

Studi Kasus *Temperature* di *Cabin* Tidak Sesuai Dengan *Temperature Selectors* Pada Pesawat Boeing B737-900 PK-LFS

Reynold Martoguan Pasaribu^{*1}, Wowo Rossbandrio, Dipl.-ing^{*} and Moeljanto, S.T., M.M.*

*** Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik Perawatan Pesawat Udara
Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia
¹E-mail: Rikidarat@gmail.com**

Abstrak

Air Conditioning sistem merupakan salah satu sistem penting pada pesawat yang berfungsi untuk memastikan *temperature* didalam kabin tetap stabil selama penerbangan untuk menciptakan suasana yang nyaman bagi penumpang dan *crew* pesawat. Namun, seringkali terjadi permasalahan pada sistem *air conditioning* pesawat yang berdampak pada kondisi *temperature* didalam *cabin*. Salah satu masalah yang dialami adalah *temperature* di *cabin* tidak sesuai dengan *temperature selectors* pada sistem *air conditioning*. Tujuan penulis membahas masalah yang terjadi pada sistem *air conditioning* yaitu agar dapat mengetahui penyebab ketidaksesuaian antara *temperature selectors panel* dengan *temperature* yang ada di dalam kabin pesawat dan penanganan yang tepat terhadap masalah tersebut. Tahapan yang dilakukan dengan cara mempelajari komponen dan cara kerja sistem *air conditioning*, melakukan *troubleshooting* pada masalah yang terjadi dengan referensi *FIM (Fault Isolation Manual)* dan melakukan *operational test* untuk memastikan sistem bekerja secara normal. Dalam kasus ini, pada saat melakukan *troubleshooting* ditemukan kondisi *fan impeller* yang tidak berputar pada *Air Cycle Machine (ACM)*. Putaran dari *fan impeller* berfungsi untuk menghisap udara atmosfer kemudian digunakan untuk mendinginkan udara yang dari *engine* sebelum dimasukkan ke dalam kabin pesawat. Dalam menangani permasalahan tersebut, langkah *corrective action* yang dilakukan adalah mengganti *ACM* sesuai dengan referensi *Aircraft Maintenance Manual ATA 21*.

Kata kunci: System Air Conditioning, Temperature Kabin, Fan Impeller

Abstract

The Air Conditioning system is one of the essential systems on an aircraft, responsible for ensuring a stable cabin temperature during flights to create a comfortable environment for passengers and the aircraft crew. However, issues with the aircraft's air conditioning system often lead to cabin temperature discrepancies. One of the problems experienced is the cabin temperature not aligning with the temperature selectors on the air conditioning system. The author's goal in discussing this issue with the air conditioning system is to identify the root cause of the mismatch between the temperature selectors' panel and the actual cabin temperature and to find appropriate solutions to address the problem. The steps taken to address the issue involve studying the components and the functioning of the air conditioning system, performing troubleshooting based on the FIM (Fault Isolation Manual) references, and conducting operational tests to ensure the system operates correctly. During the troubleshooting process, it was found that the fan impeller on the Air Cycle Machine (ACM) was not rotating. The rotation of the fan impeller is crucial as it helps in drawing in atmospheric air, which is then used to cool the air coming from the engine before it is circulated into the aircraft cabin. To resolve the issue, the corrective action taken was to replace the ACM following the guidance provided in the Aircraft Maintenance Manual ATA 21.

