

Studi kasus kerusakan Pada *Air Cycle Machine* yang menyebabkan *High Temperature* Pada Pesawat Type AIRBUS A320-200

Hari Mulyanto, James Siregar, S.Si., M.T and Annisa Fyona, S.K.M., M.K.K.K

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: frost2650@gmail.com

Abstrak

Air cycle machine (ACM) adalah mesin siklus udara yang digunakan untuk proses ekspansi dan kompresi udara yang berfungsi untuk mengkondisikan suhu udara. Udara pada *air cycle machine* disuplai oleh *pneumatic system* dari *Auxiliary Power Unit (APU)* dan dari kedua *engine bleed air*, sedangkan ketika *engine* belum dihidupkan maka sumber udara bisa menggunakan *apu bleed air* atau *air conditioning cart*. Tujuan penelitian dan penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui faktor terjadinya *hot cabin temperature* yang diakibatkan dari *ACM* yang tidak berfungsi dengan semestinya. Studi ini melibatkan pengumpulan data penyebab sering terjadi *hot cabin temperature* yang terjadi selama periode tertentu, baik melalui laporan insiden maupun pengamatan langsung. Metode penelitian yang digunakan adalah *rectification* pada komponen *ACM* langsung. Hasil dari *rectification* ditemukan penyebab *hot temperature* yang disebabkan *anti-ice tube broken* pada komponen *ACM*. Hal ini mengakibatkan kompresi yang tidak sempurna untuk mendinginkan bagian kabin. Setelah ditemukan penyebab dari *hot cabin temperature* yaitu *ACM anti-ice tube* hancur, dilakukanlah pergantian pada komponen PN:3455-23 Ref AMM 21-52-21-000/400-802-A – Removal/installation of the compressor tubes. Setelah pengetesan pada *air cond temp* dan hasil *bite test ok*, *anti-ice tube* yang hancur akan mempengaruhi fungsi dari *air cycle machine* untuk mengkondisikan suhu udara yang tidak maksimal dan untuk *preventive maintenance* telah menyediakan komponennya.

Kata kunci: *Training Manual, Illustrated Part Catalog (IPC), Air Cycle Machine (ACM).*

Abstract

Air cycle machine (ACM) is an air cycle machine used for expansion and compression processes air that serves to condition the air temperature. The air in the air cycle machine is supplied by the pneumatic system from the Auxiliary Power Unit (APU) and from both engines bleed air, while when the engine has not been started, the air source can use the APU bleed air or air conditioning cart. The purpose of this research and final project writing is to determine the factors of hot cabin temperature caused by ACM that does not function properly. This study involves collecting data on the causes of frequent hot cabin temperatures that occur over a certain period, either through incident reports or direct observation. The research method used is rectification on direct ACM components. The result of rectification and the cause of hot cabin temperature is due to broken anti-ice tubes in ACM components. This results in incomplete compression to cool parts of the cabin. After finding the cause of the hot cabin temperature, ACM anti-ice tube broken. Performed replacement of PN:3455-23 Ref AMM 21-52-21-000/400-802-A – Removal/installation of the compressor tubes was performed. After testing the air cond temp and bite test results are ok, the anti-ice tube broken will affect the function of the air cycle machine to condition the air temperature that is not optimal and for preventive maintenance has provided its components.

Keywords: *Training Manual, Illustrated Part Catalog (IPC), Air Cycle Machine (ACM).*

BAB I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Industri penerbangan merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang pelayanan/jasa. Industri penerbangan telah mengalami perkembangan yang sangat pesat, hal ini dibuktikan dengan melonjaknya jumlah penumpang maupun maskapai penerbangan sejak adanya regulasi industri penerbangan. [2]

Air Cycle Machine (ACM) adalah komponen dari *Air Conditioning (AC) system* pada pesawat yang dimana dijelaskan pada *ATA Chapter 21. Compressor* pada *ACM* berfungsi untuk merubah udara panas yang telah melalui *primary heat exchanger* dijadikan udara yang bertekanan untuk selanjutnya dialirkan ke *main heat exchanger*. *Turbine* pada *ACM* mengubah udara bertekanan tinggi menjadi rotasi dan dengan demikian mengoperasikan *ACM* dengan kompresor dan kipas *ACMnya*. Hasilnya adalah tekanan udara yang cepat dan penurunan suhu udara menjadi di bawah 0°C (-50°C Maksimal *Temperature Negatif*). *Fan* pada *ACM* berfungsi untuk memasok udara dingin disekitar area *primary* dan *main heat exchanger*. [3]

