

PENGARUH WATER SEPARATOR PADA CABIN DI PESAWAT BOEING 737-SERIES

Erwhin Irmawan¹⁾, Indreswari Suroso²⁾, Mohammad Ridwan³⁾

^{1),2),3)}Program Studi Aeronautika, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Yogyakarta

Abstrak

Pesawat Boeing 737-series telah dilengkapi dengan banyak sistem dan instrumen yang sangat menunjang dalam penggunaan pesawat itu sendiri. Salah satu sistem yang dimiliki oleh pesawat Boeing 737-series adalah Air Conditioning System dan Air Cycle System atau Pneumatic Air Cycle Kit (PACK). Sistem di suatu pesawat harus dipastikan dalam keadaan baik serta dapat beroperasi dengan baik atau normal, agar dapat memenuhi keamanan dan kenyamanan suatu pesawat. Fungsi dari water separator adalah untuk memisahkan udara dari uap air sebelum udara memasuki sistem distribusi.

Penelitian ini merupakan penelitian yang deskripsi yaitu penjelasan menggunakan bahasa dan kalimat yang jelas. Penelitian deskriptif yaitu metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas. Data penelitian ini diperoleh dengan observasi terhadap water separator, sumber-sumber data dari buku atau referensi lain seperti web maupun maintenance manual serta training manual dan wawancara.

Udara dingin dari ACM masuk ke coalescer bag untuk dipisahkan antara udara dan uap air, setelah itu udara masuk ke mix chamber sebelum udara memasuki sistem distribusi. Trouble di water separator pada pesawat Boeing 737-series yang biasa ditemukan adalah terjadinya pemblokian di coalescer bag, disebabkan karena coalescer bag kotor sehingga tekanan udara dingin yang masuk ke coalescer bag lambat dan tekanan naik, tekanan tersebut digunakan untuk bag condition indicator. Tekanan lebih besar dari pada bypass valve sehingga udara dingin lewat melalui bypass valve tanpa melalui coalescer bag. Cara untuk menanggulangnya yaitu dengan mengganti coalescer bag sesuai dengan petunjuk dalam Aircraft Maintenance Manual (AMM).

Kata kunci : Water Separator, Coalescer Bag, Air Conditioning System.

Pendahuluan

Pesawat terbang merupakan alat transportasi yang semakin maju di zaman yang modern ini. Salah satu jenis pesawat terbang yang semakin banyak digunakan oleh perusahaan jasa transportasi udara yaitu Boeing 737-series. Pesawat terbang ini dituntut menjadi alat transportasi yang efisien, nyaman, dan aman. Seluruh sistem dari pesawat terbang membutuhkan tenaga ahli dalam perawatannya, agar dapat menjaga keamanan dan kenyamanan ketika pesawat terbang sedang beroperasi.

Pesawat Boeing 737-series telah dilengkapi dengan banyak sistem dan instrumen yang sangat menunjang dalam penggunaan pesawat itu sendiri. Salah satu sistem yang dimiliki oleh pesawat Boeing 737-series adalah Air Conditioning System. Sistem di suatu pesawat harus dipastikan dalam keadaan baik serta dapat beroperasi dengan baik atau normal, agar dapat memenuhi keamanan dan kenyamanan suatu pesawat. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah 1) bagaimana fungsi dan cara kerja water separator pada Air Conditioning System di pesawat Boeing 737-series? 2) bagaimana trouble dan trouble shooting water separator pada Air Conditioning System di pesawat Boeing 737-series?

Tinjauan Pustaka

Dalam kondisi semua sistem bekerja, *Auxiliary Power Unit* (APU) menghasilkan tenaga listrik dan *pneumatic*. Tenaga *pneumatic* dari APU ini digunakan untuk mendinginkan kabin pesawat pada saat pesawat masih di darat dan juga untuk menghidupkan mesin. APU yang berfungsi normal sudah mencukupi kebutuhan tenaga *pneumatic* untuk membuat nyaman suhu kabin hingga sumber utama *pneumatic* dari mesin pesawat tersedia [1].

Air Conditioning System menyuplai udara yang dikondisikan untuk penghangatan dan pendinginan bagian ruang *cockpit* dan *cabin*. Fungsi lainnya adalah mencegah panas berkelanjutan yang dapat menimbulkan kerusakan pada *equipment*. *Air Conditioning System* ini dipasang pada pesawat terbang modern menggunakan *air cycle system* yang menghasilkan udara dingin. *Air cycle system* bekerja dengan cara mendinginkan udara panas melalui suatu sistem perputaran udara atau yang biasa disebut dengan *Air Cycle Machine* (ACM) [2].

Bleed air mempunyai tekanan dan suhu yang tinggi. Suhu yang tinggi ini dimanfaatkan sebagai *anti-icing* dengan cara mengalirkan udara panas ke permukaan pesawat yang tidak boleh terkontaminasi oleh es. Tekanan yang tinggi digunakan untuk menekan udara di kabin sehingga manusia tetap dapat bernafas di ketinggian yang ekstrim. Udara bertekanan dari *bleed air* ini diturunkan suhunya agar bisa membuat kabin nyaman karena udara yang diambil dari mesin turbin masih merupakan udara panas [3].

Ram Air merupakan udara dari luar pesawat yang masuk melalui *ram air inlet* dan keluar melalui *ram air exit louver*. Suhu *ram air* bergantung pada ketinggian terbang pesawat. Pesawat terbang komersial umumnya terbang pada ketinggian 26.000 hingga 30.000 kaki dengan suhu *ram air* sebesar -36°C hingga -44°C . Pengondisian udara pesawat terbang dilakukan dengan cara mengubah suhu dan tekanan dari *bleed air*. *Bleed air* adalah udara panas yang disuplai dari salah satu tiga sumber udara panas yang bertekanan tinggi [4].

Pada *Training Manual Boeing 737-series ATA 21* disebutkan bahwa tujuan utama dari *Air Conditioning System* adalah menyediakan kondisi lingkungan udara untuk penumpang, kru, ruangan kargo, peralatan elektronik dan menyediakan udara untuk sistem udara. *Bleed air* dari *pneumatic manifold* masuk ke *pack valve*. Melewati *pack valve* aliran udara *bleed air* masuk ke *mix valve*, di *mix valve* aliran udara *bleed air* masuk ke PACK dan didinginkan, setelah dingin udara yang dingin akan masuk ke *mix chamber*, selain itu *mix valve* mengatur aliran udara panas langsung ke *mix chamber*.

