

# SISTEM OPERASIONAL AIR CYCLE MACHINE PADA AIR CONDITIONING PESAWAT BOEING 737-SERIES

Gatot Subiyono<sup>1)</sup>, Erfan Septiawan<sup>2)</sup>

<sup>1), 2)</sup> Program Studi Aeronautika, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan

## Abstrak

*Air Cycle Machine adalah mesin siklus udara yang digunakan untuk proses ekspansi dan kompresi udara, dimana di dalamnya terdiri dari turbin dan kompresor yang terpasang pada sebuah poros dan berada dalam sebuah kerangka mesin yang berfungsi untuk mengkondisikan suhu udara. Udara pada air cycle machine disuplai oleh pneumatic system dari kedua engine bleed air dan Auxiliary Power Unit (APU), sedangkan ketika engine belum dihidupkan maka sumber udara bisa menggunakan APU bleed air atau air conditioning cart. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan fungsi, sistem proteksi, cara kerja, dan trouble shooting air cycle machine pada air conditioning Pesawat Boeing 737-Series.*

*Penelitian ini dilakukan di Line Maintenance PT Sriwijaya Airlines Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dan analisis yang digunakan adalah analisis kualitatif karena hanya menggunakan gambaran-gambaran dalam penulisannya tidak menggunakan angka ataupun perhitungan. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi observasi terhadap komponen air cycle machine pada Pesawat Boeing 737-Series, wawancara dengan Engineer Pesawat Boeing 737-Series, dan studi pustaka dengan mengumpulkan sumber-sumber data dari buku atau referensi lain seperti maintenance manual serta schematic manual.*

*Hasil pembahasan mengenai sistem operasional air cycle machine ini menyimpulkan bahwa fungsi air cycle machine adalah untuk mengkondisikan suhu udara dan sebagai penjamin adanya pressurized di dalam cockpit dan penumpang cabin, sehingga memberikan kondisi lingkungan yang aman dan nyaman bagi para awak pesawat. Sistem proteksi suhu udara pada air cycle machine terdiri dari compressor discharge overheat switch 390°F (199°C), turbin inlet overheat switch 210°F (99°C), dan cabin duct overheat switch 250°F (121°C). Trouble shooting pada air cycle machine terjadi apabila terdapat partikel logam di dalam chip detector air cycle machine yang menandakan air cycle machine mengalami kerusakan harus diganti dengan air cycle machine yang baru, selanjutnya air cycle machine yang rusak harus dikirim ke bagian workshop.*

**Keywords :** Batik, Color-Dyeing-Tool, Faded Test, Absorption Test

## Pendahuluan

Pesawat terbang merupakan sarana perhubungan udara yang sangat penting untuk memindahkan manusia, hewan atau barang dari satu tempat ke tempat lain dalam waktu yang cukup singkat. Pesawat terbang merupakan salah satu alat transportasi yang banyak digunakan baik untuk skala domestik maupun skala internasional. Pesawat terbang akan dapat beroperasi dengan baik apabila dilakukan perawatan yang memadai. Oleh sebab itu perawatan dan pemeriksaan pesawat terbang, baik pesawat itu sebelum terbang ataupun sesudah melakukan penerbangan harus dilakukan secara rutin, teliti, dan berdasarkan prosedur yang tercantum pada AMM (*Aircraft Maintenance Manual*).

Dewasa ini manusia telah mengembangkan dan meningkatkan teknologi dirgantara sedemikian rupa sehingga terciptalah pesawat bermesin jet dengan kecepatan tinggi dan daya jelajah hingga ribuan kilo meter di atas permukaan bumi serta dapat mengangkut sejumlah penumpang dan barang yang

cukup banyak. Pada saat pesawat terbang berada di ketinggian tertentu dimana lapisan udara yang menyelubungi bumi semakin menipis dan prosentase oksigen semakin berkurang. Keadaan ini membuat kondisi tubuh manusia tidak dapat beradaptasi secara normal. Oleh karena itu diperlukan *air conditioning system* untuk memberikan kondisi lingkungan yang sama dengan kondisi *sea level*.

*Air Conditioning system* adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengkondisikan suhu udara sehingga sesuai dengan kondisi *sea level* dan menyalurkannya ke *cockpit*, *passanger cabin*, dan ruang peralatan elektronik. Udara dingin yang dihasilkan dari *air conditioning system* telah dikondisikan oleh suatu komponen yaitu *air cycle machine*. Pesawat terbang *Boeing 737-Series* dilengkapi dengan *air cycle machine* yang kelengkapannya disesuaikan dengan fungsi serta kemampuan pesawat terbang tersebut pada saat beroperasi. *Air Cycle Machine* ini adalah suatu sistem yang bekerja dengan tipe *air to air*, dimana sistem ini dapat merubah udara panas menjadi udara dingin. Komponen ini terdapat pada pesawat terbang yang merupakan salah satu sistem penting karena menyangkut keselamatan dan kenyamanan para awak pesawat maupun penumpang yang berada dalam pesawat, terlebih pada saat pesawat beroperasi di udara. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui fungsi dari *air cycle machine*, mengetahui sistem proteksi pada *air cycle machine*, mengetahui cara kerja dan *troubleshooting* pada *air cycle machine*.