Kenyamanan penumpang saat melakukan perjalanan penerbangan sangat penting, hal ini sangat berpengaruh pada citra suatu maskapai penerbangan. Pada era sosial media yang semakin canggih, tentunya sekarang pelanggan jasa penerbangan sangat sering membuat konten selama penerbangan. Para penumpang bebas untuk mengekspresikan pengalaman terbang mereka, baik pengalaman menyenangkan ataupun pengalaman buruk. *Image* suatu maskapai salah satunya ditentukan oleh nyamannya area kabin salah satunya dengan kabin yang dingin, ketika pesawat tersebut dirasakan penumpang panas, maka mereka akan posting di sosial media dan memviralkan. Karena itu sebisa mungkin maskapai menjaga kondisi cabinnya. Inilah masalah yang akan diangkat yaitu studi kasus kerusakan pada *air cycle machine* yang menyebabkan *high temperature* pada pesawat *type airbus a320-200* dengan registrasi PK-LUU. [4]

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan sebelumnya, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab *hot cabin temperature* pada pesawat airbus a320-200 serta untuk mengetahui kerusakan pada spesifik komponen *air conditioning system* yang menyebabkan terjadi nya *hot cabin temperature* dan untuk evaluasi kedepannya, dalam upaya *preventive maintenance* apa saja yang bisa dipersiapkan agar saat masalah yang sama terjadi kita sudah menyiapkan komponennya.

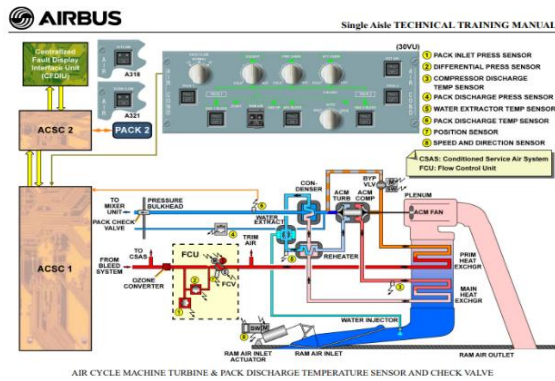
1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan agar penelitian lebih terarah adalah mengacu pada proses *trouble shooting* serta *hot air temperature* pada airbus a320-200 dan berfokus pada komponen *anti-ice tube air cycle machine* PN:1263A0000-03/02.

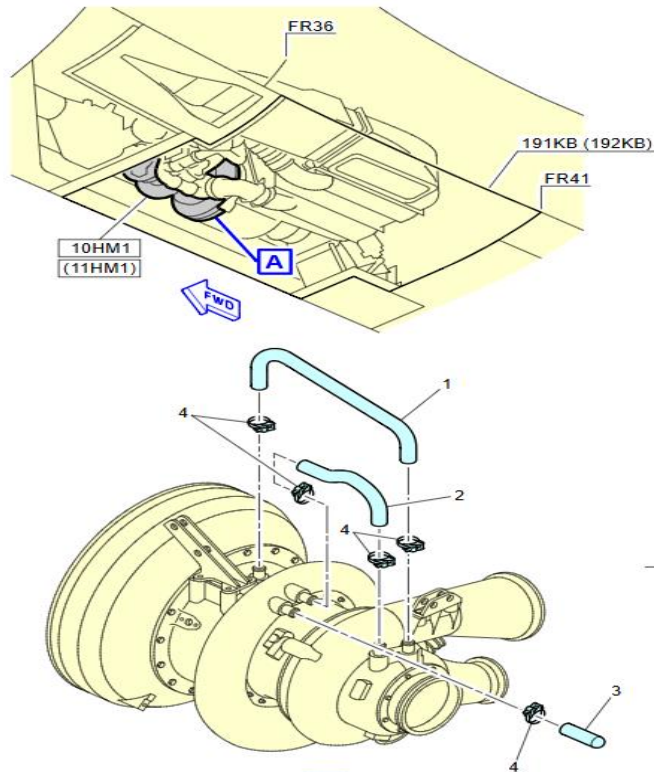
1.4 Landasan Teori

A. Fungsi *Air Cycle Machine (ACM)*

Air Cycle Machine adalah mesin siklus udara yang digunakan untuk proses ekspansi dan kompresi udara, dimana didalamnya terdiri dari turbin dan kompresor yang terpasang pada sebuah poros dan berada dalam sebuah kerangka mesin yang berfungsi untuk mengkondisikan suhu udara. *Compressor* pada *ACM* berfungsi untuk merubah udara panas yang telah melalui *primary heat exchanger* dijadikan udara yang bertekanan untuk selanjutnya dialirkan ke *main heat exchanger*. *Turbine* pada *ACM* mengubah udara bertekanan tinggi menjadi rotasi dan dengan demikian mengoperasikan *ACM* dengan kompresor dan kipas *ACMnya*. Hasilnya adalah tekanan udara yang cepat dan penurunan suhu udara menjadi di bawah 0°C (-50°C Maksimal *Temperature Negatif*). *Fan* pada *ACM* berfungsi untuk memasok udara dingin disekitar area *primary* dan *main heat exchanger*. [4] Pada *air cycle machine* terdapat prinsip dasar hukum termodinamika pertama yaitu konversi energi dan hukum termodinamika kedua. Proses utama dalam *acm* melibatkan ekspansi, kompresi, pendinginan dan pemanasan udara yang semuanya sesuai dengan prinsip termodinamika. [1]



