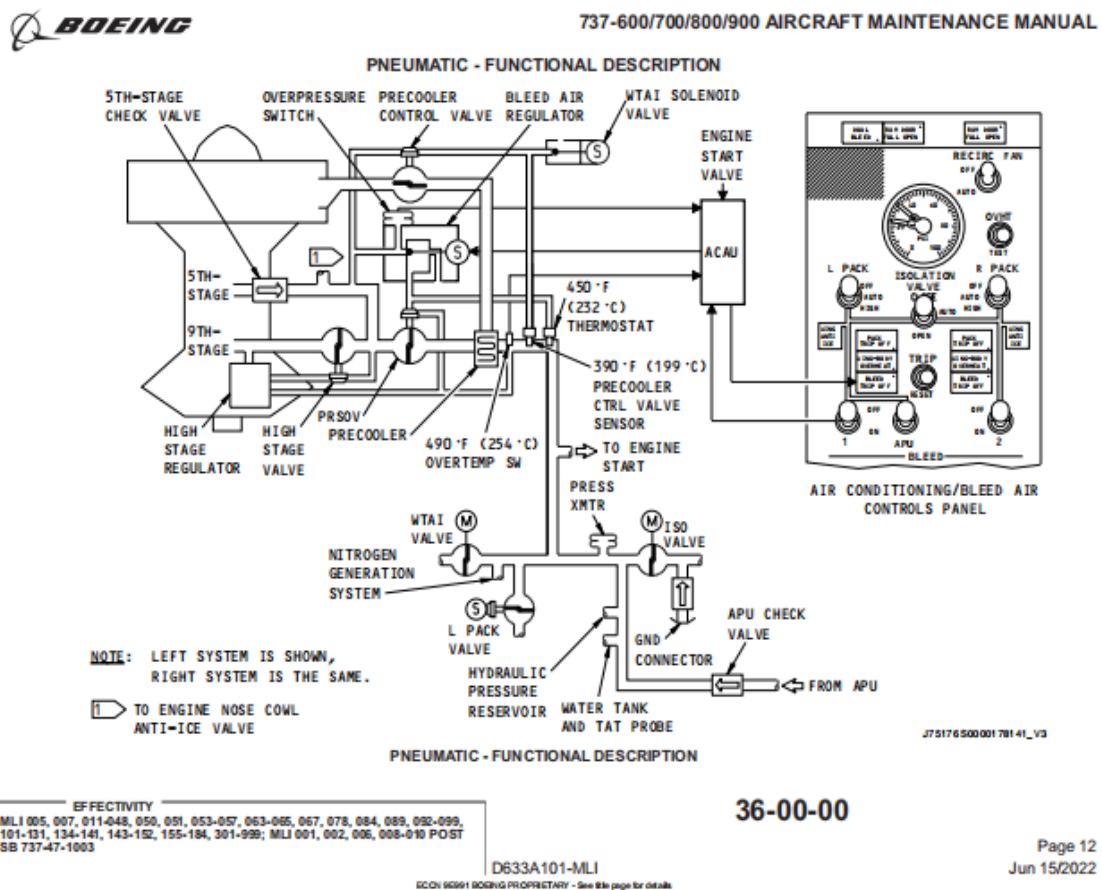
Keywords: Bleed Trip Off Light Illuminate, Boeing 737-800/900ER

1 Pendahuluan

Pesawat *Boeing 737-800/900ER* adalah pesawat penumpang komersil jarak dekat sampai menengah yang banyak digunakan oleh maskapai di dunia dengan berbagai sistem dan teknologi untuk memastikan keamanan dan kenyamanan penerbangan. Sistem pendukung yang sangat mempengaruhi dalam penerbangan seperti *Hydraulic System*, *Pneumatic System*, *Electrical System* dan *Fuel System*. Oleh karena itu, untuk mencapai keamanan yang tinggi dan kenyamanan dipastikan sistem pesawat berfungsi dengan baik.

Pneumatic System sangat mempengaruhi keamanan dan kenyamanan pada pesawat saat di darat maupun di udara dengan salah satu sumbernya dari *Engine Bleed System*. Sistem ini berfungsi untuk memasok udara bertekanan berasal dari *Engine* ke *user systems* seperti *Engine Start Systems*, *Air Conditioning and Pressurization Systems*, *Engine Inlet Cowl Anti-ice Systems*, *Water Tank Pressurization System*, *Inlet Gas System*, dan *Hydraulic Reservoir Pressurization System*.