Keywords: Air Conditioning System, Cabin Temperature, Fan Impeller

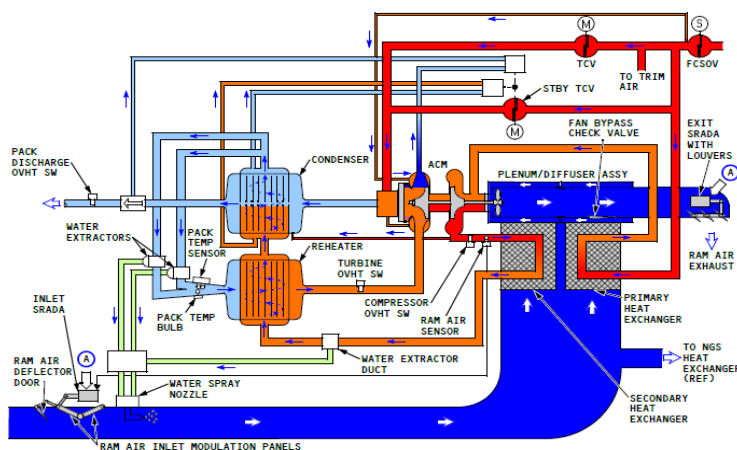
1 Pendahuluan

Pesawat Boeing 737-900 PK-LFS dilengkapi dengan *air conditioning system* yang terdiri dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama untuk menciptakan lingkungan kabin yang aman dan nyaman. Sistem ini mencakup *air cooling systems*, *cabin temperature control system*, *distribution system* dan *pressurization system* [1]. *Air cooling system* berfungsi untuk mendinginkan udara panas dari *engine* sebelum dimasukkan ke dalam kabin pesawat, proses pendinginan ini terjadi pada *cooling pack system* yang berada pada bawah sayap bagian tengah (*wing center section*) pesawat [2], sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Lokasi *cooling pack system*

Cooling pack system terdiri dari *primary* dan *secondary heat exchanger*, *Air Cycle Machine (ACM)*, *reheater*, *condenser*. Udara panas bertekanan dari *engine* masuk ke *primary heat exchanger* untuk diturunkan suhunya. Proses pendinginan udara panas di *primary heat exchanger* dilakukan dengan menggunakan udara atmosfer yang dihembuskan ke *heat exchanger* melalui putaran *fan impeller ACM*, sehingga suhu udara panas berkurang menjadi udara hangat. Udara hangat ini kemudian masuk ke kompresor *ACM* [2]. Di dalam kompresor *ACM*, udara dikompresi sehingga suhunya naik. Setelah melewati kompresor *ACM*, udara didinginkan kembali oleh *secondary heat exchanger*, sehingga suhunya turun. Sebelum masuk ke *reheater*, udara melewati *water extractor duct*, dimana partikel air dipisahkan dan dibuang. Di *reheater*, udara hangat yang masuk berfungsi untuk memanaskan udara dingin yang berasal dari *condenser* sebelum masuk ke turbin *ACM* [2]. Setelah melewati *reheater*, udara masuk ke *condenser*. Di sini, udara dikondensasikan menggunakan udara dingin yang keluar dari turbin. Setelah itu, udara masuk ke *water extractor*, di mana udara dan air dipisahkan menggunakan gerakan sentrifugal. Air yang terpisah akan dialirkan ke *water spray nozzle* untuk membantu pendinginan *heat exchanger*. Setelah itu, udara masuk ke turbin melalui *reheater*. Di turbin, terjadi ekspansi yang menyebabkan udara menjadi lebih dingin. Skematik siklus pendinginan pada Gambar 2 [2].



Gambar 2: Skematik *Cooling Pack System* (Sumber: B737 Training Manual ATA Chapter 21, Air Conditioning System)

Udara yang akan dimasukkan ke dalam kabin pesawat akan di kontrol suhunya melalui *temperature selectors switch* yang terletak di dalam kokpit pesawat pada panel P-5, Gambar 3 [2]. Proses pengaturan suhu ini melibatkan pencampuran udara dingin dari *cooling pack system* dengan udara panas yang berasal dari *engine* pesawat. Udara panas yang dari *engine* akan diatur jumlahnya melalui *Temperature Control Valve (TCV)* sebelum dicampur dengan udara dingin dari *cooling pack system*, sehingga mencapai suhu yang diinginkan untuk menjaga kenyamanan *crew* dan penumpang di dalam kabin pesawat. Selain melalui TCV, udara panas yang dari *engine* juga masuk melalui *Standby Temperature Control Valve (STCV)*. STCV berfungsi sebagai *backup* apabila TCV mengalami kerusakan [2].