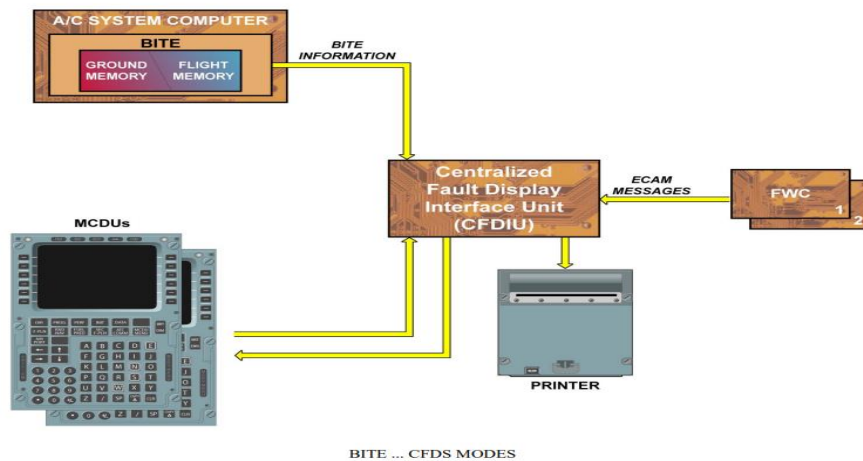
Gambar 1: System Air conditioning
(Sumber: Training Manual)



Gambar 2: Menunjukkan posisi Air Cycle Machine (ACM)
(Sumber: Aircraft Maintenance Manual)

B. Sistem Indikasi

Centralized Fault Display Interface Unit (CFDIU) memusatkan semua informasi mengenai kegagalan sistem pesawat. Membaca atau mencetak semua informasi kegagalan dapat dilakukan di kokpit. *Centralized Fault Display System (CFDS)* hasil dari gabungan *CFDIU* dan *Built-In Test Equipment (BITE)*. Fungsi dapat diakses melalui *Multipurpose Control and Display Unit (MCDU)*. *Flight Warning Computers (FWCs)* mengirimkan pesan *ECAM* ke *CFDIU* oleh bus data *ARINC 429*. *CFDIU* akan mengingat pesan ini untuk menghasilkan laporan *ecam leg* saat ini atau *leg* terakhir dan akan bisa mencetak menjadi *Post Flight Report (PFR)*. *Post Flight Report (PFR)* adalah jumlah dari laporan penerbangan terakhir dan dari laporan leg terakhir. *PFR* hanya dapat dicetak di ground. Daftar pesan peringatan *ecam* dan kesalahan pesan dengan waktu terkait, fase penerbangan, dan referensi izinkan kru pemeliharaan membuat korelasi agar lebih mudah untuk pemecahan masalah. Awal rekaman *PFR* ketika nomor penerbangan dimasukkan sebelum mesin pertama dihidupkan, mesin pertama dihidupkan lebih dari 3 menit. Jika tidak, kecepatan pesawat lebih dari 80 knot dan untuk akhir rekaman *PFR* kecepatan pesawat kurang dari 80 knot dan lebih dari 30 detik. [3]



Gambar 3: Indication System
(Sumber: Training Manual)

BAB II

Metodologi Penelitian

2.1 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian *air cycle machine* dilakukan dari tanggal 2 Maret 2024 sampai tanggal 3 Juni 2024 yang bertempat di bandara *International Soekarno Hatta* dengan alamat *Internatonal Airport, Soekarno Hatta Jl. Soekarno Hatta, RT.001/RW.010 15126 Tangerang Jawa Barat*