Landasan Teori

Air Conditioning System

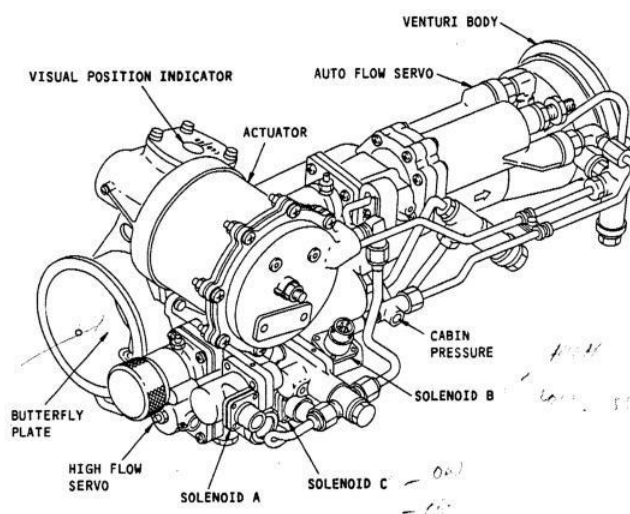
Air Conditioning System merupakan bagian dari sistem lingkungan (*environmental system*), yaitu menyediakan udara yang terkondisi untuk penumpang, kru, pemanas ruangan kargo, pendinginan peralatan elektronik dan menyediakan udara untuk sistem tekanan udara. Secara umum *Air Conditioning System* pesawat udara dirancang untuk bisa memenuhi kebutuhan udara di dalam cabin untuk keperluan saat penerbangan maupun didarat.

Komponen Air Conditioning System

Pesawat terbang Boeing 737-series memiliki komponen-komponen *Air Conditioning System* yang saling berkaitan satu sama lain dengan *air cycle system* atau *Pneumatic Air Cycle Kit (PACK)* untuk menghasilkan conditioned air yang kemudian disalurkan ke *cockpit* dan *passanger compartment*. PACK mempunyai komponen-komponen sebagai berikut:

a. Pack Valve

Pack valve adalah komponen yang mengatur massa dan volume bleed air serta untuk menghidupkan dan mematikan *air cycle system* atau PACK. Volume yang masuk hampir konstan dan juga sebagai penghenti aliran udara (*shut off valve*) apabila terjadi kelebihan panas pada sistem, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. *Pack Valve*
(Sumber: *Training Manual Boeing 737-series*)

b. Mix Valve

Mix valve berfungsi untuk mengontrol suhu hasil PACK dengan mengarahkan aliran udara untuk *mix chamber*. Udara panas dan dingin bercampur menurut perbandingan untuk memenuhi suhu kabin yang diperlukan. *Mix valve* dioperasikan oleh air temperature cabin yang berada di *cockpit*. *Mix valve* mempunyai dua valve, yaitu *cold valve* dan *hot valve*. Cara kerja dari *mix valve* ada dua macam yaitu manual dan otomatis, seperti pada gambar 2.

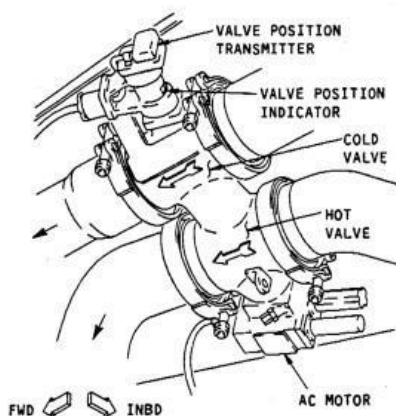
c. Heat Exchanger

Komponen ini terdiri dari dua bagian, yaitu bagian utama (*primary heat exchanger*) dan bagian sekunder (*secondary heat exchanger*). Aliran udara panas (*hot air*) dari sumber *pneumatic (bleed air)* baik APU atau *engine* diturunkan suhunya oleh aliran udara yang dihisap oleh sistem udara berpendorong (*ram air*) dengan memanfaatkan sirip-sirip (*fin*) yang ada di dalam komponen penukar panas tersebut, seperti pada gambar 3.

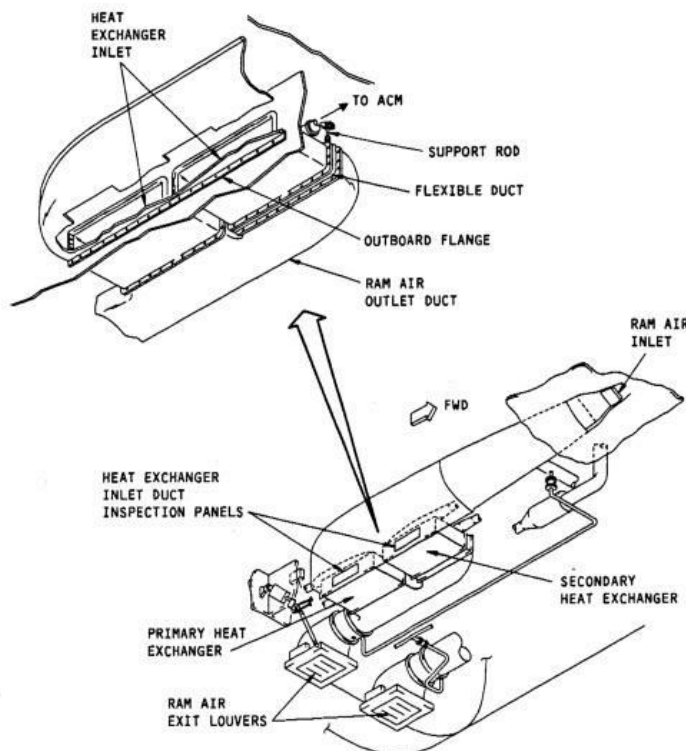
Perawatan ringan, mulai pembersihan, servis, lubrikasi hingga *overhaul* juga diperlukan untuk menjaga agar komponen yang bekerja pada sistem pendingin pesawat bisa menjalankan fungsinya

dengan baik. Kebersihan *heat exchanger* harus terjaga untuk menjamin agar pertukaran panas di bagian ini bisa berjalan optimal.

Pengoperasian pesawat di daerah tropis yang berdebu seperti di Indonesia kadang mengharuskan pembersihan dengan interval yang lebih pendek dibandingkan negara-negara subtropis. Interval yang direkomendasikan pabrikan pesawat sekitar 4.000 jam terbang. Setelah jam tersebut tercapai, *heat exchanger* harus segera dilakukan pembersihan. Pembersihan ini bisa dilakukan di pesawat ataupun dilepas dari pesawat dan dikerjakan di bengkel.