Sistem dasar dari *Engine Bleed System* pada *Boeing 737-800/900ER* berasal *5th Stage High Pressure Compressor*, *9th Stage High Pressure Compressor*, serta *Engine Bleed Precooler System*. Komponen-komponen tersebut yang mengontrol tekanan dan temperature udara yang masuk ke *user systems*.



Gambar 1. Engine Bleed System
(Sumber : Aircraft Maintenance Manual Boeing B737 ATA 36)

Proses *Engine Bleed System* terjadi ketika tekanan udara rendah saat *Engine Idle* masuk ke *9th Stage High Pressure Compressor* diambil oleh *High Stage Regulator* untuk mengatur *High Stage valve* dengan nominal 32 psi. Jika tekanan udara cukup tinggi yang dihasilkan oleh *Engine* masuk ke *5th Stage High Pressure Compressor* menekan katup dari *Bleed Check Valve* langsung masuk ke *Engine Bleed System* dan mencegah terjadinya udara balik masuk ke *Engine*. Setelah melewati *Bleed Air Check Valve*, udara akan masuk ke *Bleed Air Regulator* untuk mengatur buka tutup dari katup *Pressure Regulator Shutoff Valve* dengan nominal 42 psi. *Precooler Control Valve* buka tutup katup diatur oleh *Precooler Control Valve Sensor 390°F* diantara *temperature 390°F-440°F* dengan tujuan untuk mengontrol udara agar tetap terjaga *temperaturnya*. Jika udara cenderung naik, maka *450°F Thermostat* akan bekerja dengan cara membuang udara yang menekan *Pressure Regulator Shutoff Valve* sehingga katup akan sedikit menutup agar tekanan berkurang dan *temperature* akan ikut turun. *490°F OverTemperature* bekerja jika *450°F Thermostat* tidak bekerja secara maksimal dengan *temperature (>450°F)* dengan cara memberikan sinyal ke ACAU dan ACAU akan mengatur solenoid pada *Bleed Air Regulator* menutup katup *Pressure Regulator Shutoff Valve* sehingga tidak ada udara yang masuk ke *Pneumatic Manifold* akibat terjadinya *overtemperature* pada *Bleed Air*. Hal ini akan memberikan indikasi *Bleed Trip Off Light Illuminate* pada *Air Conditioning/Bleed Air Control Panel* di *Cocpit*. *Bleed Trip Off Light Illuminate* juga bisa terjadi akibat kondisi *overpressure* yang membuat *Overpressure Switch* pada *Bleed Air Regulator* memberikan sinyal pada AACU dan mengontrol *Pressure Regulator Shutoff Valve* agar menutup katup mencegah udara masuk ke *Pneumatic Manifold*.

Permasalahan yang di analisis dalam penelitian ini adalah permasalahan yang sering terjadi pada pesawat Boeing 737-800/900ER yaitu kerusakan pada *Engine Bleed System* salah satunya muncul indikasi *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* sehingga membuat tidak adanya udara bertekanan yang masuk ke *pneumatic manifold* untuk *user systems* yang dapat mengakibatkan pesawat kembali ke bandara asal sebelum ke bandara tujuan (*Return to Base*) saat terbang.



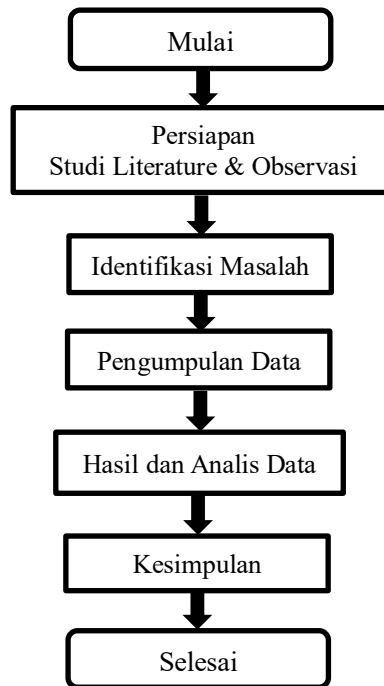
Gambar 2. Air Conditioning/Bleed Air Control Panel

(Sumber : <https://quizlet.com/3821495/737-air-systems-flash-cards/>)

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan indikasi *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* pada Boeing 737-800/900ER yang diakibatkan kerusakan atau kegagalan fungsi pada komponen. Batasan masalah pengumpulan data pada penelitian ini yaitu pada Juli 2023 s.d. Maret 2024 dan akan memfokuskan pada pembahasan yang berkaitan dengan kerusakan pada komponen.