Gambar 3: *Temperature selectors panel*

Pada saat pengoperasiannya terkadang ditemukan perbedaan antara *temperature selectors switch panel* dengan *temperature* yang ada didalam kabin pesawat, oleh karena itu penulis tertarik mengangkat judul Penyebab *Temperature* di Cabin Tidak Sesuai dengan *Temperature Selectors* Pada Pesawat Boeing B737-900 PK-LFS Pada Gambar 3.

Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah menentukan sebab akibat kerusakan pada *air cycle machine* serta hasil observasi dan langkah yang tepat dalam penyelesaian kerusakan pada *air cycle machine* pesawat Boeing 737-900 PK- LFS.

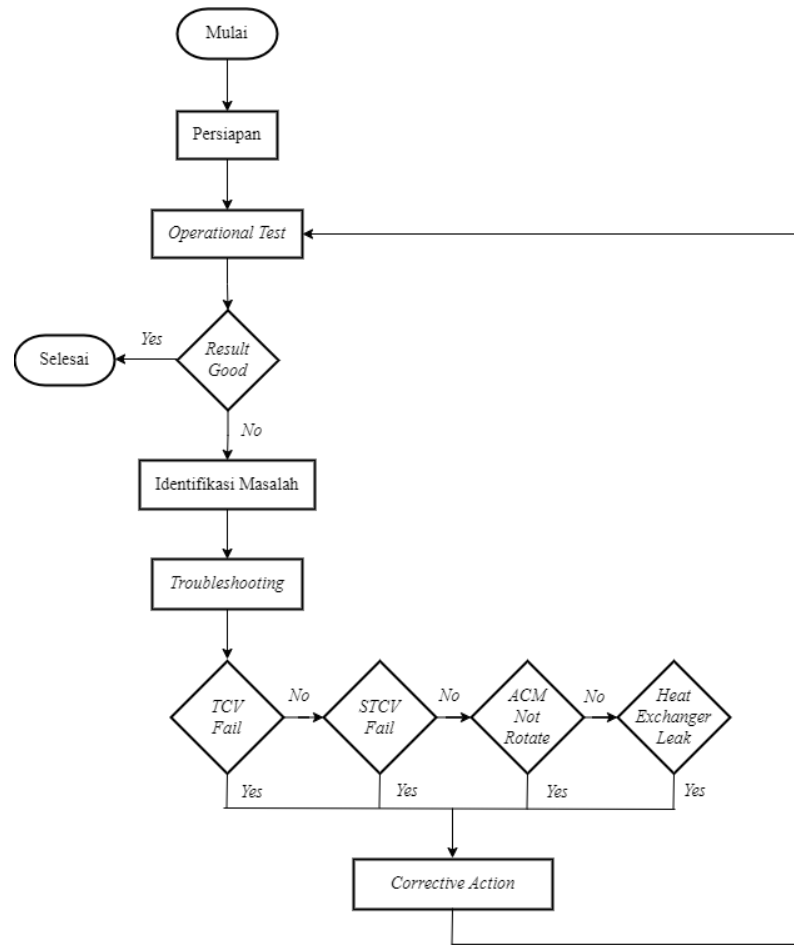
Batasan Masalah

Penulisan tugas akhir ini hanya membahas tentang *Air cycle Machine not rotate* atau tidak berputar secara fungsional, dikarenakan *impeller* pada *air cycle machine* menyentuh *compressor housing*. Tidak membahas *system* lainnya selain dari judul yang diangkat, tidak membahas *electrical system* mengenai *air conditioning system* dan hanya berpatokan pada pesawat Boeing 737-900 PK-LFS yang penulis angkat.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Batam Aero Technic menggunakan metode yang dijelaskan melalui

flowchart Gambar 4 di bawah ini [3].



Gambar 4: Flowchart Metodologi Penelitian

1. Persiapan

Melakukan persiapan untuk melakukan *operational test* pada *air conditioning system* dengan cara menyuplai kelistrikan dan udara bertekanan pada pesawat dengan menggunakan *APU (Auxiliary Power Unit)* [2].