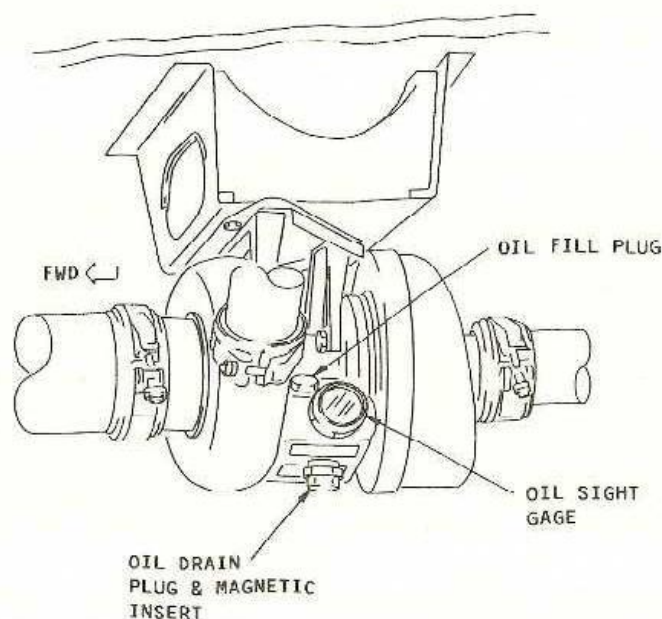
Gambar 2. *Mix Valve*
(Sumber: *Training Manual Boeing 737-series*)



Gambar 3. *Heat Exchanger*
(Sumber: *Training Manual Boeing 737-series*)

d. Air Cycle Machine (ACM)

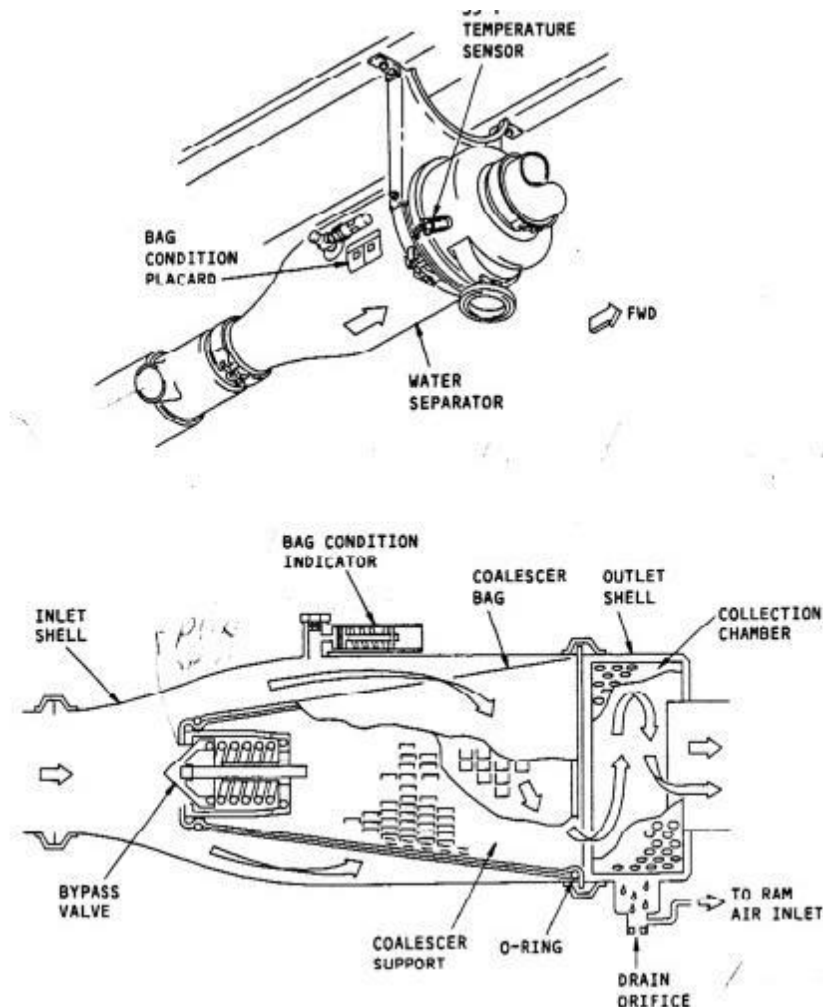
Gambar 4 menunjukkan ACM mempunyai dua bagian utama yaitu *compressor* ACM dan *turbine* ACM. Udara yang telah diturunkan suhunya oleh *primary heat exchanger* mengalir memasuki *compressor* ACM dan dikompresikan. Udara yang terkompresi ini membuat *bleed air* berubah menjadi panas karena tekanan bertambah dan suhunya meningkat, setelah itu udara panas mengalir ke *secondary heat exchanger* dan masuk ke *turbine* ACM. *Bleed air* tersebut kemudian akan mengalami ekspansi dengan cepat sehingga udara tersebut diuraikan dan tekanan akan berkurang serta suhu menurun, setelah itu masuk ke bagian *water separator*. Suhu udara setelah melewati ACM berubah menjadi udara dingin (*cold air*).



Gambar 4. Air Cycle Machine
(Sumber: Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-series)

e. Water Separator

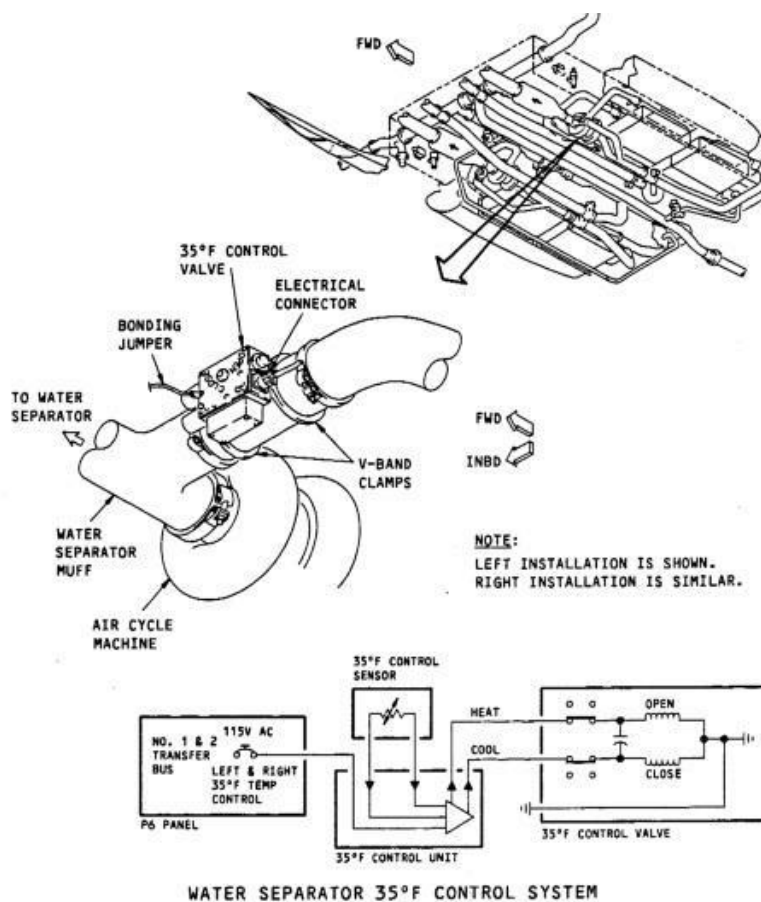
Udara dari ACM masuk ke *water separator*. Udara yang masuk ke *water separator* tersebut dipisahkan antara udara dengan uap air melalui coalescer bag, sebelum udara itu masuk ke *mix chamber*, sedangkan uap air yang terpisah dari udara digunakan untuk membantu pendinginan melalui *water spray injector*, selain untuk membantu pendinginan uap air tersebut di keluarkan dari pesawat melalui *drain orifice*, seperti yang ada pada gambar 5.