2 Metodologi Penelitian

Tahapan dari metode yang digunakan dalam penelitian ini dituangkan dalam bentuk flowchart sebagai berikut :



Gambar 3. Flowchart Penelitian
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Tahap-tahap yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

a. Persiapan

✧ Studi Literature

Mengumpulkan dan mempelajari literatur terkait dengan permasalahan yang diteliti berdasarkan :

1. *Training Manual Boeing 737-6/7/8/900ER*

Materi yang digunakan untuk mempelajari cara kerja *Engine Bleed System* pada Pesawat B737-6/7/8/900ER.

2. *Aircraft Maintenance Manual (AMM)*

Berisi prosedur pengerjaan yang digunakan dalam perawatan dan perbaikan sebagai komponen yang terdapat dalam *Engine Bleed System*.

3. *Fault Isolation Manual (FIM)*

Dokumen Berisi langkah-langkah dalam melakukan troubleshooting yang terjadi di pesawat.

4. *Illustrated Part Catalog (IPC)*

Dokumen yang berisi gambar proyeksi letak komponen pesawat secara detail dan dilengkapi dengan *part number* nya.

5. *System Schematic Manual (SSM)*

Dokumen yang memberikan informasi rinci tentang diagram skematik sistem atau perangkat tertentu pada *Engine Bleed System*.

6. *Wiring Diagram Manual (WDM)*

Dokumen jalur aliran listrik pesawat yang memberikan panduan pengecekan jalur kabel serta yang semua berhubungan dengan kelistrikan pada *Engine Bleed System*.

7. *Engineering Information*

Berisi Tentang informasi dari engineering tim tentang adanya permasalahan tentang *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* dan informasi bagaimana penanganannya yang sebelumnya engineering sudah berkomunikasi dengan *Boeing fleet* atau *Manufacture*.

✧ Observasi

Melakukan observasi secara langsung untuk mengetahui permasalahan yang di hadapi, serta melakukan konsultasi kepada engineer atau teknisi yang ahli dalam faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* sekaligus untuk memperoleh cara penanganan dari masalah tersebut.

b. Identifikasi Masalah

Banyak kasus terjadinya *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* dalam kurun waktu 8 bulan terakhir tepatnya periode Juli 2023 s.d. Maret 2024. Tepatnya 16 kasus yang dilaporkan dan sebagian besar perbaikannya dilakukan dengan cara pergantian komponen *Precooler Control Valve Sensor 390°F* dan *450°F Thermostat*. Faktor penyebab kegagalan sistem ini harus diidentifikasi agar kedepannya jumlah laporan kegagalan dapat berkurang dan kegiatan operasional perusahaan tidak terganggu.

c. Pengumpulan Data

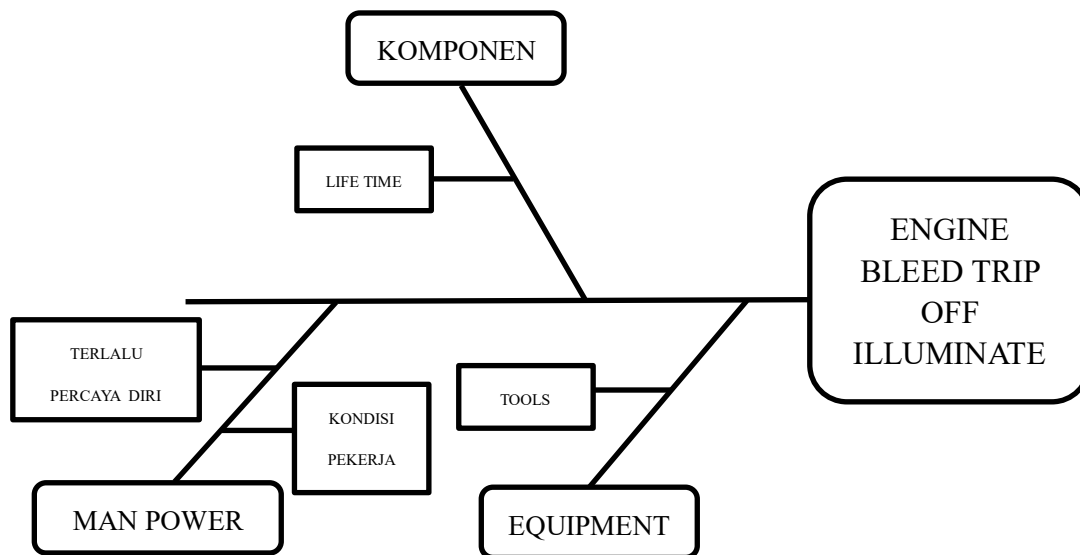
Data yang digunakan sebagai penunjang penelitian kasus ini didapatkan dari server maintenance record (e-mro) PT. Batam Aero Technic yang didalamnya tersimpan data riwayat kerusakan, riwayat *trouble shooting*, riwayat pergantian komponen yang dicatat dari laporan pilot maupun laporan engineer di lapangan terkait masalah terjadinya *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* pada pesawat *Boeing 737-800/900ER* sehingga dapat ditemukan faktor penyebabnya.

