

LUBRICATION SYSTEM PADA AUXILIARY POWER UNIT (APU) GTC P85-129 PESAWAT BOEING 737-300/400/500

Erwhin Irmawan¹⁾, Ilham Putra Faturrachman²⁾

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

Abstrak

Perkembangan pesawat terbang haruslah memperhatikan 2 aspek yang penting yaitu aspek perawatan dan pemeliharaan (maintenance) pesawat demi kelancaran beroperasinya suatu penerbangan yang nyaman. Pesawat boeing 737- 300/400/500 mempunyai banyak komponen serta sistem utama, salah satu komponen utamanya Auxiliary Power Unit (APU) dan salah satu sistem-sistem utamanya yang harus dalam keadaan baik ialah lubrication system pada Auxiliary Power Unit (APU). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi dan cara kerja, perawatan, Trouble dan Trouble shooting Lubrication Sytsem pada Auxiliary Power Unit (APU) GTCP85-129 Pesawat Boeing 737-300/400/500. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang berupa analisis kualitatif hanya menggunakan gambaran dalam penulisannya tidak menggunakan angka atau perhitungan. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi observasi terhadap Lubrication system pada APU pesawat boeing 737-Series, wawancara dan studi pustaka dengan mengumpulkan sumber-sumber dari buku atau referensi lain seperti aircraft training manual dan aircraft maintenance manual, serta FAA handbook. Di dalam APU terdapat lubrication system berguna memberikan pelumasan pada gear dan bearings dari APU dan juga berfungsi untuk menurunkan suhu dari komponen-komponen yang ada dalam APU. Trouble yang sering terjadi diakibatkan oleh kurangnya tekanan pada oli sehingga low oil pressure masih menyala. Trouble shooting pada APU, pertama harus mengetahui apa penyebab kerusakannya dengan melakukan pengecekan pada komponen tersebut dengan cara visual check atau melakukan cara test secara manual.

Kata Kunci : *Lubrication system, Oil pressure, APU GTCP85-129.*

Pendahuluan

Memasuki era modern ini, pesawat terbang merupakan sarana transportasi udara yang mempunyai tingkat keamanan dan kenyamanan yang tinggi, tidak heran meningkatnya konsumen pesawat terbang saat ini. Pesawat terbang merupakan salah satu alat transportasi yang paling efektif untuk digunakan di Indonesia, karena mampu menghubungkan masyarakat diberbagai pulau dengan lebih cepat dan aman. Seiring dengan perkembangan waktu, teknologi dan ilmu pengetahuan di dunia penerbangan sudah sangat maju, perkembangan itu bisa dilihat dari banyaknya *Airline* baru yang bermunculan pada saat ini menggunakan pesawat teknologi yang canggih. Pesawat yang berteknologi canggih, membawa dampak positif di bidang teknologi dan ilmu pengetahuan penerbangan.

Perkembangan pesawat terbang haruslah memperhatikan 2 (dua) aspek yang penting yaitu aspek perawatan dan pemeliharaan (*maintenance*) pesawat terbang demi kelancaran bertransportasi, karena kerusakan kecilpun pada sebuah pesawat terbang akan mengganggu dan menghambat operasional penerbangan. Kerusakan pesawat dapat disebabkan oleh beberapa hal baik yang terjadi pada sistem pesawat tersebut maupun objek lain yang dapat merusak kinerja pesawat. Pesawat terbang sebelum terbang atau sesudah melakukan penerbangan harus dilakukan pemeriksaan dan perawatan secara rutin sesuai dengan prosedur yang ada. Adanya pemeriksaan dan perawatan yang rutin tersebut sehingga semua sistem dan komponen yang ada di dalam pesawat terbang dapat beroperasi dengan baik dan aman. Salah satu dari sistem-sistem yang harus dalam keadaan baik ialah *lubrication system* pada *Auxiliary Power Unit* (APU).

APU adalah salah satu bagian penting dari pesawat terbang yang terletak pada bagian ekor pesawat dan berfungsi sebagai penghasil listrik dan pemberi tenaga *pneumatic* (udara bertekanan) untuk *starting engine* pada saat pesawat di *ground*. Selama APU bekerja perlu adanya pendinginan, dalam hal ini *lubrication system* yang berguna sebagai pendingin disamping udara dan pelumas pada APU.