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di *Line Maintenance PT Sriwijaya Airlines Bandara Internasional Soekarno-Hatta Jakarta*. Penelitian ini termasuk dalam penelitian deskriptif yaitu penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai status gejala yang ada dengan sistematis dan apa adanya tentang suatu variabel, gejala, atau prosedur pada saat penelitian dilakukan, tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis tertentu [1].

Adapun data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari sumbernya secara langsung dari hasil observasi dan wawancara dengan Engineer Boeing 737-Series. Data sekunder berasal dari dokumen perusahaan seperti *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-Series*, *Maintenance Training Manual Boeing 737-Series*, *System Schematic Manual Boeing 737-Series*.

## Alat dan Bahan Penelitian

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Screw Driver*, yaitu alat yang digunakan untuk memutar baut dengan slot khusus. *Screw Driver* ini terdiri dari kepala atau ujung yang bergerak dengan baut, suatu mekanisme untuk menerapkan torsi dengan memutar ujung. *Screw Driver* dibuat dalam berbagai jenis dan ujungnya dapat diputar secara manual atau dengan motor penggerak.
2. *Wrench*, yaitu alat yang digunakan untuk memberikan pegangan dalam membuka maupun mengencangkan sebuah mur dan baut. Satu set *wrench*, biasanya memiliki ujung berbentuk *open* dan *ring* di salah satu sisinya atau semua sisinya.
3. *Ratchet*, yaitu alat mekanis yang memungkinkan gerakan hanya dalam satu arah dan bisa di atur sesuai arah yang diperlukan. *Ratchet* lebih sering digunakan untuk memutar mur atau baut pada jarak yang dekat. *Ratchet* tidak boleh digunakan untuk memberikan torsi bagi mur atau baut karena dapat merusak *ratchet* itu sendiri. Alat ini dapat digunakan ketika membuka *clamp* pada *air cycle machine*.

4. *Standard socket* dan *Deep Socket*, yaitu kunci dengan kepala yang dapat diubah menempel pada *ratchet*. Memungkinkan untuk mengubah ukuran yang sesuai dengan mur dan baut. Kunci ini biasanya ada dalam *socket set* dengan banyak *socket* agar sesuai dengan kepala mur dan baut yang berbeda ukuran. Sedangkan *deep socket* digunakan untuk melepas mur dan baut yang tidak bisa dijangkau oleh *standard socket*.
5. *Safety wire pliers*, atau yang dikenal dengan *twister* digunakan untuk membuat *locking wire* pada mur dan baut yang bertujuan mencegah terjadinya ke arah mengendor karena kekuatan getaran dan menjamin baut dan mur tetap pada posisinya.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah:

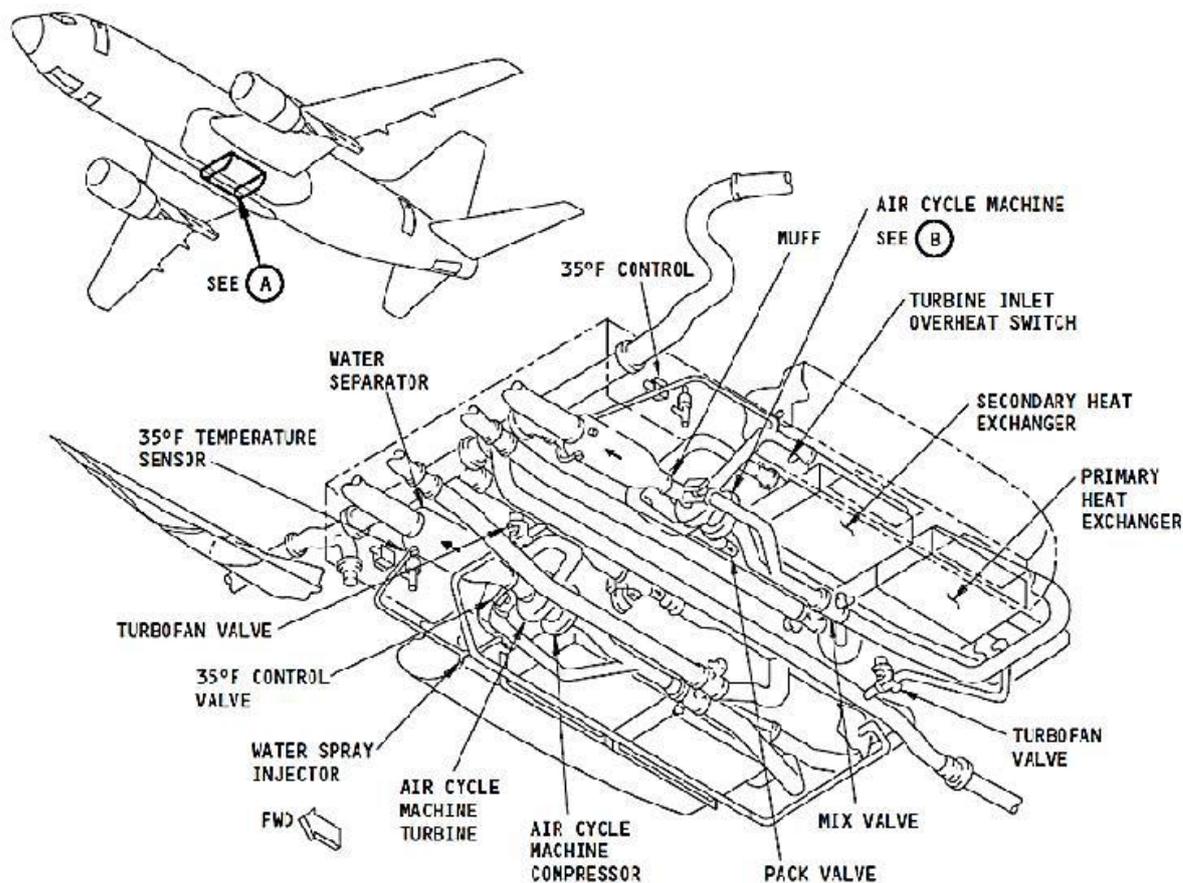
1. *Air Cycle Machine*
2. *Temperature Sensor*
3. *Air Cycle Machine Control System*
4. *Pack/Zone temperature control*
5. *Air Cycle Machine Trouble shooting*

