

PENGARUH *ENGINE BLEED TRIP* TERHADAP TINGKAT KEBUTUHAN PERGANTIAN KOMPONEN PADA PESAWAT B737-800

Muhammad Andi Nova^{1*}, Achmad Yudha Iradhat², James Siregar¹, Mohamad Alif Dzulfiqar¹, Nur Rafia Dija¹, Wowo Rossbandrio¹

¹ Program Studi Teknik Perawatan Pesawat Udara, Politeknik Negeri Batam

² Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

*Corresponding author: andinova@polibatam.ac.id

Article history

Received:

14-06-2024

Accepted:

24-06-2024

Published:

30-06-2024

Copyright © 2024
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Engine bleed trip merupakan indikasi bahwa ada suatu kegagalan pada *engine bleed system* dalam mengatur temperatur dan tekanan *bleed air*. Hal ini dapat mempengaruhi kerja sistem lainnya yang mengandalkan *output* dari *engine bleed system*, salah satunya sistem tekanan pada kabin. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui bagaimana tingkat persentase kebutuhan komponen utama pada *engine bleed system* yang diganti dalam menangani kasus *engine bleed trip*. Penelitian ini adalah penelitian komparatif yang bersifat *ex post facto* dengan metode pengumpulan data primer bersumber dari database perawatan pesawat dan wawancara. Hasil penelitian didapatkan bahwa dari total 52 kasus *bleed trip* yang terjadi selama 17 bulan maka persentase kebutuhan komponen utama yang perlu pergantian yaitu sensor *thermostat 390F* (42,3%), *precooler control valve* (19,2%), *pressure regulating shuttle valve* (11,5%), *bleed air regulator* (7,7%), dan sisanya merupakan komponen-komponen lainnya.

Kata Kunci: *engine bleed trip, bleed air, engine bleed system, precooler control valve*

Abstract

An engine bleed trip is an indication that there is a failure in the engine bleed system in regulating the temperature and pressure of the bleed air. This can affect the work of other systems that rely on the output of the engine bleed system, one of which is the cabin pressure system. The aim of this research is to find out the percentage level of the need for main components in the engine bleed system to be replaced in handling engine bleed trip cases. This research is an ex post-facto comparative research with primary data collection methods sourced from aircraft maintenance databases and interviews. The research results showed that from a total of 52 bleed trip cases that occurred during 17 months, the percentage of main components that needed to be replaced were the 390F thermostat sensor (42.3%), precooler control valve (19.2%), pressure regulating shuttle valve (11.5%), bleed air regulator (7.7%), and the rest are other components.

Keywords: *engine bleed trip, bleed air, engine bleed system, precooler control valve*

1.0 PENDAHULUAN

Pesawat terbang merupakan jenis transportasi udara yang biasanya dimanfaatkan oleh banyak orang untuk perjalanan agar menghemat waktu baik perjalanan jarak dekat atau jarak jauh [1] - [2]. Salah satu tipe pesawat saat ini yang banyak digunakan adalah pesawat jenis B737-800. Pesawat B737-800 dilengkapi berbagai macam teknologi dan sensor seperti pada pesawat sejenis pada umumnya sebagai pendeteksi kegagalan pada sistem. Semua komponen dalam pesawat harus dilakukan perawatan baik terjadwal dan tidak terjadwal

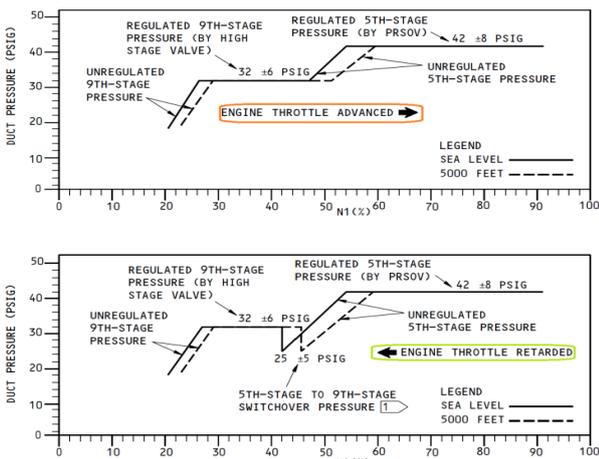
agar selalu dalam kondisi laik terbang dan terhindar dari resiko kecelakaan.