2. Melakukan *Operational Test*

Melakukan *Operational test* pada sistem *air conditioning*, berdasarkan referensi *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) [2]. *Operational test* akan dinyatakan selesai apabila hasil pengoperasian sistem *air conditioning* dalam keadaan normal. Namun, jika selama pengoperasian ditemukan masalah, langkah selanjutnya adalah melakukan *troubleshooting*. Sebelum melakukan *troubleshooting*, akan dilakukan identifikasi masalah terlebih dahulu.

3. Identifikasi Masalah

Langkah pertama adalah melakukan studi literatur yang mendalam tentang sistem *Air Conditioning*, komponen-komponen terkait, dan prosedur pemeliharaan yang terkait dengan pesawat Boeing B737-900ER PK-LFS Dengan referensi:

1) B737 Training Manual

Digunakan untuk mempelajari komponen dan cara kerja sistem *Air Conditioning* pada pesawat [1].

Kemudian melakukan pengumpulan data *defect report* terkait dengan pesawat-pesawat yang pernah mengalami masalah yang sama yaitu, *temperature* di *cabin* tidak sesuai dengan *temperature selectors* dan penyebabnya.

4. Pemecahan Masalah (*Troubleshooting*)

Melakukan pemecahan masalah (*Troubleshooting*) terhadap *cooling pack system* untuk mencari penyebab masalah yang terjadi pada *cooling pack system*. Dengan referensi:

1) *Fault Isolation Manual (FIM)*

Berisi panduan untuk *troubleshooting* masalah yang terjadi pada pesawat [4].

5. Langkah Perbaikan (*Corrective Action*)

Setelah mengetahui penyebab masalah melalui *troubleshooting*, maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah langkah perbaikan atau pengantian komponen yang rusak. Berdasarkan referensi:

1) *Aircraft Maintenance Manual (AMM)*

Berisi prosedur yang digunakan dalam perawatan pesawat sesuai *standard manufacture* dan juga langkah-langkah dalam penggantian komponen pesawat [2].

2) *Illustrated Part Catalogue (IPC)*

Digunakan untuk mencari *part number* komponen pesawat [5].

3 Evaluasi dan Pembahasan

Pada saat melakukan *schedule maintenance*, pesawat Boeing B737-900ER dengan registrasi PK-LFS melakukan *Operational test* pada *air conditioning system*. Sebelum melakukan *Operational test* maka dilakukan persiapan dengan cara menyuplai kelistrikan dan udara bertekanan pada pesawat dengan menggunakan APU.

Pada saat melakukan *operational test* ditemukan masalah pada *system air conditioning* dimana kondisi *cabin* terasa panas sedangkan aktualnya posisi *temperature selectors* ke posisi *cooling*.

Maka dari itu, perlu dilakukan *identifikasi* masalah dan *troubleshooting* serta perbaikan dari masalah tersebut agar kondisi *air conditioning* kembali normal ketika pesawat selesai *maintenanc*.

Identifikasi Masalah

Pada tahap ini penulis mengumpulkan data *defect report* selama 1 tahun terakhir dengan kasus yang sama yaitu, *temperature selectors* ditemukan beberapa penyebab terjadinya masalah tersebut seperti pada table dibawah [7].

Table 1
Data *defect report* milik Lion Air Group (sumber emro.batamaerotechnic.com)

Registrasi Pesawat	Trouble Date	Penyebab Masalah	Persentase Penyebab Masalah
PK-LPJ PK-BGO PK-LQR PK-LFS	5 November 2022 18 November 2022 15 Mei 2023 22 Novemeber 2023	<i>Air Cycle Machine Stuck</i>	44,4%
PK-LSM PK-LQR	18 Juni 2022 20 Juni 2022	<i>TCV Broken</i>	22,2%
PK-LJV PK-LKT	21 Desember 2022 27 Februari 2023	<i>STCV Broken</i>	22,2%
PK-LSR	1 Juli 2022	<i>Heat Exchanger Leak</i>	11,1%