## Hasil Dan Pembahasan

### *Air Cycle Machine*

*Air conditioning cooling* pada pesawat *Boeing 737-Series* dilengkapi dengan dua *air cycle machine* yang terletak di dalam *equipment bays* dan lokasinya berada di depan *main wheel* di bawah *center fuselage* seperti pada Gambar 1. Sistem ini bekerja dengan mengambil udara dari atmosfer. *Air cycle machine* adalah mesin siklus udara yang digunakan untuk proses kompresi dan ekspansi udara, dimana di dalamnya terdiri dari turbin dan kompresor yang terpasang pada sebuah poros dan berada dalam sebuah kerangka mesin untuk mengkondisikan suhu udara, karena putaran *air cycle machine* sangat tinggi sekitar 22.000 rpm sehingga memerlukan pelumas dengan menggunakan oli sebanyak 300 cc untuk pendinginan *bearing* pada *air cycle machine* [2].

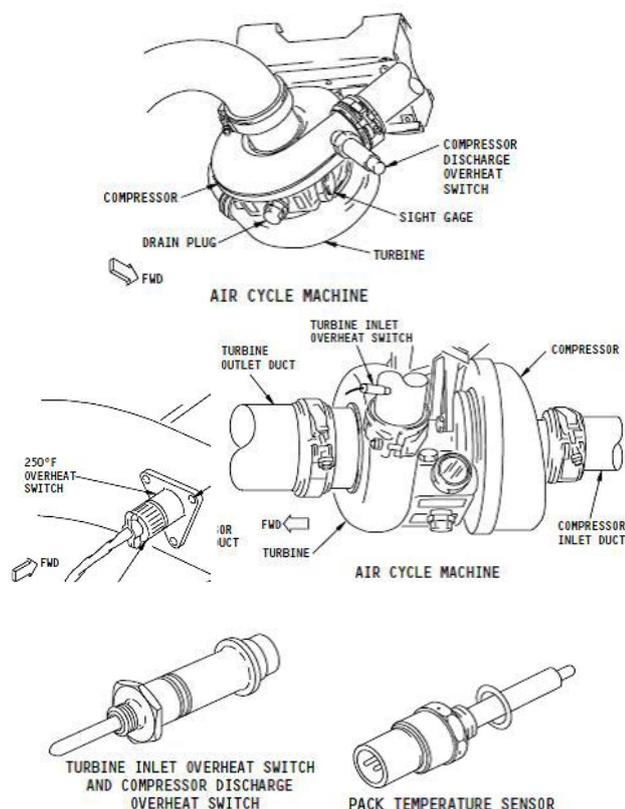
Pada kedua sisi dari *air cycle machine* terdapat sebuah *filler plug* yang digunakan untuk mengisi oli serta untuk memastikan jumlah oli yang tersedia dapat dilihat dari *sight gage*. Pada *air cycle machine* terdapat sebuah *drain plug* dan magnetik sehingga kita dapat memastikan kondisi dari *air cycle machine* tanpa membuang oli. Jika posisi oli kurang lebih 3/4 dari *sight gage* maka oli harus ditambah. *Servicing* oli dari *air cycle machine* menggunakan oli yang sudah disetujui oleh *Airresearch Manufacturing Company*.



Gambar 1. Air Cycle Machine Location  
(Sumber : Aircraft Maintenance Manual, ATA 21-51-00)

### *Temperature Sensor*

*Thermal switch* yang terdapat pada *air cycle machine* berfungsi untuk mencegah agar tidak terjadi kerusakan karena panas yang berlebihan pada *air cycle machine* seperti pada Gambar 2, sehingga apabila terjadi panas yang berlebihan maka *pack valve* akan menutup aliran udara dari *APU* maupun *engine bleed air*. Lampu peringatan (*warning light*) dan indikasi suhu (*temperature indicator*) pada *P5-10 panel* digunakan untuk menunjukkan kondisi sistem yang tidak normal.