d. Hasil dan Analisa Data

Setelah pengumpulan data yang berhubungan dengan *Engine Bleed Trip Off Illuminate* pada pesawat *Boeing 737-800/900ER*, maka analisis dilakukan sesuai referensi *Aircraft Maintenance Manual (AMM)*, *Fault Isolation Manual (FIM)* dan *Illustrated Part Catalog (IPC)* mengenai pada pesawat *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* dengan metode diagram *fishbone*.

3 Analisis Data dan Pembahasan

Dimulai pada Juli 2023 s.d. Maret 2024 dari penelitian dan pengumpulan data terdapat 16 kasus terkait Engine *Bleed Trip Off Light Illuminate* yang dilaporkan terjadi pada beberapa pesawat *Boeing 737-800/900ER* yang dioperasikan oleh Lion Group. Dengan menganalisis data hasil pengecekan dan perbaikan pada sistem tersebut menggunakan diagram *fishbone* pada Gambar 4 dapat kita gali penyebab terjadinya *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* sebagai berikut :



Gambar 4. Diagram *Fishbone* terjadinya *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate*
(Sumber : Dokumen Pribadi)

- 1) **KOMPONEN**, Komponen yang terpasang pada *Engine Bleed System* memiliki *life time* (masa pakai) jika sudah mencapai batas maka kehandalan dan kinerja komponen akan mengalami penurunan sehingga dibutuhkan penjadwalan pergantian komponen demi menjaga *Engine Bleed System* tetap bekerja secara normal.
- 2) **EQUIPMENT**, Peralatan yang digunakan sebagai penunjang pekerjaan yang harus sesuai dengan standar *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) jika tidak akan berdampak buruk bagi komponen *Engine Bleed System*. Penggunaan peralatan yang belum dikalibrasi ulang juga dapat menyebabkan ketidakakuratan sehingga berdampak pada kerusakan komponen yang menyebabkan *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate*.
- 3) **MANPOWER**, Kurang telitinya personil ketika melakukan pemeriksaan atau kesalahan dalam proses pergantian komponen bisa menyebabkan *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate*. Banyaknya pekerjaan serta beban kerja yang terlalu berat dapat memberikan dampak buruk yakni berkurangnya fokus karena menurunnya kondisi personel dalam bekerja sehingga menyebabkan human eror.