Gambar 5. *Water Separator*
(Sumber: *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-series*)

f. *Water Separator 35°F Controller*

Gambar 6 menjelaskan *water separator 35°F controller* mempunyai 3 bagian utama yaitu *sensor 35°F*, *35°F control valve* dan *35°F controller*. Suhu udara dingin hasil dari *turbine ACM* diharapkan tidak kurang dari 35°F (2°C) agar tidak terjadi pembekuan. *Sensor 35°F* akan memberikan sinyal ke *35°F controller*, dari *35°F controller* mengirim sinyal ke *35°F control valve* untuk membuka *valve*, agar suhu udara yang disalurkan ke kabin pesawat berada pada kisaran 35°F .



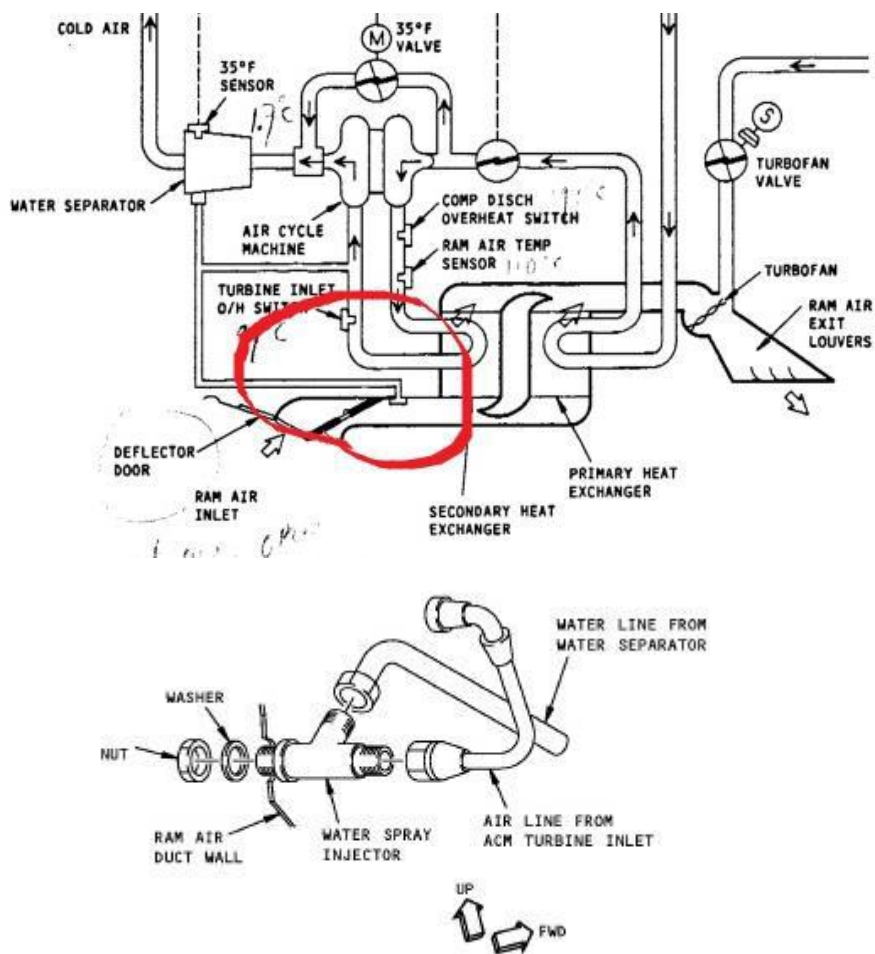
Gambar 6. *Water Separator 35°F Controller*
(Sumber: *Training Manual Boeing 737-series*)

g. *Water Spray Injector*

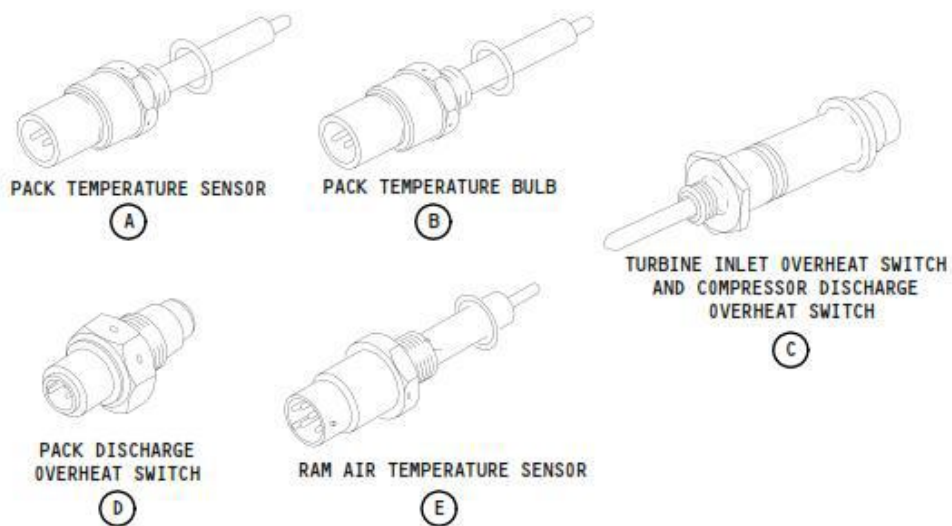
Water spray injector digunakan untuk membantu pendinginan dengan menyemprotkan air secara langsung pada *heat exchanger*, dimana air yang didapat oleh *water spray injector* adalah hasil dari tampungan di *water separator* dan udara dari *turbine ACM* digunakan untuk menekan air, seperti pada gambar 7.

h. *Thermal Sensing Units*

Gambar 8 menjelaskan bahwa *thermal sensing units* berfungsi untuk memberikan perlindungan apabila terjadi kelebihan panas pada *air cycle system*, sehingga apabila terjadi kelebihan panas maka *pack valve* menutup aliran *hot bleed air*. Adapun *sensor* yang dimiliki *thermal sensing units* yaitu: *compressor discharge overheat switch*, *turbine inlet overheat switch* dan *duct overheat switch*.



Gambar 7. Water Spray Injector
 (Sumber: Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-series)



Gambar 8. Thermal Sensing Units
 (Sumber: Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-series)

Pneumatic System

Pada prinsipnya *pneumatic system* sama dengan *hydraulic system*. *Pneumatic system* menggunakan udara sebagai media (*fluida*) penghantar tenaga. Persamaannya kedua sistem ini menggunakan *fluida* sebagai media penghantar. Penggunaan *pneumatic system* di pesawat terbang ditentukan bahwa *fluida* yang berupa udara atau gas harus bebas dari debu, kotoran dan kontaminasi lainnya. Keuntungan *pneumatic system* dibanding dengan *hydraulic system* yaitu lebih bersih, ringan, murah dan kemungkinan terjadi kebakaran lebih sedikit.

Pneumatic system yaitu memampatkan udara untuk mengontrol suhu dan tekanan *environment* pada waktu semua tahap untuk *flight* dan *ground operation*. Udara diperoleh dari *engine bleeds*, APU atau *ground sources* dan dibagi-bagikan melewati sistem dari *ducts* untuk penggunaan sistem-sistem. *Pneumatic system* menyediakan udara yang bersuhu tinggi, tekanannya besar untuk *air conditioning*, *pressurization*, *wing and cowl thermal anti-icing* dan tekanan untuk *potable water system*, *hydraulic system* dan *engine starters*.