Kecelakaan pesawat tidak menutup kemungkinan dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya faktor manusia, lingkungan pengoperasian, serta teknologi pesawat terbang itu sendiri [3]. Khusus faktor teknologi pesawat dapat terjadi seperti kegagalan salah satu perangkat di pesawat seperti terjadi pada *engine bleed system* yang disebut *engine bleed trip*.

Engine bleed trip adalah indikasi terjadinya kegagalan pada *engine bleed system* dalam mengatur temperatur dan tekanan *bleed air*. Hal ini dapat

mempengaruhi kerja sistem lainnya yang mengandalkan output dari engine bleed system salah satunya yaitu sistem tekanan pada kabin. Apabila terjadi engine bleed trip maka sumber bleed air akan terhenti dan ini akan berdampak terhadap sistem tekanan kabin dalam pesawat karena tidak mampu mempertahankan tekanannya pada ketinggian diatas 8000 kaki. Kegagalan pada sistem bleed air tersebut sangat membahayakan penerbangan apalagi seperti pesawat jenis Boeing 737-800 yang biasanya terbang sampai di ketinggian 38.000 kaki.

Bleed air atau sering disebut dengan udara bertekanan merupakan salah satu sumber utama yang dibutuhkan dalam penerbangan khususnya jenis pesawat yang dikategorikan pressurize aircraft serta melakukan penerbangan di atas ketinggian 8000 kaki. Pada dasarnya Bleed air yang dihasilkan oleh engine adalah masih dalam kondisi tidak teratur, oleh karena itu maka dipasanglah sebuah sistem yang berperan untuk mengatur temperatur dan tekanan yang disebut engine bleed system. Engine bleed system mengontrol temperatur dan tekanan yang dihasilkan oleh engine dari high pressure compressor stage 5th dan 9th agar keluaran dari bleed air tidak lebih dari 50 psi dan tidak lebih dari 490 Fahrenheit.



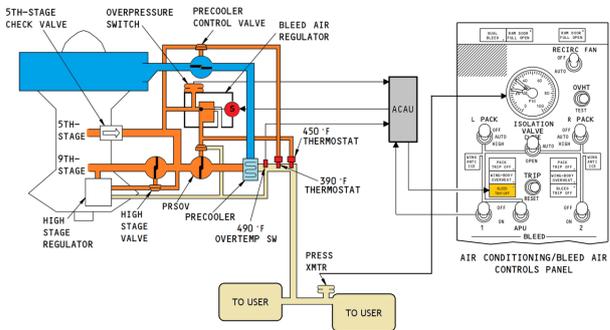
Gambar 1: Pengaruh putaran engine terhadap bleed press [4]

Jika dilihat pada gambar 1, bleed air yang dihasilkan oleh stage 5 dan 9 kemudian dimanfaatkan secara bergantian berdasarkan pada tinggi rendahnya putaran engine. Bleed air yang berasal dari stage 9 dikontrol oleh High Stage Regulator (HSR) dan High Stage Valve (HSV) pada saat kondisi putaran engine rendah. Sedangkan pada saat kondisi putaran engine tinggi maka bleed air diambil dari stage 5 dan dilindungi oleh sebuah check valve dengan tujuan untuk mencegah reverse flow atau aliran balik dari stage 9 masuk ke stage 5. Pada saat kondisi putaran engine rendah, bleed air dari stage 5 tidak mampu mensuplai bleed air yang diperlukan untuk sistem lain. Apabila Engine bleed system terjadi kegagalan maka akan terjadi engine bleed trip yang diindikasikan dengan lampu Bleed Trip menyala di overhead panel cockpit.