Dari table diatas, maka hal – hal yang memungkinkan menjadi penyebab terjadinya *cabin temperature* tidak sesuai dengan *temperature selectors* antara lain:

- a. *Air cycle Machine (ACM) stuck*
- b. *Temperature control valve (TCV) broken*
- c. *Standby temperature control valve (STCV) broken*
- d. *Heat Exchanger leak*

Setelah mengetahui komponen - komponen yang memungkinkan menjadi penyebab terjadinya masalah, maka langkah yang selanjutnya dilakukan adalah pemecahan masalah (*troubleshooting*) pada komponen tersebut berdasarkan referensi FIM [4].

Table 2
Data Unsedule Removal

No.	Komponen	Time Failure (Hours)
1	<i>Air Cycle Machine (ACM)</i>	2095
2	<i>Air Cycle Machine (ACM)</i>	8296
3	<i>Air Cycle Machine (ACM)</i>	13922
4	<i>Air Cycle Machine (ACM)</i>	16331
5	<i>Air Cycle Machine (ACM)</i>	19367
6	<i>Air Cycle Machine (ACM)</i>	20956
7	<i>Air Cycle Machine (ACM)</i>	22786
8	<i>Air Cycle Machine (ACM)</i>	32110
9	<i>Air Cycle Machine (ACM)</i>	32827
10	<i>Air Cycle Machine (ACM)</i>	34901

Berdasarkan table diatas, dapat disimpulkan bahwa jam pada *Air Cycle Machine (ACM)* tidak bisa di samakan, karena sifat ketahanan komponen *Air Cycle Machine (ACM)* bergantung pada flight hours dan iklim dimana pesawat itu terbang.

Pemecahan Masalah (Troubleshooting)

Dalam tahap pemecahan masalah pada kasus ini dilakukan pengecekan pada ACM dengan cara sebagai berikut:

1. Pada panel P-5 *Air Conditioning*, mengatur *switch BLEED 1* DAN *BLEED 2* ke posisi OFF
2. Mengatur *switch TRIM AIR* ke posisi OFF melalui *Temperatur Control Panel*
3. Melakukan suplai udara bertekanan menggunakan APU
4. Mengoperasikan *AIR Conditioning system*
5. Mengatur *cabin temperature selectors* ke posisi *Full Cold*
6. Mengecek aliran udara pada *ram air exhaust duct*. Apabila tidak ada aliran udara yang terdeteksi, diperlukan pengecekan putaran *fan impeller ACM*. Jika aliran udara terdeteksi, ini menunjukkan bahwa ACM berada dalam kondisi normal, maka langkah berikutnya adalah pengecekan pada komponen yang lain

Hasil dari pengecekan ditemukan tidak ada aliran udara terdeteksi pada ram *air exhaust duct*, seperti gambar 5.



Gambar 5: Pengecekan aliran udara pada ram air exhaust duct

Setelah diketahui bahwa aliran udara pada *ram air exhaust duct* tidak ada, maka langkah selanjutnya adalah pengecekan putaran *fan impeller* ACM. Pengecekan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Mematikan *Air Conditioning System*, kemudian melepas *mix muff downstream* dari ACM
2. Memutar *fan impeller* ACM menggunakan *torque wrench*. Memberikan torsi maksimum 20 in-lb pada *mur fan impeller* ACM

Pada saat melakukan pengecekan putaran *fan impeller* ACM menggunakan *torque wrench*, kondisi *fan impeller* dalam keadaan *stuck* atau tidak berputar, Gambar 6.