Gambar 2. *Temperature Sensor*  
(Sumber : *Aircraft Maintenance Manual, ATA 21-51-00*)

Keterangan :

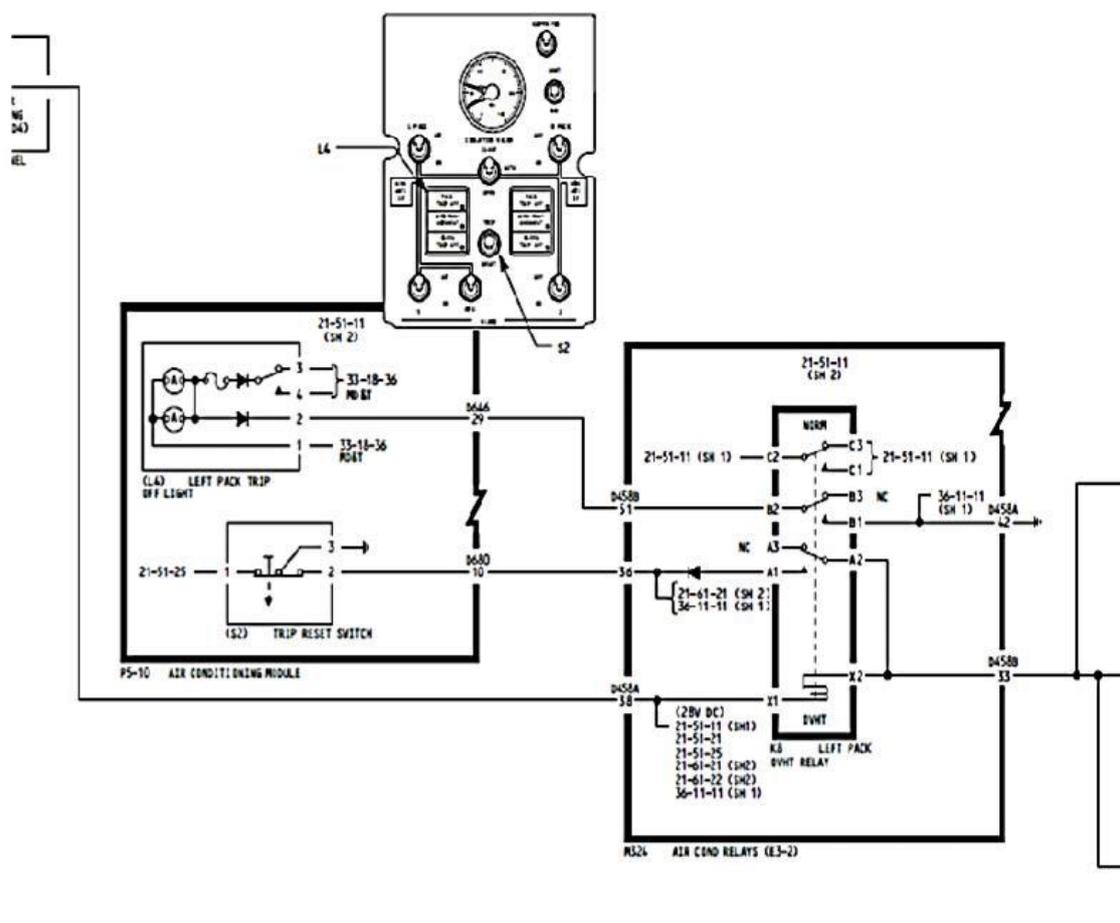
1. *Compressor Discharge Overheat Switch 390°F (199°C)*  
*Compressor discharge overheat switch* bekerja pada saat suhu mencapai 390°F (199°C). *Compressor discharge overheat switch* terletak di pipa sebelah kanan pada *compressor air cycle machine*.
2. *Turbine Inlet Overheat Switch 210°F (99°C)*  
*Turbine inlet overheat switch* bekerja pada saat suhu mencapai 210°F (99°C). *Turbine Inlet Overheat Switch* terletak di pipa *turbine inlet air cycle machine*.
3. *Cabin Duct Overheat Switch 250°F (121°C)*  
*Cabin duct overheat switch* bekerja apabila suhu udara hasil dari turbin pada *air cycle machine* mencapai 250°F (121°C). *Cabin duct overheat switch* terletak di *cabin*.

### ***Air Cycle Machine Control System***

Pada *air cycle machine* terdapat tiga *thermal switch* yang digunakan sebagai *pack protection*. Gambar 3 di bawah ini menunjukkan *system schematic pack protection* dari *air cycle machine*. Apabila salah satu dari ketiga *thermal switch* ini bekerja, maka secara otomatis *pack valve* akan menutup aliran udara dari *APU* maupun *engine bleed air* yang menandakan terjadi masalah pada *air cycle machine*.