Pada gambar 2 dijelaskan bahwa bleed air dikontrol dan dialirkan oleh Bleed Air Regulator (BAR) dan Pressure Regulating Shuttle Valve (PRSOV) serta dijaga

temperaturnya oleh 450F thermostat ke bleed air manifold yang nantinya akan digunakan oleh sistem lainnya. Semua komponen di atas berfungsi untuk mengontrol tekanan udara dari engine bleed air agar stabil di antara 18-50 psi. Selanjutnya, untuk output temperatur dikontrol oleh engine bleed air precooler system yang terdiri dari beberapa komponen yaitu Precooler Control Valve (PCCV), precooler dan 390 F thermostat. Semua komponen ini berfungsi untuk mengatur agar output temperature tidak melebihi 450 F.

Terjadinya engine bleed trip merupakan indikasi bahwa hilangnya sumber bleed air dari engine dan ini menyebabkan sistem yang lain akan berdampak mengalami gangguan. Hal ini dapat mempengaruhi kemampuan pesawat, salah satunya untuk mempertahankan tekanan kabin di ruang kabin penumpang. Untuk melakukan perawatan atau perbaikan maka umumnya akan dilakukan pergantian komponen utama yang ada pada engine bleed system.



Gambar 2: Engine Bleed System Schematic [5]

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa ada beberapa komponen utama dari engine bleed system seperti: High Stage Regulator (HSR), High Stage Valve (HSV), Check Valve stage 5, Bleed Air Regulator (BAR), Pressure Regulating Shuttle Valve (PRSOV), Precooler Control Valve (PCCV), Precooler, 390 F thermostat, 450 F thermostat, 490 F overheat switch dan terakhir yaitu Air conditioning accessory unit (ACAU). Dalam perawatan komponen utama tersebut apabila kondisi diluar nilai toleransi yang dianjurkan harus segera dilakukan pergantian agar pesawat dapat memenuhi standar laik terbang.

Secara umum penelitian mengenai area engine bleed system sudah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu seperti [6]-[9]. Pada penelitian [6] membahas terkait kerusakan atau permasalahan yang terjadi pada bleed air di pesawat Airbus A330-300 yang disebabkan karena dampak sensing element terjadi kegagalan di zone 71HF. Pada referensi [7] dan [8] menguraikan bahwa bleed air regulator sering terjadi kerusakan yang umumnya kurasakan di diapagma. Penelitian [9] mengurai permasalahan terkait low pressure yang disebabkan karena faktor pergerakan butterfly plate yang tidak lancar akibat kerusakan pada ring set di piston. Sedangkan pada penelitian [10] membahas terkait precooler control valve overplay akibat dampak dari actuator linkage assy.

Berdasarkan penelitian-penelitian diatas bahwa banyak peneliti membahas tentang engine bleed system, tapi belum ada penelitian yang fokus membahas tentang

pengaruh kasus *bleed trip* terhadap tingkat kebutuhan pergantian komponen dalam melakukan perawatan pesawat jenis B737-800.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana tingkat persentase pergantian komponen utama *engine bleed system* dalam proses perbaikan terhadap permasalahan *engine bleed trip*. Tiap terjadinya kasus *engine bleed trip* maka kemungkinan ada suatu permasalahan pada komponen utama *engine bleed system*. Dalam industri penerbangan, identifikasi komponen bermasalah sangat penting dalam perawatan pesawat [11]. Komponen yang bermasalah harus segera dilakukan pergantian jika sudah diluar nilai toleransi.

2.0 METODE

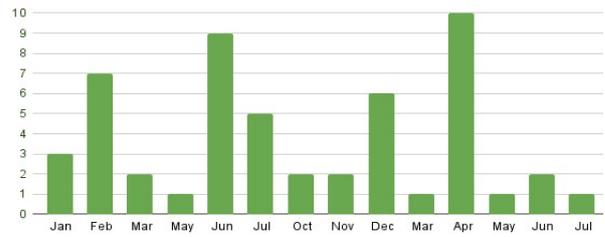
Penelitian ini adalah penelitian komparatif yang bersifat *expost facto* dengan metode pengumpulan data primer bersumber dari database perawatan pesawat di salah satu maskapai Bandara Soekarno Hatta Tangerang, Banten. Data yang diambil adalah data kasus kegagalan dalam sistem *bleed air* di pesawat yaitu *engine bleed trip* pada pesawat B737-800 yang dimiliki maskapai tersebut. Data dan informasi hasil wawancara dengan karyawan *engineer* perusahaan kemudian dianalisa untuk mengetahui dan memastikan jumlah komponen yang sering terjadinya *engine bleed trip* berdasarkan kejadian dilapangan. Dari rangkaian seluruh kegiatan yang dikumpulkan penulis dapat menyimpulkan persentase jumlah komponen yang terjadi kegagalan dan pergantian pada pesawat Boeing B737-800.