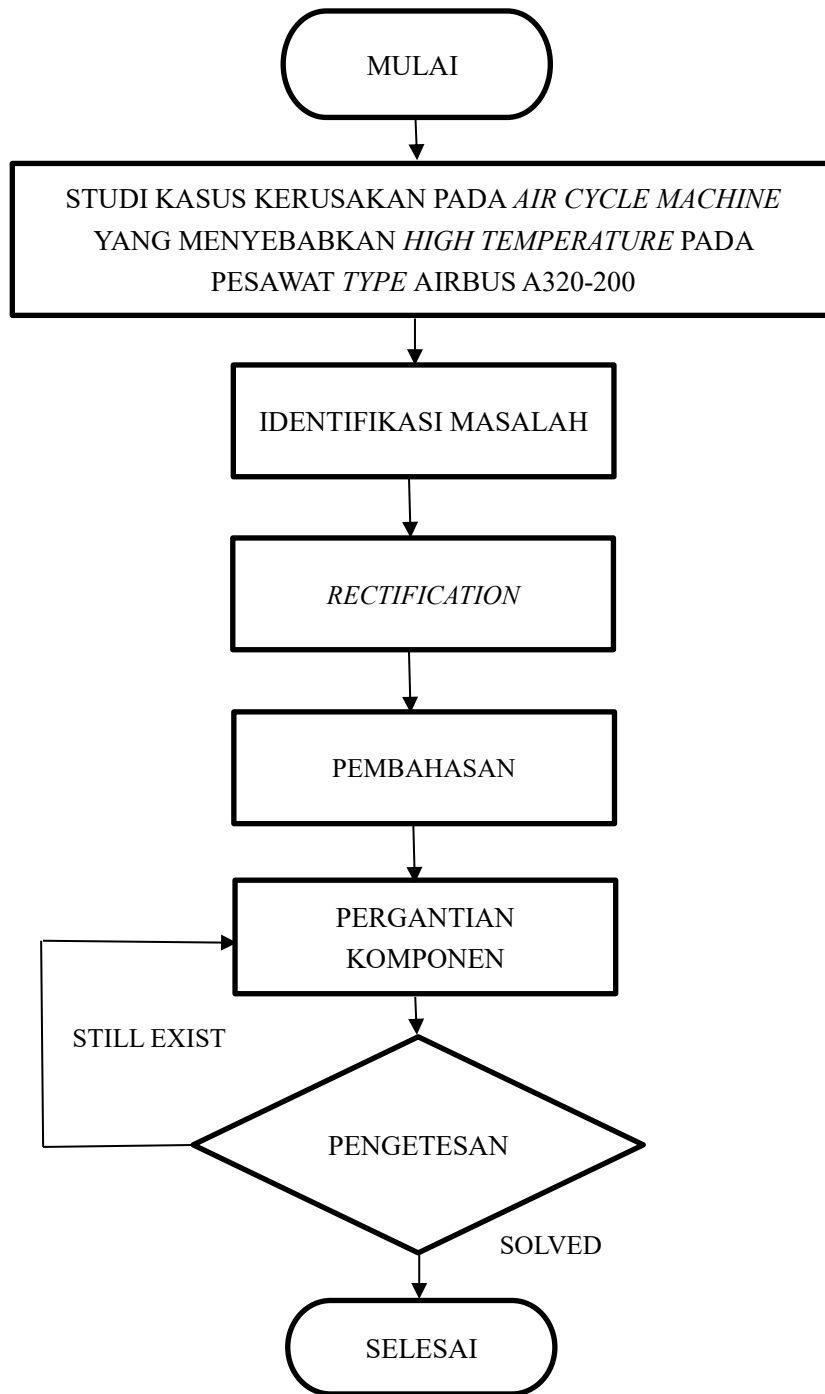


Gambar 4: Lokasi penelitian
(Sumber: Google Maps, 2024)

2.2 Rancangan penelitian

Untuk mempermudah saya dalam penelitian studi kasus ini, saya mengumpulkan beberapa metode data yaitu studi literatur yang diperoleh dengan mencari data atau dasar teori dan referensi yang berkaitan dengan inti bahasan, metode diskusi dengan cara berdiskusi dengan *WG* (Divisi yang merencanakan semua kebutuhan pesawat), yang memonitor permasalahan yang sering muncul dan metode objektif praktis yang berdasarkan referensi buku petunjuk dan pedoman yang ada, yaitu *trouble shooting manual (TSM)* dan *aircraft maintenance manual (AMM)* ditampilkan penjelasan tentang *flowchart* penyusunan tugas akhir. [5] [6]

2.3 Flowchart penelitian



Gambar 5: Flowchart penelitian

2.4 Identifikasi

Menggunakan referensi *flight crew operation manual* yaitu standar operasi prosedur sesuai dengan persyaratan yang berlaku dan melihat *troubleshooting manual* pada *chapter air conditioning ata 21* yaitu panduan sistematis untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah ini.

2.5 Rectification

Melakukan *rectification* terhadap *air cycle machine* untuk mengetahui permasalahan yang akan diselesaikan yaitu *hot cabin temperature* yang menunjukkan *pack outlet* 100°C.

2.6 Pembahasan

Setelah melakukan *rectification* berdasarkan referensi *AMM 21-52-00-200-807-A* yaitu dokumen yang menjelaskan prosedur langkah demi langkah untuk melakukan *visual inspection, removal, install part* dan cara pengoperasiannya sesuai standar dari *manufacture*. Maka, dilakukanlah pembahasan langsung kepada teknisi dan *engineer* yang ahli di bidang ini untuk mengetahui beberapa faktor penyebab *hot cabin temperature*.