BOEING

737-300/400 SYSTEM SCHEM



Gambar 3. Pack Protection

(Sumber : System Schematic Manual, ATA 21-51-15)

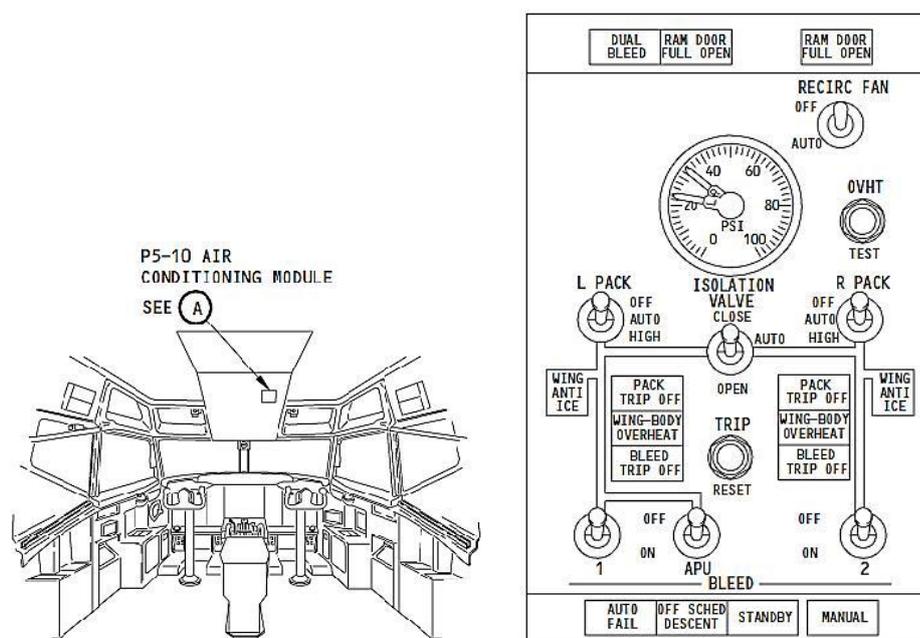
Keterangan :

1. 28 DC dari battery bus akan menuju ke tiga sensor dengan melewati left pack overheat relay.
2. 28 DC akan standby power di switch.
3. Pada waktu temperature sensor mencapai 390°F (199°C), maka hal ini menandakan bahwa compressor discharge overheat secara otomatis switch akan menutup aliran udara.
4. Secara langsung overheat relay akan menarik ketiga switch yang terdapat di atas relay.
5. Switch B2 melakukan kontak keswitch B1 maka akan energized untuk menyalakan lampu pack trip off (amber light) yang menandakan terdapat masalah pada air cycle machine.

## Indication

Control panel dari *air conditioning pack* terletak di *flight compartment* pada P5-10 panel seperti pada Gambar 4 yang di dalamnya dilengkapi dengan tombol-tombol sebagai berikut :

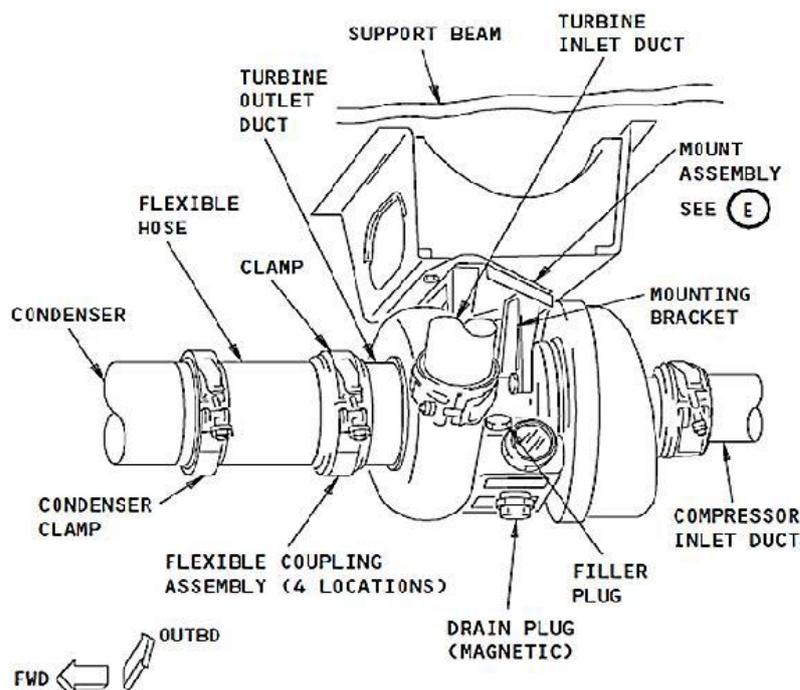
1. a) *Ram door full open*  
 Pada P5-10 panel terdapat dua buah lampu *ram air door*, dimana lampu biru (*blue light*) akan menyala apabila posisi *ram air inlet deflector door* terbuka.
- b) *Indication* dari *pneumatic system* dari *engine 1* dan *engine 2*, yaitu :
  - 1) 34-50 *psi* dari *PRSOVstage 5*.
  - 2) 25-35 *psi* dari *high stage valve stage 9*.
2. *Dual bleed*  
 Lampu amber (*Amber light*) akan menyala apabila *system pneumatic* dari *engine* dan *APU* berfungsi dengan baik.
3. *Recirculation fan*  
 Setelah *electrical power* mensuplai pesawat terbang maka *switch* pada *recirculation fan* diaktifkan ke posisi *auto* agar *avionic compartment* dan *forward cargo compartment* mendapat pendinginan ketika pesawat beroperasi di darat.
4. *Pack trip off*  
 Lampu *Pack trip off* (*amber light*) akan menyala disebabkan oleh salah satu dari ketiga sensor tersebut ada yang membuat *pack valve* menutup aliran udara yang menandakan terdapat masalah pada sistem pendingin.
5. *Auxiliary power unit*  
 Selama pesawat beroperasi di darat sumber udara akan menggunakan *APU bleed air*. *APU* dihidupkan untuk mendapatkan suplai udara dengan *switch* dihidupkan ke posisi *ON* agar *valve* berada dalam keadaan terbuka.
6. *Left pack dan right pack*  
 Setelah *APU* dihidupkan ke posisi *ON* selanjutnya *pack switch 1* atau *2* dibuka. *Isolation valve bleed air* untuk *pack 1* atau *pack 2* diposisikan ke *open* (tergantung *pack* mana yang akan digunakan).