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dilakukan selama 19 bulan (Januari 2022 - Juli 2023) di sebuah perusahaan maskapai swasta dengan total pesawat tipe B737-800/900 yang dimiliki yakni 97 pesawat. Kasus *bleed trip* dalam waktu selama 17 bulan dialami oleh 22 pesawat dari 97 pesawat yang dimiliki. Data sebaran kasus *engine bleed trip* yang diperoleh secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 1.

Table 1: Jumlah Kasus *Engine Bleed Trip* (2022-2023)

Bulan	Kasus
Jan 2022	3
Feb 2022	7
Mar 2022	2
Mei 2022	1
Jun 2022	9
Jul 2022	5
Okt 2022	2
Nov 2022	2
Des 2022	6
Mar 2023	1
Apr 2023	10
Mei 2023	1
Jun 2023	2
Jul 2023	1



Gambar 3: Chart kasus *engine bleed trip* (2022-2023)

Dari hasil data yang ditampilkan dari tabel 1 dan gambar 3, maka secara umum dapat diuraikan bahwa dari total 97 pesawat jenis B737-800/900 terdapat 52 kejadian kasus *engine bleed trip*. Kasus yang paling banyak terjadi yaitu April 2023 sebanyak 10 kasus, selanjutnya urutan kedua yaitu Juni 2022 sebanyak 9 kasus, kemudian diikuti oleh Februari dan Desember 2022 masing-masing sebanyak 7 dan 6 kasus. Tahun 2022 tidak ada kasus *engine bleed trip* seperti pada bulan April, Agustus, September dan Oktober. Sedangkan pada tahun 2023 tidak terjadi *engine bleed trip* pada bulan Januari dan Februari. Apabila dirata-rata kasus tersebut selama 17 bulan, maka dalam 1 bulan terjadi kasus *engine bleed trip* sebanyak 3 kejadian.



Gambar 4: Persentase Jumlah Penggantian Komponen

Dari jumlah pesawat yang mengalami *engine bleed trip* maka secara keseluruhan ada sejumlah komponen yang sering mengalami kegagalan dalam fungsinya sehingga harus dilakukan pergantian. Persentase komponen tersebut yang dilakukan pergantian berdasarkan periode yang dilakukan penelitian dapat dilihat pada Gambar 4. Pergantian Sensor 390F Thermostat merupakan komponen yang paling banyak diganti mencapai sebanyak 42%, *precooler control valve* (19,2%), *pressure regulating shuttle valve* (11,5%), *bleed air regulator* (7,7%), dan sisanya merupakan komponen-komponen lainnya.

Berdasarkan permasalahan di lapangan, umumnya *engine bleed trip* terjadi apabila terjadinya *overpressure* atau *overtemperature* didalam *engine bleed system*. Kasus *bleed trip* yang disebabkan oleh *overtemperature* sering terjadi karena adanya permasalahan pada *cooling system*, ini sangat berkaitan erat dengan PCCV, 390F thermostat dan 450F thermostat. Kasus *bleed trip* yang disebabkan oleh *overpressure* adalah karena banyaknya *bleed air pressure* yang dilewatkan akibat HSV yang *stuck* pada posisi *open*, hal ini juga membuat *cooling system* tidak bekerja dengan baik. Namun dari

banyaknya data permasalahan *bleed trip* lebih menjurus kepada *cooling system* yang tidak maksimal.

Selain itu, ada juga kasus *bleed trip* yang terjadi secara aktual, yaitu *bleed trip* yang terjadi karena salah indikasi atau *false bleed trip*, *490F overheat switch* keliru dalam memberi informasi dan *pressure switch* yang ada di BAR.