Auxiliary Power Unit (APU)

Auxiliary Power Unit (APU) adalah suatu *gas turbine engine*, yang menghasilkan tenaga *electric* dan *pneumatic* yang digunakan untuk *starting engine*. Tenaga *pneumatic* yang dihasilkan oleh APU bertekanan sebesar 40 psi dengan suhu 390°F–440°F sedangkan untuk tenaga *electric* yang dihasilkan oleh APU sebesar 115v AC 400 hz 3 *phase*. Tenaga *pneumatic* digunakan untuk *Air Conditioning System* yang berfungsi mendinginkan *cabin* dan *bleed supply system* untuk *starting engine*, sedangkan tenaga *electric* pada APU digunakan untuk *lighting system* dan komponen yang ada pada *control panel* di *cockpit*.

Metode Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk 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 [5].

Alat dan Bahan Penelitian

Penulis menggunakan berbagai macam alat yang digunakan pada saat perawatan maupun perbaikan pesawat terbang. Beberapa alat yang digunakan dalam melaksanakan penelitian yaitu:

1. *Socket*, yaitu kunci dengan kepala yang dapat diubah yang menempel pada *ratchet*, memungkinkan untuk mengubah ukuran yang sesuai dengan *nut* dan *bolt*.
2. *Wrench*, yaitu alat yang digunakan untuk memberikan pegangan dalam memberikan *torque* atau pengencangan sebuah *nut* dan *bolt*. Satu set *wrench*, biasanya ujungnya berbentuk *open* dan cincin di salah satu sisinya atau semua sisinya sama.
3. *Ratchet*, yaitu alat mekanis yang memungkinkan gerakan hanya dalam satu arah dan bisa diatur sesuai arah yang diperlukan. *Ratchet* biasanya lebih sering digunakan untuk memutar *nut* yang ringan karena lebih cepat. *Ratchet* tidak boleh digunakan untuk memberikan *torque* bagi *nut* karena dapat merusak *ratchet* itu sendiri.
4. *Drive Adapter*, yaitu sebuah alat penyambung antara *ratchet* dan *socket* ketika *nut* atau *bolt* dalam keadaan sulit dijangkau, *drive adapter* ini digunakan pada *ratchet* dan *drive handle*.

5. *Extention*, sama seperti *drive adapter*, tetapi *extention* berukuran lebih panjang dibandingkan dengan *drive adapter*. *Extention* berguna untuk melepas dan memasang *nut* atau *bolt* pada tempat-tempat yang sulit dijangkau.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

1. *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-series*.
2. *Training Manual Boeing 737-series*.
3. *Computer Based Training Boeing 737-series*.
4. Pencarian data di internet.

Metode Pengumpulan Data

1. Studi Pustaka

Studi kepustakaan adalah teknik pengumpulan data dengan mengadakan studi penelaahan terhadap buku-buku, *literature-literature*, catatan-catatan, dan laporan-laporan yang ada hubungannya dengan masalah yang dipecahkan (Nazir, 1988). Materi ini diperoleh dari sumber-sumber data dari buku atau referensi lain seperti *web* maupun *maintenance manual* serta *training manual* yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini yang tentunya berkaitan dengan pembahasan atau permasalahan yang akan dibahas.

2. Metode Wawancara

Wawancara merupakan suatu teknik pengumpulan data dengan cara mengadakan komunikasi dengan sumber data. Komunikasi tersebut dilakukan dengan dialog secara lisan, baik langsung maupun tidak langsung [7]. Materi penelitian ini diperoleh dengan cara mewawancarai narasumber terkait yang memahami betul tentang masalah yang akan dibahas seperti dari para *tutor*, *engineer* yang berada di lapangan maupun dosen pembimbing yang berpengalaman.

3. Metode Observasi Lapangan

Metode observasi yaitu metode pengumpulan data dengan cara pengamatan secara langsung terhadap objek yang diteliti [8]. Materi penelitian ini diperoleh dengan observasi yaitu dengan cara mengamati secara langsung pada objek yang diteliti yaitu pengaruh *water separator* pada *cabin* di pesawat Boeing 737-series.