Gambar 4. P5-10 Air Conditioning Panel  
 (Sumber : Aircraft Maintenance Manual, ATA 21-51-01)

## Sistem Operasional

*Air cycle machine* menerima udara dari *pneumatic system* oleh *engine 1* maupun *engine 2* (*stage 5* dan *9*) pada saat pesawat beroperasi di udara. Ketika pesawat beroperasi di darat, maka kedua *air cycle machine* ini bisa menggunakan sumber udara dari *APU* sebesar *30 psi*. Gambar 5 menunjukkan komponen *air cycle machine*. Udara di dalam setiap *air cycle machine* akan diukur langsung melalui *packflow control valve*.



Gambar 5. *Air Cycle Machine Component*  
(Sumber : *Aircraft Maintenance Manual, ATA 21-51-11*)

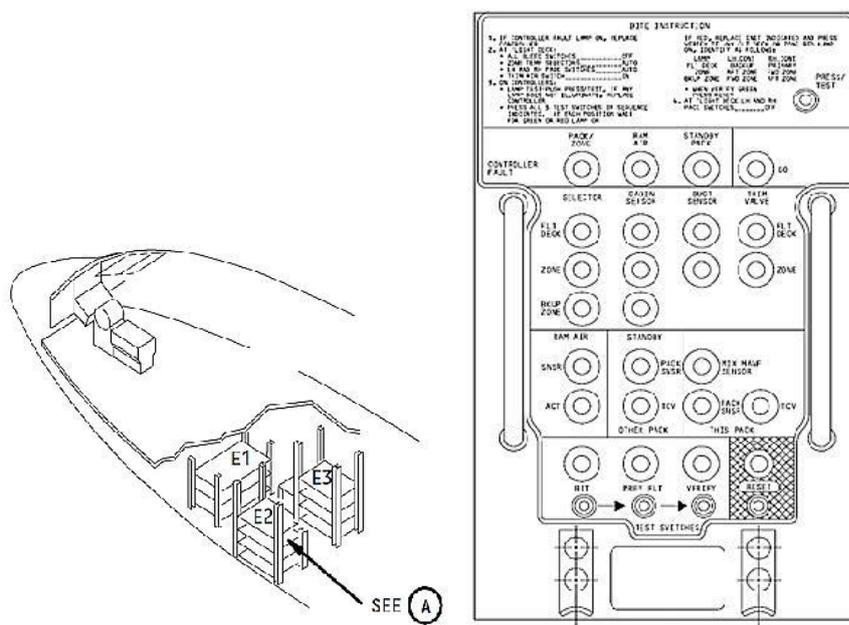
Udara panas yang dialirkan dari *pack valve* akan masuk ke *primary heat exchanger* untuk diturunkan suhunya oleh udara atmosfer melalui *ram inlet deflector door* seperti pada Gambar 6. Udara yang masuk melalui *ram air inlet deflector door* didapat dari *turbofan* yang menghisap udara luar atau juga didapat dari pergerakan pesawat. Setelah itu, udara akan berubah menjadi udara hangat dan langsung masuk menuju kompresor *air cycle machine* agar tekanan dan suhunya naik sehingga menghasilkan udara panas yang lebih sempurna. Kompresor pada *air cycle machine* dibatasi suhunya oleh *compressor overheat switch*  $390^{\circ}\text{F}$  ( $199^{\circ}\text{C}$ ) agar sistem tetap terjaga dari panas yang berlebihan, selanjutnya udara panas tersebut dialirkan menuju ke *secondary heat exchanger* untuk didinginkan agar proses pendinginan udara menjadi lebih sempurna.

*Outlet* dari *secondary heat exchanger* yaitu udara dingin (*cool air*) kemudian dimasukkan ke dalam turbin untuk menurunkan suhunya. Di dalam turbin *air cycle machine*, udara dingin (*cool air*) di ekspansi sehingga suhu dan tekanan menurun drastis. Proses ekspansi ini menghasilkan energi untuk memutar kompresor. Hal ini dikarenakan turbin dan kompresor terpasang pada satu poros, untuk melindungi sistem dari kelebihan panas maka udara yang masuk ke turbin dibatasi oleh *turbine inlet overheat switch*  $210^{\circ}\text{F}$  ( $99^{\circ}\text{C}$ ), dimana udara hasil dari turbin menjadi udara dingin (*cold air*) yang akan dialirkan menuju *water separator*.