Engine bleed trip terjadi umumnya pada kondisi *engine* sedang beroperasi dalam fase-fase tertentu seperti perbedaan yang ditampilkan pada tabel 2 dan 3.

Table 2: Fase penerbangan (kondisi normal)

Condition	Ground/Taxi	Takeoff	Climb	Cruise	Idle Descent
Normal	Press: 18-22 psi	Press: 34-50 psi	Press: 34-50 psi	Press: 26-50 psi	Press: 18-25 psi
	HSV: Full Open	HSV: Close PRSOV: Full Open	HSV: Close PRSOV: Full Open	HSV: May regulate PRSOV: Full Open	HSV: Full Open
	PRSOV: Full Open	PCCV: Regulating rely on pressure & temperature	PCCV: Regulating rely on pressure & temperature	PCCV: Regulating rely on pressure & temperature	PRSOV: Full Open PCCV: Close
	PCCV: Close				

Table 3: Fase penerbangan (kondisi *bleed trip*)

Condition	Ground/Taxi	Takeoff	Climb	Cruise	Idle Descent
Bleed trip	Temperatur dan tekanan <i>Bleed air</i> belum cukup untuk membuat TRIP	TRIP oleh <i>overtemperature</i> kemungkinan PCCV, 390F, 450F tidak bekerja dengan benar, jalur 390F & 450F tersumbat, HSV open.	TRIP oleh <i>overtemperature</i> kemungkinan PCCV, 390F, 450F tidak bekerja dengan benar, jalur 390F & 450F tersumbat, HSV open.	TRIP oleh <i>overtemperature</i> kemungkinan PCCV, 390F, 450F tidak bekerja dengan benar, jalur 390F & 450F tersumbat	TRIP oleh <i>overtemperature</i> kemungkinan PCCV, 390F, 450F tidak bekerja dengan benar, jalur 390F & 450F tersumbat.

Beberapa kemungkinan penyebab terjadinya *engine bleed trip* jika ditinjau berdasarkan komponen yang dimungkinkan mengalami kegagalan. Pada kasus *PCCV failure mode* umumnya *valve* tidak dapat terbuka saat sensor *390F thermostat* mendeteksi temperatur mencapai *390F* atau *valve stuck* di posisi tertutup. Untuk kasus *390F thermostat failure mode* biasanya yang terjadi adalah sensor *390F thermostat* tidak memberi respon untuk melepas *pressure control (out of tolerance)* saat temperatur mencapai *390F* sehingga *PCCV* tetap *close* (tidak ada *cooling*). Selain itu, pada kasus *450F thermostat failure mode* yaitu umumnya sensor *450F thermostat* diluar toleransi, sehingga mengalami *stuck closed*. Pada kasus *kiss seal* umumnya didapatkan karet penghubung antara *PCCV* dan *precooler* yang

mengalami kerusakan, atau tidak terpasang dengan benar.

Pada permasalahan kasus lain yaitu seperti *precooler*. Ini biasanya sering didapatkan kondisi yang tersumbat karena kotor atau rusak sehingga tidak maksimal untuk menurunkan temperatur. Pada permasalahan HSV umumnya didapatkan kondisi macet atau stuck dalam kondisi open, sehingga mengalirkan *bleed air* bertekanan tinggi dan juga panas dari stage 9th. Selain itu ada juga pada kasus error pembacaan pada sensor *490F overheat switch*, ini umumnya disaat temperatur belum mencapai *490F* namun *490F overheat switch* sudah mengeluarkan pembacaan yang salah.

4.0 KESIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian kasus *engine bleed trip* diatas maka didapatkan tingkat persentase kebutuhan komponen utama pada *engine bleed sistem* yang dilakukan pergantian. Dari 97 total pesawat yang dimiliki, ada 22 pesawat mengalami *bleed trip* dalam waktu 17 bulan dengan total kejadian 52 kali. Hal ini maka ada beberapa komponen harus diganti. Persentase komponen utama yang harus dilakukan pergantian pada saat *maintenance* pada kasus *bleed trip* yaitu *sensor thermostat 390F* (42,3%), *precooler control valve* (19,2%), *pressure regulating shuttle valve* (11,5%), *bleed air regulator* (7,7%), dan sisanya merupakan komponen-komponen lainnya.