Hasil dan Pembahasan

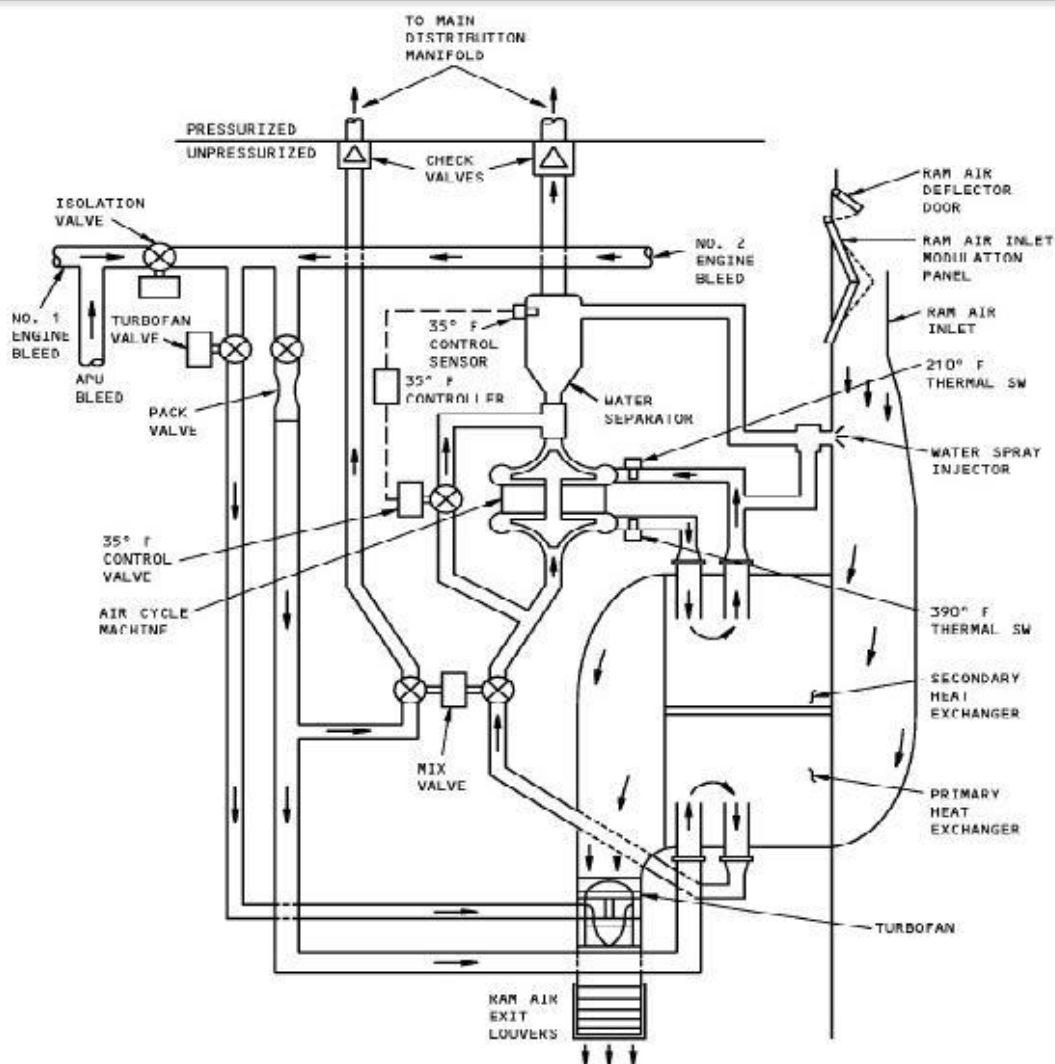
Cara Kerja Air Conditioning System

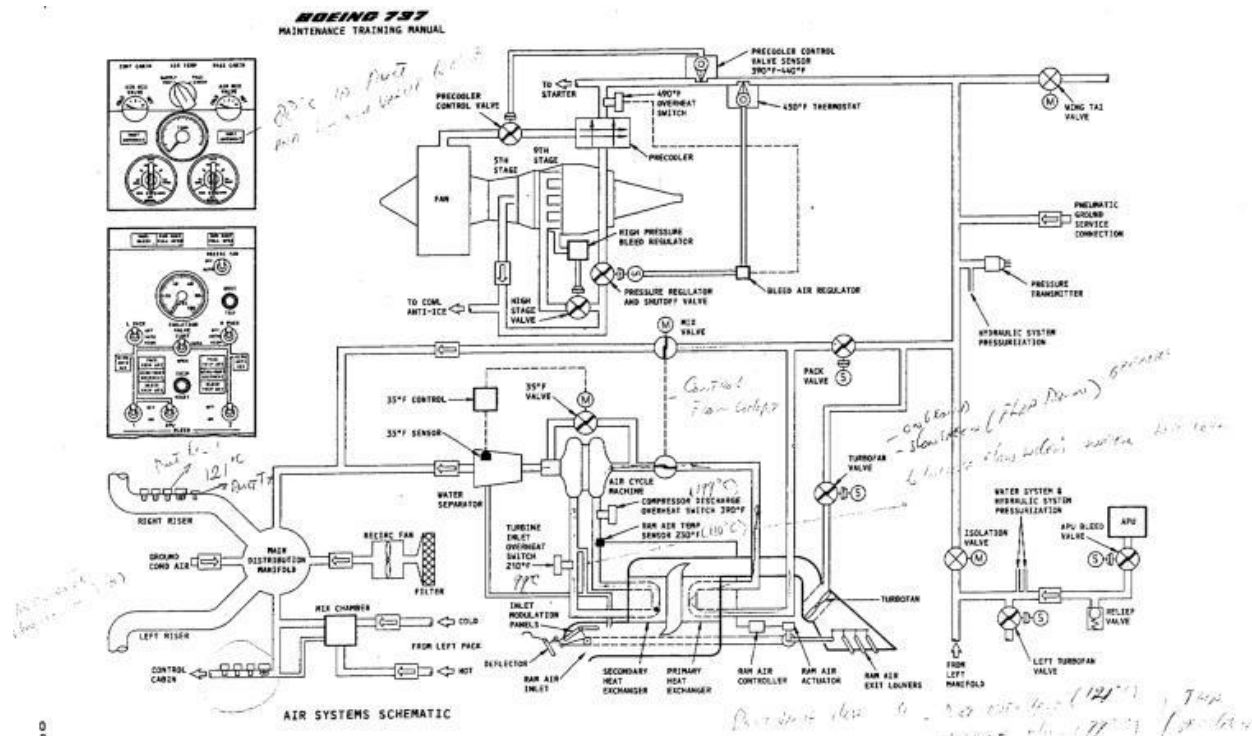
Udara pada *Air Conditioning System* disuplai oleh *pneumatic system* dari kedua *engine bleed air*, *Auxiliary Power Unit (APU)* yang bisa digunakan pada saat *in-flight* dan *on the ground*. Ketika *engine* belum dihidupkan sumber udara bisa menggunakan *APU bleed air*, *Ground Turbine Compressor (GTC)* dan *air conditioning cart*. Ketika di *ground* biasanya *engine* tidak dihidupkan sehingga menggunakan *APU*, *bleed air* dari *APU* dialirkan ke *pack valve* dan *turbo fan control valve*. Udara panas yang masuk ke *turbo fan control valve* menuju *turbo fan* dan langsung di buang keluar melalui *ram air exit louvers*.

Udara panas yang masuk ke *pack valve* dialirkan menuju *mix valve* dan *primary heat exchanger* dengan tujuan menurunkan temperatur. Udara panas yang sudah didinginkan oleh *primary heat exchanger* berubah menjadi udara hangat (*warm air*). Udara hangat dari *primary heat exchanger* melewati *mix valve*, udara masuk ke *mix valve* dialirkan ke *compressor Air Cycle Machine (compressor ACM)* dan *35°F control valve*. Udara yang masuk ke *compressor ACM* dikompresi.

Udara yang terkompresi menjadi panas kembali dan masuk ke *secondary heat exchanger* untuk didinginkan kembali, sehingga udara yang keluar menjadi udara sejuk (*cool air*).

Udara sejuk dari *secondary heat exchanger* dialirkan melewati *turbine Air Cycle Machine (turbine ACM)*, udara sejuk yang masuk ke *turbine ACM* diekspansikan sehingga udara tersebut menjadi udara dingin (*cold air*). Udara dingin dari *turbine ACM* mengalir ke *water separator* dan di *water separator* udara akan dipisahkan dari uap air. Udara dingin dari *water separator* yang sudah dipisahkan dari air masuk ke ruang pencampuran (*mix chamber*). Udara dingin hasil *air cycle system* dicampur dengan udara panas yang didapat dari *mix valve*, proses ini yang disebut *Air Conditioning System* dimana udara dikondisikan sesuai dengan kebutuhan pada *cockpit* dan *cabin passenger compartment*, seperti pada gambar 9.





Gambar 9. Scematic Air Cycle System
(Sumber: Training Manual Boeing 737-series)

Sistem Cadangan

Pengoperasian pesawat udara boleh dilakukan dengan mengikuti persyaratan *Minimum Equipment Listd* (MEL) sesuai tipe pesawat yang beroperasi. Terkait penyediaan tenaga *pneumatic* di darat, bahkan APU pesawat boleh dalam kondisi tidak bisa digunakan sama sekali (*inoperative*). Saat APU tidak mampu menyediakan tenaga *pneumatic* karena rusak atau hanya menghasilkan tenaga listrik saja (*electrical only*), maka saat itulah pesawat membutuhkan sistem cadangan dari luar, antara lain:

1. Ground Turbine Compressor (GTC)

GTC bisa menghasilkan tenaga *pneumatic* selama pesawat di darat hingga proses menyalakan mesin (*engine starting*). Tenaga *pneumatic* dari peralatan ini masuk ke sistem pendingin pesawat melalui sambungan *pneumatic* di darat (*pneumatic ground connector*). Saat tersambung, maka sistem pendingin pesawat bekerja normal seperti layaknya mendapatkan tenaga *pneumatic* dari APU.