2.7 Pergantian Komponen

Berdasarkan pembahasan untuk menangani kerusakan tersebut agar masalah tidak muncul, dilakukanlah pergantian *PN:3455-23* sesuai referensi *AMM 21-52-21-000-802-A* untuk *removal* dan *AMM 21-52-21-400-802-A* – untuk *installation of the compressor tubes*.

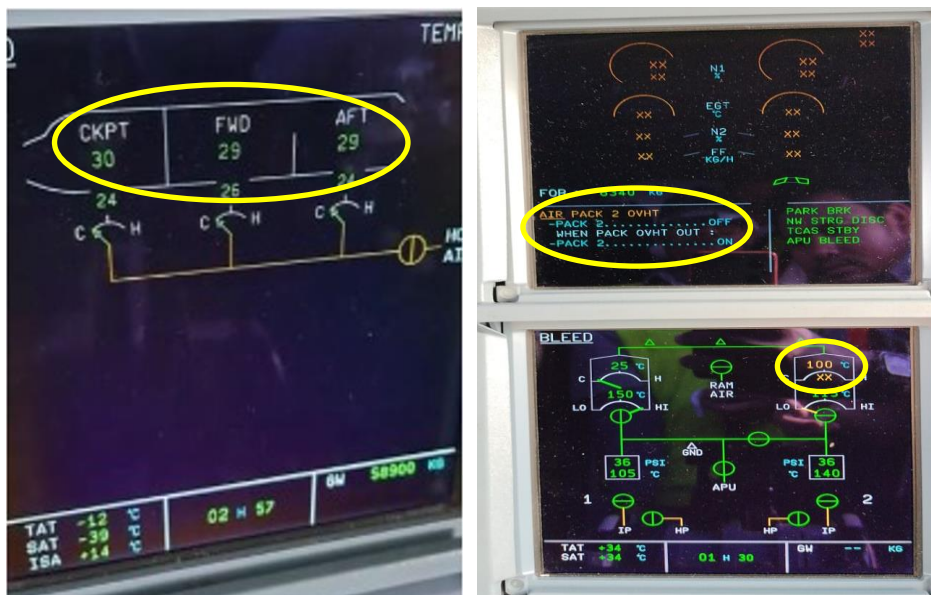
2.8 Pengetesan

Setelah melakukan pergantian komponen, selanjutnya tahap pengetesan yaitu dengan memastikan *APU* pesawat normal setelah pergantian komponen dan menyalakan *pack 1* dan *pack 2* dengan waktu 15 menit sesuai dengan referensi *AMM TASK 21-63-00-710-004-A* dan melihat di *ecam page* pada “*COND PAGE*”. Jika sistem normal maka masalah telah selesai dan jika masalah masih muncul maka dilakukan pergantian komponen lainnya sebagai penyelesaian masalah.

BAB III

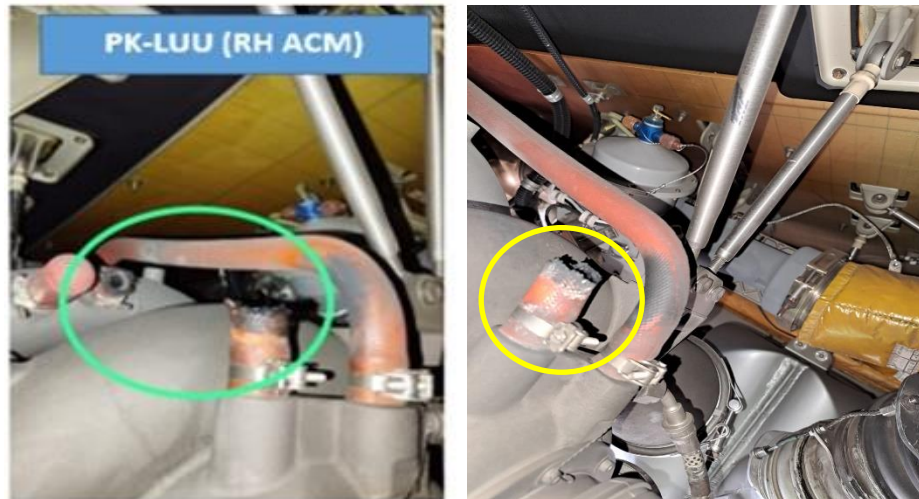
Analisa Data dan Pembahasan

Permasalahan *hot temperature* diidentifikasi pertama kali ketika di dalam kabin dengan *air conditioning* beroperasi tetapi *temperature* di *cond page* menunjukkan *high temperature*. Indikasi ini tidak ada di *post flight report* tetapi langsung terlihat di *cond page* dengan *temperature* 30°C dan melakukan *bite test cabin temp control* pada *mcdu* untuk *fault confirmation* sesuai *TSM subtask 21-61-00-710-152-A* sehingga pada *bleed page* juga terdapat peringatan *air pack 2 overheat* dimana *pack outlet* menunjukkan 100°C sesuai gambar 6 pada:



Gambar 6: Cond page dan bleed page pada control sistem

Berdasarkan referensi *Trouble Shooting Manual (TSM) subtask 21-61-00-810-053-C* jika *pack outlet overheat condition* untuk melakukan *general inspection* dan *removal air cycle machine*. Selanjutnya dilakukan *rectification* dengan melakukan *general visual inspection* terhadap komponen *air cycle machine* sebelum melakukan *removal ACM*. Terdapat suatu faktor penyebab *hot cabin temperature* dan hasil dari ini ditemukan bahwa *anti-ice tube* hancur sesuai gambar 7 pada:



Gambar 7: Hasil dari *rectification* dan *inspection*

Hasil dari *rectification* berdasarkan *ref AMM 21-52-00-200-807-A* yaitu melakukan *visual inspection* untuk mengetahui *delamination* pada *anti-ice tube*, ditemukannya *anti-ice tube* yang hancur. Maka, berdasarkan pembahasan pada *Ref AMM 21-52-21-000-802-A* untuk melakukan pergantian pada komponen *ACM anti-ice tube*.

Dengan mengikuti prosedur *removal of the compressor tubes* yaitu:

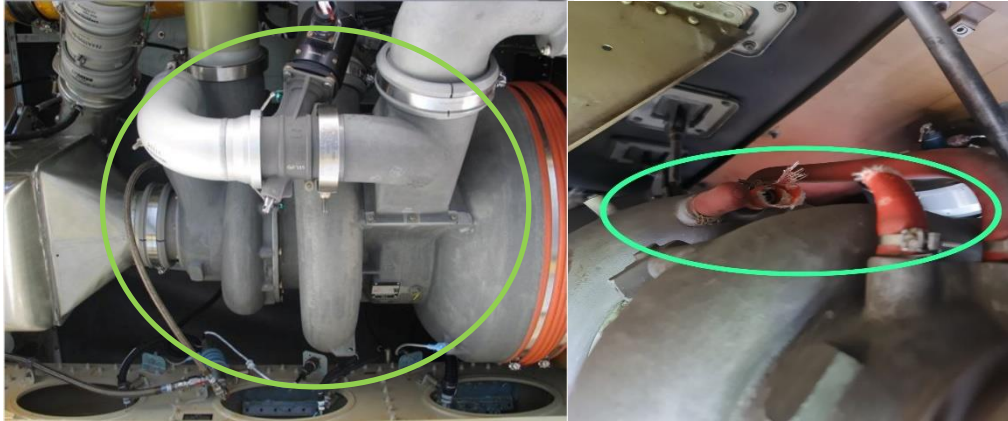
1. Dilakukan energize ground service network.
2. *APU BLEED push button switch* ditekan pada posisi *off* pada panel 30VU.
3. *ENG 1 BLEED* dan *ENG 2 BLEED push button switch* ditekan pada posisi *off* pada panel 30VU.
4. *Warning notice* dipasang di *cockpit* untuk memberikan informasi sedang melakukan pekerjaan di area *pack*.
5. *Circuit breaker* dibuka dan diberi *safety tag* sesuai tabel 1 pada:

Table 1: *Circuit breaker* yang dibuka dan diberi *safety tag*

| <i>Panel</i> | <i>Designation</i> | <i>Fin</i> | <i>Location</i> |
|--------------|---------------------------------------|------------|-----------------|
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN A/115VAC | 53HH | W22 |
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN A/28VDC | 55HH | W21 |
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN B/28VDC | 55HH | Y21 |
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN B/115VAC | 54HH | Y20 |

6. Pintu akses dibawah *belly fairing structure* pada panel 192KB dibuka dan posisikan tangga 1meter dibawah.
7. Dilakukan *general visual inspection* dari *return air tube*, *anti-icing tube*, dan *blanking duct* dimana hanya *anti-icing* yang hancur.
8. Periksa *part number* pada *air cycle machine* adalah 1263A0000-03/02 yang sesuai dengan prosedur.
9. Melepaskan dan buang *clamps* menggunakan *ratchet* dan *socket 3/8inch* sehingga memudahkan untuk melepas *anti-icing tube*.
10. Melepaskan *anti-icing tube* dari *ACM* dengan hati-hati.

11. *Plug-blanking* disetiap ujung saluran yang terputus dipasang agar tidak masuk sampah atau hewan kecil. Lokasi *air cycle machine* dan *anti-ice tube* sesuai gambar 8 pada:



Gambar 8: posisi *Air cycle machine* dan *anti-icing tube*.