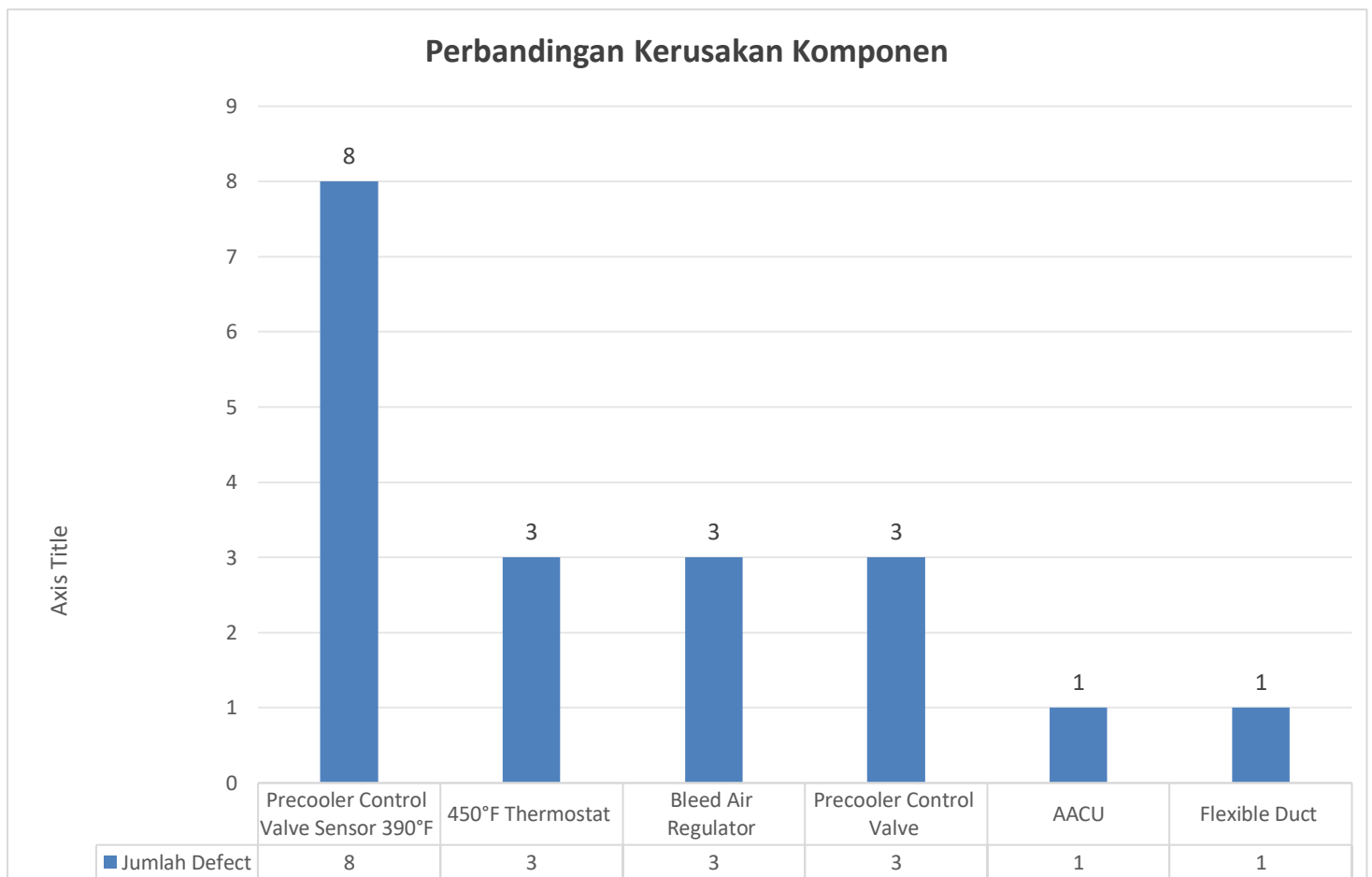
Berdasarkan diagram *fishbone* diatas dapat diketahui bahwa beberapa faktor penyebab terjadinya *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* diantaranya kerusakan komponen karena adanya penurunan performa seiring dengan pemakaian, pengaruh peralatan yang tidak sesuai dengan AMM dan belum dikalibrasi ulang yang digunakan oleh personil, serta beban pekerjaan yang terlalu banyak dapat mempengaruhi hasil kinerja personil kurang optimal.

Pengumpulan data diperoleh dari (e-mro) PT. Batam Aero Technic yang didalamnya terdapat riwayat serta informasi detail tentang *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* dengan tindakan penyelesaiannya. Berikut Tabel 1 adalah daftar laporan masalah berserta tindakan penyelesaiannya *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* pada *Boeing 737-800/900ER* yang dioperasikan oleh Lion Group dalam kurun waktu 9 bulan terakhir :

Tabel 1 : Tabel Data Bleed Trip Light Illuminate pada BOEING 737-800/900ER Lion Group

(Sumber : emro.batamaerotechnic.com)