### Pack/ Zone Temperature Controller

Pada setiap *controller* terdapat *primary control*, *standby pack control* dan dua *zone control*, dimana satu *control* untuk *cockpit* dan satu *control* untuk *passanger cabin*. Sebelah kanan dari *pack/zone temperature controller* akan mengontrol suhu di *cockpit* dan *cabin* bagian depan, sedangkan sebelah kiri *pack zone controller* digunakan untuk mengontrol suhu bagian belakang *passanger cabin* serta sebagai *back up* pengontrol suhu di *cockpit* seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Pack/ Zone Temperature Controller  
(Sumber : Aircraft Maintenance Manual, ATA 21-51-00)

*Pack/Zone temperature controller* akan mengolah sinyal yang diterima dari beberapa sensor untuk mengetahui suhu udara yang diinginkan pada setiap *zone*, sehingga posisi *controller* akan menempatkan *mix valve* untuk membuat pendinginan setiap *zone* menjadi lebih sempurna dan sesuai dengan yang dibutuhkan. *Zone temperature* juga akan memenuhi beberapa permintaan untuk menambah *engine bleed air* yang masuk pada *zone*.

Setiap *pack/zone temperature controller* terdiri dari *Full Build-Intest Equipment (BITE)*, dimana *controller* bisa memisahkan komponen-komponen yang rusak dan untuk mengetahui komponen-komponen yang berhubungan dengan *controller*. *BITE* akan terus melakukan pengecekan pada komponen dan *pack/zone controller* untuk mengetahui kerusakan setiap komponen pada waktu beroperasi. Jika kerusakan sudah dikirim ke *BITE* maka *pack/zone temperature controller* akan memberikan koreksi untuk mencegah kerusakan komponen dari *controlling*. *Pack/zone temperature controller* selanjutnya akan membuat konfigurasi yang sempurna mengenai pendinginan dan pemanasan yang dibutuhkan *pack/zone temperature controller* untuk melakukan pemisahan kerusakan pada komponen yang mendukung *air conditioning system*.

### Trouble Shooting

*Trouble shooting* adalah suatu langkah penanganan yang dilakukan untuk memecahkan masalah-masalah yang terjadi pada sistem pesawat terbang akibat dari kerusakan ataupun standar kelainan, dimana pemecahannya telah tercantum pada *Aircraft Maintenance Manual (AMM)*. Penanganan *trouble shooting air cycle machine* pada *air conditioning* pesawat Boeing 737-Series memerlukan pengetahuan serta pemahaman tentang sistem pendingin. Adanya pengetahuan tentang

komponen, letakserta fungsi yang saling berhubungan satu sama lain dapat mempermudah dalam melakukan pencarian permasalahan yang timbul.

Ketika terdapat masalah pada *air cycle machine*, lampu peringatan (*warning light*) dan indikasi suhu (*temperature indicator*) akan membantu untuk menemukan komponen yang rusak. Apabila salah satu sensor dari *air cycle machine compressor discharge overheat switch*, *air cycle machine turbine inlet overheat switch*, dan *duct overheat switch* bermasalah maka akan ditunjukkan dengan lampu *pack trip off* (*amber light*) pada panel P5-10 di *flight compartment*. *Pack trip off* bisa disebabkan dari salah satu atau beberapa komponen yang rusak ketika *on the ground* maupun *in-flight*. Sebab-sebab terjadinya lampu *pack trip off* menyala diantaranya adalah sebagai berikut :

1. *Thermal switch* mencapai pada suhu 390°F (199°C), 250°F (99°C), atau 210°F (121°C).
2. *35°F control valve malfunction*, dimana *valve* tidak merespon sinyal dari sensor 35°F pada *water separator*.
3. *Air cycle machine malfunction* disebabkan oleh kompresor maupun turbin sudah tidak memenuhi standar operasional.
4. *Temperature control system malfunction*, dimana *mix valve* bergerak ke arah *full hot*.
5. *Ram air modulation system malfunction*, dimana sistem tidak mengatur *open* atau *block* sehingga *ducting* akan mempengaruhi lancarnya *heat exchanger*.
6. *Heat exchanger block*, dimana 50% lubang yang terdapat di *heat exchanger* tertutup oleh kotoran yang mengakibatkan *heat exchanger* tidak berfungsi dengan baik dan harus diganti, selanjutnya *heat exchanger* yang lama harus dikirim ke bagian *workshop*.