Gambar 6: Pengecekan putaran fan impeller ACM menggunakan torque wrench

Dari hasil *troubleshooting* yang dilakukan maka diketahui penyebab *temperature di cabin* tidak sesuai dengan *temperature selectors* karena ACM tidak dapat berputar atau stuck. Hal ini menyebabkan tidak ada proses pendinginan dalam *cooling pack system*, sehingga udara yang di distribusikan ke dalam *cabin* hanya udara panas. Maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah *corrective action* berdasarkan FIM untuk memperbaiki masalah tersebut

Langkah Perbaikan (Corrective Action)

Berdasarkan hasil penyebab permasalahan yang telah ditemukan maka ditentukan langkah penanganan berupa dilakukannya pergantian komponen ACM. Pergantian komponen dilakukan berdasarkan referensi AMM dengan cara sebagai berikut:

1. Removal Air cycle Machine

Prosedur pelepasan ACM dilakukan oleh mekanik atau engineer dengan mengacu pada referensi AMM TASK 21-51-04-000-802-002 yaitu *Air Cycle Machine Removal*. Dalam proses removal ini, mekanik atau engineer harus memastikan sterilisasi area *cooling pack* dari personel dan peralatan lainnya, untuk mencegah cedera atau kerusakan yang mungkin terjadi. Setelah komponen ACM yang mengalami *stuck* terlepas dari pesawat, selanjutnya komponen tersebut di data dan di berikan *unserviceable tag* sehingga di kirim ke shop.

2. Installation Air Cycle Machine

Setelah selesai dengan proses removal ACM, mekanik atau engineer akan melakukan dengan pemasangan ACM yang baru. Proses pemasangan ACM ini mengacu pada referensi AMM TASK 21-51-04-400-802-002. Dalam melaksanakan proses pemasangan ACM pada pesawat, mekanik atau engineer harus memastikan pengecekan mur dilakukan dengan *torsi* yang tepat. Setelah

pemasangan selesai, komponen tersebut akan diuji melalui *operational test*. Hal bertujuan untuk menentukan apakah sistem tersebut masih mengalami masalah atau sudah berada dalam kondisi normal.

Setelah dilakukan penggantian ACM dan melakukan *operational test*, hasilnya dalam keadaan normal dan *temperature* di *cabin* sesuai dengan *temperature selector*. Dengan demikian, permasalahan telah berhasil diatasi.

4 Kesimpulan

Perbedaan antara *temperature selectors* dengan *temperature* yang ada di dalam *cabin* pesawat Boeng B737-900ER dapat disebabkan oleh beberapa factor, seperti ACM yang stuck, TCV atau STCV yang rusak dan *heat exchanger* yang *leak*. Melalui *troubleshooting*, telah ditemukan bahwa dalam kasus yang teliti, masalah tersebut disebabkan oleh ACM yang tidak berputar atau stuck dikarenakan *impeller* pada *air cycle machine* menyentuh *compressor housing*. Hal ini menyebabkan tidak ada proses pendinginan dalam *cooling pack system*, sehingga udara yang di distribusikan ke dalam *cabin* hanya udara panas. Langkah penanganan yang tepat adalah dengan melakukan penggantian ACM sesuai dengan prosedur yang dijelaskan dalam AMM. Setelah dilakukan penggantian ACM dan melakukan *operational test*, ditemukan bahwa sistem *air conditioning* kembali normal dan suhu di dalam *cabin* sesuai dengan *temperature selectors*.

5 Daftar Pustaka

- [1] *Boeing 737-800/900ER Training Manual - ATA Chapter 21: Air Conditioning System*, PT. Batam Aero Technic, 2023.
- [2] *Boeing 737-800/900ER Aircraft Maintenance Manual – Practices and Procedures – ATA Chapter 21: Air Conditioning*, PT. Batam Aero Technic, 2023.
- [3] S. Rony “Flowchart Adalah: Fungsi, Jenis, Simbol, dan Contohnya” diakses dari <https://www.dicoding.com/blog/flowchart-adalah/>
- [4] *Boeing 737-800/900ER Fault Isolation Manual – ATA Chapter 21: Air Conditioning*, PT. Batam Aero Technic, 2023.
- [5] *Boeing 737-800/900ER Illustrated Parts Catalog – ATA Chapter 21: Air Conditioning*, PT. Batam Aero Technic, 2023.
- [6] *eMRO Batam Aero Technic* diakses dari <https://emro.batamaerotechnic.com/emro/Home.trax>