Berdasarkan hasil penelitian pada kasus *engine bleed trip* maka didapatkan persentase tingkat kebutuhan pergantian komponen utama *engine bleed sistem* dalam proses perawatan pesawat tipe Boeing B737-800 pada sebuah maskapai di Indonesia. Dari 97 total pesawat tipe Boeing B737-800 yang dimiliki, ada 22 pesawat mengalami *bleed trip* dalam waktu 17 bulan dengan total kejadian 52 kali. Ada beberapa komponen utama yang dominan harus dilakukan pergantian pada saat perbaikan. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa persentase komponen utama yang harus dilakukan pergantian pada saat *maintenance* pada kasus *bleed trip* yaitu *sensor thermostat 390F* (42,3%), *precooler control valve* (19,2%), *pressure regulating shuttle valve* (11,5%), *bleed air regulator* (7,7%), dan sisanya merupakan komponen-komponen lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewadi, F. M., Abdurrahman, A., Sari, R. S., Aprianto, M. C., Artawan, P., Kamil, K., ... & Nova, M. A. (2024). Konsep Pesawat Terbang.
- [2] Nova, M. A., Putra, L. G. J., & Emzain, Z. F. (2021). Komparasi Efektivitas Tiga Tipe Starter Generator yang Digunakan Pada Engine Pesawat ATR. *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls*, 3(2), 131-138.
- [3] Angin, A. F. P., & Bunahri, R. R. (2023). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Manajemen Keselamatan Penerbangan: Faktor Manusia, Lingkungan Pengoperasian, dan Teknologi Pesawat

- Terbang. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, 4(5), 876-882.
- [4] The BOEING Company. 2005-2022. *Aircraft Maintenance Manual (AMM) MLI B737-800 Chapter 36 Rev.80 Engine Bleed Air*, Boeing Proprietary.
- [5] The BOEING Company. 2005-2022. *Fault Isolation Manual (FIM) MLI B737-800 Chapter 36 Rev.80 Engine Bleed Air*, Boeing Proprietary.
- [6] Prakoso, A., Kurniawan, R., & Mauluddin, F. (2021). Penanganan dan Analisa Kegagalan Pada Bleed Air Leak Detection System Pesawat Airbus A330-300 di Hanggar 3 PT. GMF AEROASIA. *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA)*, 3(2), 73-78.
- [7] Rahmayudha, Y. E., & Sunarto, S. (2019, October). Studi Kasus Kerusakan Bleed Air Regulator Pada pesawat Boeing 737 NG. In *Seminar Nasional Teknik Mesin (Vol. 9, No. 1, pp. 972-977)*.
- [8] Wibowo, S. A., Bhirawa, W. T., & Arianto, B. (2023). 8. SCHEDULE MAINTENANCE PENGGANTIAN KOMPONEN BLEED AIR REGULATOR PADA PESAWAT BOEING 737-400/500 SKADRON UDARA 17 BERDASARKAN PERHITUNGAN RELIABILITY. *TNI Angkatan Udara*, 2(1).
- [9] Sari, M., & Nainggolan, B. (2021, December). STUDI KASUS PENYEBAB LOW PRESSURE PADA ENGINE BLEED AIR SYSTEM PESAWAT BOEING 737-800. In *Seminar Nasional Teknik Mesin (Vol. 11, No. 1, pp. 1442-1451)*.
- [10] Pamuji, A., & Jannus, P. (2021, December). ANALISA KEGAGALAN PRECOOLER CONTROL VALVE PADA PESAWAT BOEING 737-800 MILIK PT. GARUDA INDONESIA AIRLINES. In *Seminar Nasional Teknik Mesin (Vol. 11, No. 1, pp. 1408-1413)*.
- [11] Baptista, M. L., & Prendinger, H. (2023). *Aircraft Engine Bleed Valve Prognostics Using Multiclass Gated Recurrent Unit. Aerospace*, 10(4), 354.