### **Cara Mengatasi Trouble Shooting Pada Air Cycle Machine**

Setiap sistem pada pesawat terbang dapat mengalami masalah yang membuat sebuah sistem tidak bekerja dengan semestinya. Apabila Pesawat *Boeing 737-Series* mengalami suatu masalah pada *air cycle machine*, maka yang harus dilakukan adalah melakukan *trouble shooting*. Langkah-langkah untuk melakukan *trouble shooting* pada *air cycle machine* adalah sebagai berikut :

1. *Unit Servicing Air Cycle Machine*
  - a) Membuka *access door* ke *air conditioning bay*
  - b) Melaksanakan *drain oil* dari *air cycle machine* dengan cara :
    - 1) Menempatkan *container* dibawah *drain plug* pada *oil sump*.
    - 2) Membuka *drain plug* dan biarkan oli keluar semua.
    - 3) Melepaskan *chip detector plug* dari *drain plug*.
    - 4) Memeriksa *chip detector plug* dari metal particles. Apabila pada *chip detector* tidak terdapat partikel logam di dalamnya maka *air cycle machine* masih layak pakai. Partikel logam adalah tanda-tanda *air cycle machine* mengalami kerusakan.
  - c) Membersihkan *chip detector plug* dan pasang dengan *o-ring* yang baru.
  - d) Memasang *drain plug* dengan *o-ring* yang baru, isi oli 300 cc menggunakan oli cain.
  - e) Memasang *filler plug* dengan *o-ring* yang baru pada *filler port*.
  - f) Menutup *access door air conditioning*.
2. *Remove Air Cycle Machine*
  - a) Membuka *access door air conditioning*.
  - b) Mengeluarkan oli pada *air cycle machine*.
  - c) Membuka *flexible coupling air cycle machine* pada *compressor inlet duct*, *compressor outlet duct*, dan *turbine inlet duct*.
  - d) Melepaskan 4 buah *clamp* pada *duct supply*.
  - e) Melepaskan *air cycle machine* dari *mounting assembly* dengan cara :

- 1) Melepaskan dua mounting bolts bagian depan.
  - 2) Mengendorkan bagian belakang mounting nut dan gerakan air cycle machine ke depan sampai *air cycle machine* terlepas dari *mounting assembly*.
  - 3) Jangan dilepas dua indexplate bolts untuk menempelkan indexplate pada support bracket assembly.
3. *Installation air cycle machine*
- a) Memasang *air cycle machine* sampai ke posisinya dan memasang ketiga *mounting bolt*.
  - b) Memasang *compressor inlet duct, compressor outlet duct, turbine inlet duct, dan turbin outlet duct* sampai ke posisinya.
  - c) Memastikan posisi *air cycle machine* sudah lurus dengan *duct supply*.
  - d) Memasang *flexible coupling air cycle machine* pada *compressor inlet, compressor outlet dan turbine inlet duct*.
  - e) Memasang *overheat switch* untuk *compressor discharge* pada *air cycle machine*.
  - f) Mengisi oli 300 cc melalui *fill plug* pada *air cycle machine* dengan menggunakan oil cain.

## Kesimpulan

Setelah melakukan pengamatan dan pembahasan tentang Sistem Operasional *Air Cycle Machine* pada *Air Conditioning* Pesawat *Boeing 737-Series*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Fungsi *Air cycle machine* adalah untuk mengkondisikan suhu udara dan sebagai penjamin adanya *pressurized* di dalam *cockpit* dan *passanger cabin*, sehingga memberikan kondisi lingkungan yang aman dan nyaman bagi para awak pesawat dan penumpang.
2. Sistem proteksi suhu udara pada *air cycle machine* terdiri dari tiga *thermal switch*, satu *thermal switch* untuk *compressor discharge overheat switch* 390°F (199°C), satu untuk *turbine inlet overheat switch* 210°F (99°C), dan *cabinduct overheat switch* 250°F (121°C).
3. *System Power* yang digunakan pada *air cycle machine* berasal dari *system pneumatic* yaitu *APU bleed air* (30 psi), *engine bleed air* (stage 5 & 9) atau *air conditioning cart*. *Trouble shooting* pada *air cycle machine* terjadi apabila terdapat partikel logam di dalam *chip detector* yang menandakan *air cycle machine* mengalami kerusakan dan harus diganti dengan *air cycle machine* yang baru, selanjutnya *air cycle machine* yang rusak harus dikirim ke bagian *workshop*.

## Daftar Pustaka

- [1] S. Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Edisi Revisi VI. Jakarta: Rineka Cipta, 2006.
- [2] *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-300/400/500. ATA 21*. Amerika: *The Boeing Company*, 1993.
- [3] B.M.E. Jati dan T.K. Priyambodo, T.K. 2008. *Fisika Dasar Perpindahan Kalor*. Yogyakarta: ANDI OFFSET, 2008.
- [4] M. Nazir, *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia. Jakarta, 2009.
- [5] D.R.A. Sahistya, *Cara Kerja Distribusi Air Conditioning System Pada Boeing 737-Series*, 2009.
- [6] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfa Beta, 2010.
- [7] E.M. Sangaji dan Sopiah, *Metode Penelitian Pendekatan Praktis Dalam Penelitian*. Yogyakarta: ANDI OFFSET, 2010.
- [8] *Maintenance Training Manual Boeing 737-300/400/500. ATA21-00-06*. Amerika: *The Boeing Company*, 2001.
- [9] *System Schematic Manual Boeing 737-300/400/500. ATA 21-51-15*. Amerika: *The Boeing Company*, 2009.