2. Air Conditioning Cart (Mobil Pendingin)

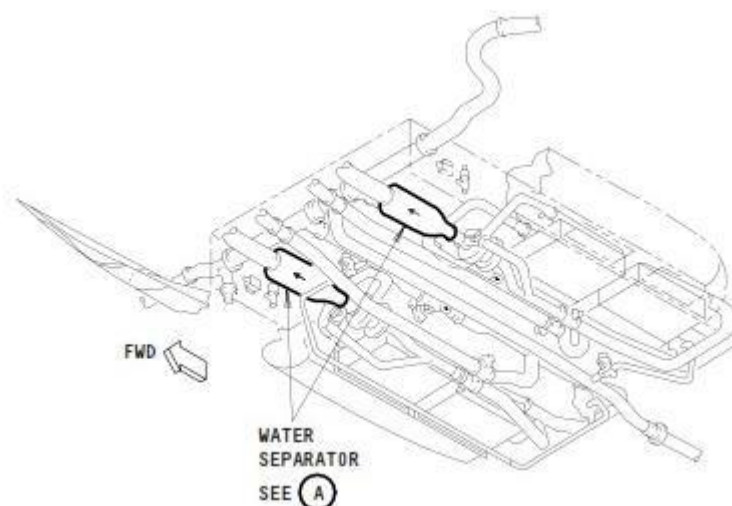
Pilihan sistem cadangan lainnya adalah dengan menggunakan mobil pendingin yang terhubung ke pesawat melalui sambungan udara terkondisi di darat (*ground air conditioned connector*) yang biasanya berada di bawah pesawat. Udara dari mobil pendingin akan langsung terhubung ke saluran distribusi. Kedua pilihan sistem pendingin pesawat cadangan tersebut sudah banyak tersedia di bandara domestik di Indonesia. Tentu saja maskapai yang menggunakannya akan dikenakan biaya tersendiri.

Water Separator

Water separator berbentuk *cylinder* sebagai ruangnya, *water separator* mempunyai bagian-bagian terdiri dari *inlet shell assembly* dan *outlet shell assembly*. *Inlet shell assembly* adalah tempat untuk *polyester coalescer bag* yang berbentuk kerucut, *bypass valve assembly*, dan *bag condition indicator*. *Coupling* menghubungkan antara *inlet shell assembly*, *outlet shell assembly* dan *coalescer support* yang terkunci. *Outlet shell assembly* berisikan *collection chamber* dan *overboard water drain*. *Bag condition indicator* terdiri dari *spring-loaded piston*, *indicator disk* yang terdapat didalam *housing*, dan *color-coded cap*. Uap air didalam udara dari ACM harus dipisahkan. Uap air yang sudah terpisah dari udara sebaiknya di semprotkan, akan tetapi uap air itu mengikuti sepanjang aliran udara. *Water separator* berfungsi untuk memisahkan, menampung, dan menghilangkan embun atau uap air dari udara sebelum udara tersebut memasuki sistem distribusi.

Letak Water Separator

Gambar 10 menunjukkan penempatan *water separator* yang terletak didalam pack, tepatnya terletak pada bagian depan setelah ACM.

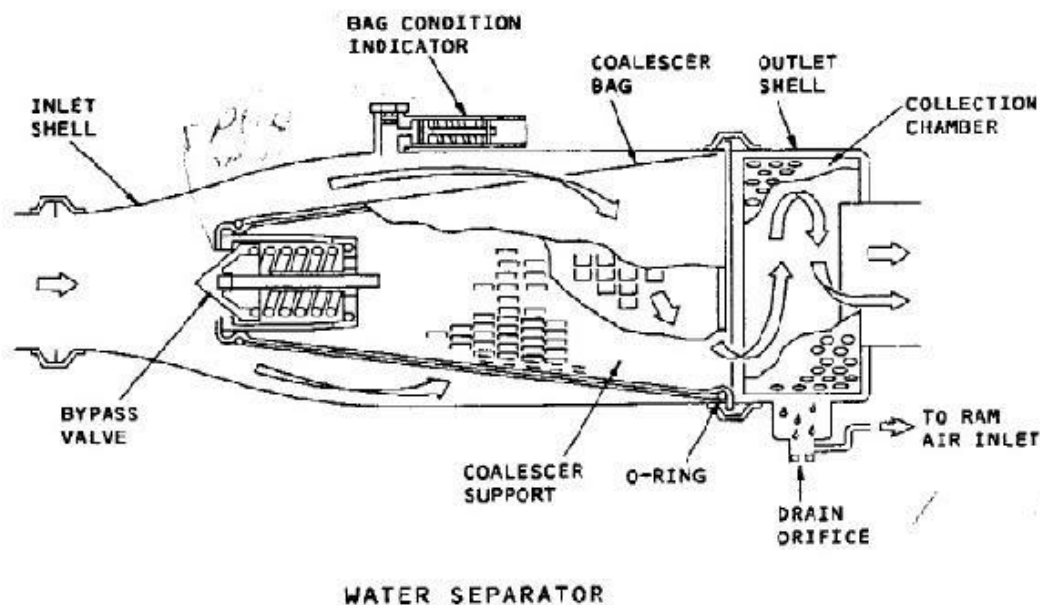


Gambar 10. *Water Separator Position*
(Sumber: *Aircraft Maintenance Manual*)

Cara Kerja Water Separator

Gambar 11 menunjukkan cara kerja dari *water separator* yaitu udara dingin hasil dari ACM masuk ke *inlet shell assembly* dan melewati *coalescer bag*, di *coalescer bag* udara dan uap air dipisahkan. Udara dingin tanpa uap air yang sudah melewati *coalescer bag* masuk ke bagian *outlet shell assembly*, setelah itu udara dingin masuk ke *mix chamber* dan udara dingin bercampur dengan udara panas dari *mix valve* sesuai dengan kebutuhan. Air yang sudah dipisahkan dari udara masuk ke *drain orifice* sehingga air langsung dibuang keluar dari pesawat, selain masuk ke *drain orifice*, air tersebut juga masuk ke *ram air ducts* melewati *water spray injector*. *Water spray injector* air akan disemprotkan ke *ram air ducts* dan mengalir ke *heat exchanger*, untuk membantu proses pendinginan. *Coalescer bag* menjadi kotor dan tersumbat sehingga udara dingin yang melewati *bag* dengan lambat dan menyebabkan tekanan naik dari *bag*. Tekanan tersebut digunakan untuk *bag condition indicator*, menyebabkan *piston* terdorong maju dan memaksa *disk* pada *piston shaft* bergerak mendekati bagian jendela berwarna merah dari *indicator cap*. *Disk* diposisikan dalam jajaran berwarna merah, itu menunjukkan bahwa *bag* sebaiknya diganti. Tekanan diferensial melebihi kekuatan dari *bypass valve*, maka *valve* terbuka udara dingin lewat melewati *valve* tanpa melalui

coalescer bag.