NO	AC REG	REPORT DATE	DEFECT	SOLUTION
1	9M-LDK	07 Juli 2023	Bleed Trip Off Come On During Climb	Replace PCCV Sensor (390 F)
2	PK-LHU	27 Agustus 2023	L/h Bleed Trip Off Light Ill Once During Flight	Replace PCCV Sensor (390 F)
3	PK-BGR	29 Agustus 2023	Bleed Trip Off Light Illuminate During Cruising Engine 1	Replace PCCV Sensor (390 F) dan 450 F Thermostat
4	PK-LGS	11 September 2023	Bleed Trip Off Light Comes On During Idle Descent Engine 2	Replace BAR
5	PK-LJQ	20 November 2023	Bleed Trip Off Light Off Light Comes On During Climb Engine 2	Replace PCCV
6	9M-LCR	04 Desember 2023	Left Bleed Trip Off Light Illuminate	Replace BAR
7	HS-LUY	07 Januari 2024	Right Bleed Trip Off Light Illuminate	Replace PCCV Sensor (390 F)
8	PK-LKK	07 Januari 2024	Engine 2 Bleed Trip Off Light Come On	Replace PCCV Sensor (390 F)
9	PK-LDM	16 Januari 2024	Left Bleed Trip Off Light Illuminate	Replace PCCV Sensor (390 F) dan 450 F Thermostat
10	PK-LDM	02 Februari 2024	Bleed Trip Off Light Illuminate Engine 1	Replace Flexible Duct Control Pressure Sense Line
11	9M-LCM	09 Februari 2024	Engine 2 Bleed Trip Off Light Illuminate	Replace BAR
12	9M-LCM	14 Februari 2024	Right Bleed Trip Off Light Illuminate After Take Off	Replace PCCV Sensor (390 F) dan 450 F Thermostat
13	9M-LCM	21 Februari 2024	Right Bleed Trip Off Light Illuminate After Take Off	Replace AACU
14	PK-LGR	07 Maret 2024	Bleed Trip Off Light Comes On During Cruise Light Engine 1	Replace PCCV
15	PK-LSU	08 Maret 2024	Bleed Trip Off Light Comes On During Climb Engine 2	Replace PCCV Sensor (390 F)
16	PK-LHL	24 Marte 2024	Bleed Trip Off Light Comes On During Climb Engine 1	Replace PCCV



Gambar 5 : Diagram Perbandingan Jenis Defect Terhadap Jumlah Terjadinya Defect
(Sumber : emro.batamaerotechnic.com)

Berdasarkan data diatas pada Gambar 5, komponen yang paling banyak mengalami kerusakan adalah *Precooler Control Valve Sensor 390°F* dengan 8 kasus, *450°F Thermostat* (3 kasus), *Bleed Air Regulator* (3 kasus), *Precooler Control Valve* (3 kasus) dan yang paling sedikit adalah AACU (1 kasus) serta *Flexible Duct* (1 kasus). Kerusakan tersebut terjadi dikarenakan faktor umur yang sudah tua sehingga ada penurunan performa dalam komponen tersebut. Tindakan perbaikan saat terjadi *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* dengan melakukan *Engine Bleed Healthy System Check* dengan cara menggunakan *Spesial Tool* untuk mengecek komponen *Engine Bleed System* sebagai proses *Troubleshooting* yang nantinya menjadi referensi untuk menentukan bagian part yang sudah tidak bekerja dengan baik.

4 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dan analisa yang dilakukan penyebab terjadinya *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* pada pesawat *Boeing 737-800/900ER* yang di operasikan oleh Lion Group adalah kerusakan komponen dengan urutan kerusakan paling banyak terjadi pada *Precooler Control Valve Sensor 390°F* (8 kasus), *450°F Thermostat* (3 kasus), *Bleed Air Regulator* (3 kasus), *Precooler Control Valve* (3 kasus) dan yang paling sedikit adalah AACU (1 kasus) dan *Flexible Duct* (1 kasus). Kerusakan pada *Engine Bleed System* yang menyebabkan *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* karena usia komponen yang sudah tua yang mempengaruhi penurunan performa komponen, peralatan yang tidak sesuai AMM dan belum dikalibrasi, serta beban kerja dari personil sehingga mempengaruhi hasil kinerja yang kurang optimal . Tindakan pencegahan pada permasalahan *Engine Bleed Trip Off Light Illuminate* dengan melakukan pemeriksaan dan pergantian secara rutin dengan *Work Order* yang sesuai *Maintenance Program* dengan Peralatan standar yang sesuai dengan *Aircraft Maintenance Manual (AMM)*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lion Group Training Center, *Training Manual Boeing ATA Chapter 36, P n e u m a t i c S y s t e m*, 2024
- [2] Boeing 737-6/7/8/900ER, *Aircraft Maintenance Manual (AMM) ATA Chapter 36-00-00*, 2024
- [3] Boeing 737-6/7/8/900ER, *Fault Isolation Manual (FIM) ATA Chapter 36-10 TASK 809*, 2024
- [4] Boeing 737-6/7/8/900ER, *Illustrated Part Catalog (IPC) ATA Chapter 36-11-11*, 2024
- [5] Batam Aero Technic, "Batam Aero Technic E-MRO ". Diakses dari <https://emro.batamaerotechnic.com/emro/>, 2024