Setelah melakukan *removal anti-ice tube*, berdasarkan *Ref AMM 21-52-21-400-802-A* dilakukanlah prosedur *Installation of the anti-icing tube* yaitu:

1. Dilakukan *energize ground service network*.
2. *APU BLEED push button switch* ditekan pada posisi *off* pada panel 30VU.
3. *ENG 1 BLEED* dan *ENG 2 BLEED push button switch* ditekan pada posisi *off* pada panel 30VU.
4. *Warning notice* dipasang di *cockpit* untuk memberitahukan sedang ada pekerjaan di area *pack*.
5. *Circuit breaker* dibuka dan diberi *safety tag* sesuai tabel 2 pada:

Table 2: *Circuit breaker* yang dibuka dan diberi *safety tag*

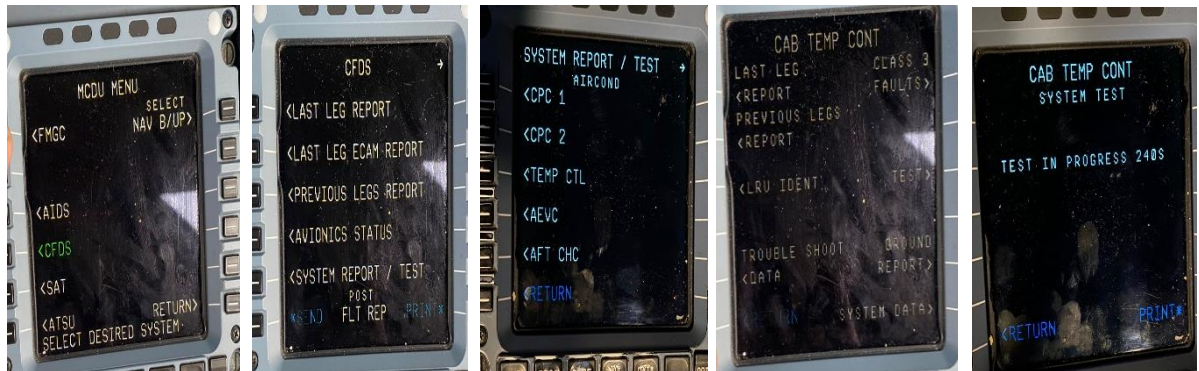
| <i>Panel</i> | <i>Designation</i> | <i>Fin</i> | <i>Location</i> |
|--------------|---------------------------------------|------------|-----------------|
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN A/115VAC | 53HH | W22 |
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN A/28VDC | 55HH | W21 |
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN B/28VDC | 55HH | Y21 |
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN B/115VAC | 54HH | Y20 |

6. Pasang tangga dibawah *belly fairing* dan lepaskan *PLUG-BLANKING* disetiap ujung saluran yang terputus.
7. Sebelum memasang *anti-icing tube*, bentuk kedua *clamp* dan sesuaikan ukurannya dengan *anti-icing tube*.
8. Pasang *tube* dan posisikan *clamp* pada masing-masing ujung *anti-icing tube*.
9. Lipat ujung *clamp* dengan benar sehingga mengunci.
10. Kencangkan *clamp* menggunakan *ratchet* dan *socket 3/8*.
11. *Safety tag* dilepas dan *circuit breaker* dimasukan sesuai tabel 3 pada:

Table 3: *Circuit breaker* yang dibuka dan diberi *safety tag*

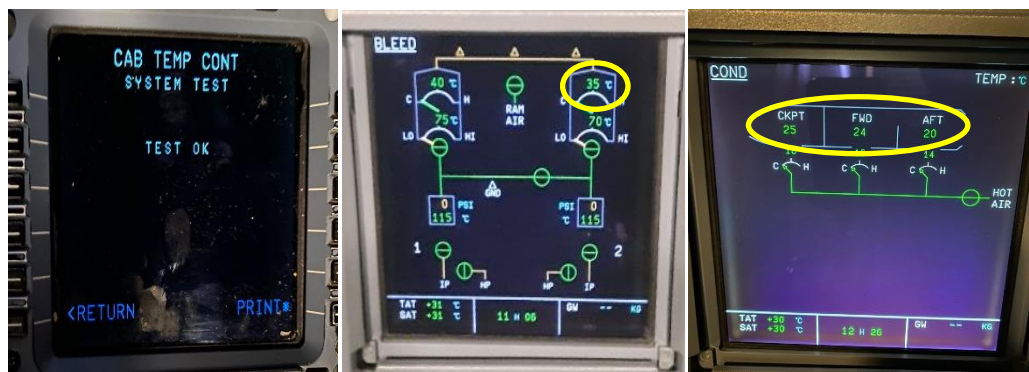
| <i>Panel</i> | <i>Designation</i> | <i>Fin</i> | <i>Location</i> |
|--------------|---------------------------------------|------------|-----------------|
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN A/115VAC | 53HH | W22 |
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN A/28VDC | 55HH | W21 |
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN B/28VDC | 55HH | Y21 |
| 122VU | AIR COND/TEMP CTL SYS 2/CHAN B/115VAC | 54HH | Y20 |