Gambar 11. Cara Kerja Water Separator
(Sumber: Aircraft Mainenance Manual)

Trouble dan Trouble Shooting pada Water Separator

1. Terjadi Icing di Water Separator

Terjadi *icing* di *water separator* disebabkan oleh udara dingin yang masuk ke *water separator* bersuhu kurang dari 35°F, diakibatkan oleh komponen *water separator* 35°F controller yang tidak berfungsi dengan semestinya, sehingga menimbulkan kabut di dalam cabin. Cara untuk menanggulanginya yaitu dengan melakukan 35°F controller BITE (*Built In Test Equipment*). Menyiapkan *air conditioning control* untuk melakukan 35°F controller BITE yaitu sebagai berikut:

- a. Menempatkan pack dalam posisi OFF.
- b. Mengikuti prosedur dan instruksi 35°F controller BITE.
 - 1) Menekan *indicator lamp operate* untuk menguji Go dan No Go light.
 - 2) *Selector switch* sumber diisi untuk posisi flight.
 - 3) Memutar *test switch* pada posisi 1, Go light menyala dan *check* agar 35°F valve dalam posisi benar.
 - 4) Memutar *test switch* pada posisi 2, Go light menyala dan 35°F valve open.
 - 5) Memutar *test switch* pada posisi 3, Go light menyala.
 - 6) Memutar *test switch* pada posisi 4, Go light menyala dan 35°F valve close.
 - 7) Memutar *test switch* pada posisi 5, GO light menyala.
- c. Posisi 1-4 tidak sesuai dengan prosedur maka 35°F valve *malfungtion* dan harus diganti sesuai dengan petunjuk dalam (AMM 21-51-51/401).
- d. Posisi 5 tidak sesuai dengan prosedur maka 35°F temperature sensor *malfungtion* dan harus diganti sesuai dengan petunjuk dalam (AMM 21-51-30/601).
- e. Melakukan *retest* setelah komponen diganti.

2. Terjadi Pemblokian di *Water Separator*

Disk berada dalam jajaran berwarna merah pada *bag condition indicator*, maka menunjukkan bahwa *bag* seharusnya diganti, hal ini disebabkan oleh *coalescer bag* kotor atau tersumbat, sehingga udara yang masuk ke *water separator* melewati *bypass valve* tanpa melewati *coalescer bag*, mengakibatkan udara yang masuk ke *water separator* tidak dapat dipisahkan antara udara dan air dikarenakan *coalescer bag* terjadi pemblokian sehingga udara yang masuk ke *cabin* menjadi lembab bukan dingin. Cara untuk menanggulangnya adalah dengan mengganti *coalescer bag* yang ada pada *water separator* sesuai dengan petunjuk dalam *Aircraft Maintenance Manual (AMM)* agar tidak merusak komponen-komponen lain yang berhubungan dengan komponen yang akan diganti.

Removal

a. Menyiapkan untuk melepas *water separator*

- 1) Menurunkan *air conditioning equipment bay door*.

b. Melepas *separator*

- 1) Melepas *electrical connector* dari *35°F temperature control*.
- 2) Melepas *clamp overboard drain seal* untuk *water separator drain boss*.
 - a) Menyimpan *seal* supaya bisa digunakan untuk *separator* yang baru.
- 3) Melepas *water spray injector*.
 - a) Melepas dan membuang *O-ring*.
- 4) Melepas *duct clamp* dari bagian depan dan ujung belakang dari *water separator*.
- 5) Memegang *water separator* dan melepas *support bracket clamp*.
- 6) Melepas *water separator*.
- 7) Melepas *35°F temperature sensor* dan menyimpannya untuk pemasangan pada *water separator* baru.

Installation

Proses dalam melakukan *installation* pada *water separator* sebagai berikut:

- 1) Menempatkan *small quantity anti seize compound* pada urutan dari *35°F temperature sensor*.
- 2) Memasang *35°F temperature sensor* pada *water separator*.
 - a) Memasang *lock wire*.
- 3) Menempatkan *water separator* pada *support bracket* pada aliran tanda panah tirus bagian depan.
- 4) Memasang tetapi tidak mengencangkan *support clamp*.
- 5) Memutar *water separator* untuk meluruskan *electrical connector* dan *drain boss*.
- 6) Memasang tetapi tidak mengencangkan *duct clamp*.
- 7) Mengencangkan *support bracket clamp* pada *water separator*.
- 8) Mengetatkan *duct clamps*.
- 9) Memasang *overboard drain seal* dan *clamp* untuk *drain boss*.

Kesimpulan

Water separator berfungsi untuk menghilangkan uap air dari udara sebelum udara tersebut memasuki sistem distribusi. Udara dingin masuk melewati *coalescer bag* untuk dipisahkan antara udara dan uap air, setelah melewati *coalescer bag* udara dingin masuk ke *collection chamber*, setelah itu udara dingin masuk ke sistem distribusi, sedangkan air yang sudah dipisahkan masuk ke *water spray injector* untuk membantu pendinginan.

Trouble dan *trouble shooting* yang dialami *water separator* apabila terjadi *Icing* di *Water Separator*, cara menanggulangi kerusakannya yaitu dengan melakukan *35°F controller BITE (Built In Test)*

Equipment). Apabila terjadi pemblokiran di *Water Separator Disk* yang ada di *bag condition indicator* berada di jajaran berwarna merah, hal ini disebabkan *coalescer bag* kotor atau tersumbat, menyebabkan udara dingin yang masuk ke *cabin* menjadi lembab bukan dingin. Cara menanggulanginya dengan mengganti *coalescer bag* sesuai petunjuk pada *Aircraft Maintenance Manual (AMM)*.

Daftar Pustaka

- [1] Suhanto, *Sistem Pendingin Pesawat*, Jakarta, 2013.
- [2] E.C. Wiliam, E. C, *Cabin Pressurization*, Bandung, 2014.
- [3] N. Fadjar, *Bleed Air System*, Bandung, 2010.
- [4] Amien, *Ram Air System pada Pesawat Boeing 737-500*. Surabaya, 2013.
- [5] S. Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta: Rineka Cipta, 2005.
- [6] M. Nazir, *Metode Penelitian*, Jakarta: Ghalia Indonesia, 1998.
- [7] M. Surya, *Psikologi Pendidikan*. Bandung: IKIP, 1985
- [8] H.Nawawi, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, 1995.
- [9] Munib, "Trouble Shooting Heat Exchanger pada Air Conditioning System Pesawat Boeing 737-Series," Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Yogyakarta, 2014
- [10] Musono, B. 2007. *Modul Sistem Dasar Pesawat Terbang*. Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan. Yogyakarta.
- [11] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Jakarta: Alfabeta, 2009.
- [12] *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-series*. Chapter 21, 1991.
- [13] *Maintenance training Manual Boeing 737-series*. ATA 21, 1986.
- [14] *Maintenance Computer Based Training Boeing 737*. Page 5, 1999.