Setelah pergantian *ACM anti-icing tube* telah selesai, berdasarkan *ref AMM task 21-63-00-710-004-A* tahap selanjutnya adalah pengetesan dan pastikan *APU* nyala dengan normal. Dilakukanlah operasional test sistem kontrol suhu cockpit dan kabin dengan *CFDS*. Pada panel *air cond switch*, tekan *hot air* dan kedua *switch pack* pada posisi *off*. Operasikan salah satu *mcd*, tekan tombol *mcd menu*, pilih *cfds*, kemudian tekan *system report/test*, pilih *temp ctl* dan tekan *test*. Pada saat *test temp ctl* membutuhkan waktu 4 menit sesuai gambar 9 pada:



Gambar 9: operational test of the cockpit dan cabin control system pada mcd.

Pada *ref AMM task 21-63-00-710-004-A* jika hasilnya “TEST OK” dan di *ecam* menunjukkan kondisi normal, posisikan *ecam* ke menu awal dengan memilih *return push button* sampai ke *mcd menu* lalu pilih *fmgc*. Selanjutnya dilakukan *pre-conditioning* selama 15 menit untuk memeriksa apakah ada kebocoran terhadap *ACM* setelah pemasangan *anti-icing tube*. Jika masalah masih muncul itu bisa disebabkan dengan komponen lain dimana bisa mengikuti tahap selanjutnya pada *TSM task 21-61-00-810-802-A*. Setelah semua normal dan tidak ada kebocoran dengan *ecam* menunjukkan normal tanpa ada *message* periksa kembali panel akses *ACM* dipastikan tidak adanya barang yang tertinggal atau sampah, kemudian tutup panel dan bawa tangga ke tempat yang aman. Berdasarkan pengetesan dapat di simpulkan telah ditemukan akar masalah nya yaitu *anti-icing tube* hancur. Hasil *test* menunjukkan temperatur *outlet pack* turun pada *bleed page* 35°C dan *cond page* 25°C, 24°C, dan 20°C sesuai gambar 10 pada:



Gambar 10: Hasil test of the cockpit dan cabin control system pada mcd dan ecam.

BAB IV

Kesimpulan

Temperature outlet pack yang tinggi dimana menunjukkan 100°C pada *bleed page* diakibatkan dari kerusakan *anti-ice tube* sehingga hilangnya aliran udara pada *air cycle machine (ACM)* dan dibutuhkan pergantian komponen tersebut agar *outlet pack* menunjukkan normal *temperature* pada 35°C. Dalam kasus ini penyebab *anti-ice* hancur yang tidak boleh dibiarkan lama dalam keadaan rusak dikarenakan akan berakibat pada *high temperature*. Setelah *rectification* ditemukan *Anti-ice tube* hancur dikarenakan temperatur yang tinggi dan efek putaran menyebabkan getas. Penyebab selanjutnya adalah dikarenakan adanya tekanan dari *air cycle machine*. Pada masa kini dimana internet sangat mudah untuk memviralkan sesuatu. Jika *ACM* ini rusak dan berakibat pada pesawat panas mengakibatkan kenyamanan penumpang akan sangat terganggu dan ada kemungkinan *image* dari *airline* akan menjadi buruk dan juga diviralkan disosial media. Seperti yang sudah beberapa kali terjadi di *airlines* Indonesia. Dengan adanya studi kasus ini semoga kepada pihak *maintenance airlines* untuk melakukan pengecekan secara rutin dan menyediakan komponen *anti ice tube* sebagai *stock level*.

BAB V

Daftar Pustaka

- [1] SANTOS, A. A. (2014). A Thermodynamic Study of Air Cycle Machine for Aeronautical Applications. *International Journal of Thermodynamics*.
- [2] Warpani. (2002). *Perkembangan Industri Penerbangan Dan Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia*.
- [3] *Single Aisle, Technical Training Manual. T1+T2 (CFM 56) (Lvl 2&3) Air Conditioning*.
- [4] Batam Aero Technic, 2023. *EMRO PT. Batik Air Indonesia*. Jakarta
- [5] Airbus Company. 2023. *Aircraft Maintenance Manual (AMM) Airbus A320 Chapter 21 Revisi 41*.
- [6] Airbus Company. 2023. *Trouble Shooting Manual (TSM) Airbus A320 Chapter 21 Revisi 41*.