Salah satu pesawat yang digunakan di *airline* adalah pesawat jenis *Boeing 737-300/400/500*. Pesawat jenis *Boeing 737-300/400/500* mempunyai banyak komponen utama, salah satu komponen utamanya adalah *Auxiliary Power Unit (APU)*. *Lubrication system* untuk APU berguna memberi pelumasan pada *gears* dan *bearings* dari APU dan juga berfungsi untuk menurunkan suhu dari komponen-komponen yang ada dalam APU. *Lubrication system* terdiri dari *oil pump*, *oil filter*, *oil tank* dan *oil cooler*. Oli dari *oil tank* dipompa dan kemudian dialirkan ke bagian-bagian APU sebagai pelumas agar tidak terjadi keausan pada komponen dan pendingin di APU. Oleh karena itu, kajian mengenai *lubrication system* pada pesawat esensial untuk dikaji. Tujuan kajian ini antara lain: (1) mengetahui fungsi dan cara kerja *Lubrication System* pada APU type GTCP85-129, (2) mengetahui perawatan *Lubrication System* pada APU type GTCP85-129, (3) mengetahui apa saja *Trouble* yang ditimbulkan oleh *Lubrication System* pada APU type GTCP85-129, dan (4) mengetahui cara mengatasi masalah *Trouble shooting* pada APU type GTCP85-129.

Tinjauan Pustaka dan Pengembangan Hipotesis

Tinjauan Pustaka

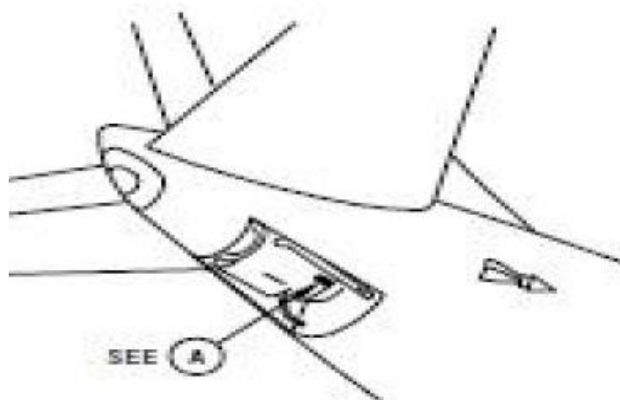
Pelumasan pada APU dapat dilakukan pada pesawat terbang. Bahwa suatu keretakan pada pesawat terbang sangat berpengaruh besar terhadap keselamatan [1]. *Lubrication system* adalah proses memberikan lapisan minyak pelumas diantara dua permukaan yang bergesekan. Semua permukaan komponen motor yang bergerak seharusnya selalu dalam keadaan basah oleh bahan pelumas. Fungsi utama pelumas ada dua yaitu mengurangi gesekan dan sebagai pendingin. Seandainya terjadi suatu keadaan luar biasa, dimana sistem pelumasan tidak bekerja, maka akan terjadi gesekan langsung antara dua permukaan yang mengakibatkan timbulnya keausan dan panas yang tinggi. Bahan pelumas di dalam mesin bagaikan lapisan tipis yang memisahkan antara permukaan logam dengan permukaan logam lainnya yang saling meluncur sehingga antara logam-logam tersebut tidak kontak langsung [2].

Sistem pelumasan adalah suatu sistem pemeliharaan atau perawatan terhadap perangkat mesin yang selalu menampilkan masalah-masalah gerak, gesekan dan panas yang ketiga proses tersebut paling erat berhubungan dan memegang peranan penting dalam masalah kestabilan mesin [3]. APU adalah suatu *gas turbine engine* salah satu bagian penting dari pesawat terbang yang terletak pada bagian ekor pesawat dan berfungsi menghasilkan tenaga *electric* dan pemberi tenaga *pneumatic* (udara bertekanan) untuk *starting engine* pada saat pesawat di *ground*. Selama APU bekerja perlu adanya pendinginan, dalam hal ini *lubrication system* yang berguna sebagai pendingin dan pelumas pada APU [4]. Keempat hal tersebut bila tidak diperhatikan maka akan dapat mengakibatkan keausan dan suhu yang berlebihan menimbulkan pemuaihan pada bagian yang bergesekan. Oleh sebab itu, pengetahuan yang cukup terhadap masalah pelumasan adalah suatu cairan yang dapat menetralkan, menstabilkan panas yang berlebihan, minyak pelumasan adalah suatu cairan yang berfungsi sebagai media penghantar (penyerap) panas, juga sebagai pelicin atau pelancar gerak.

Landasan Teori

Auxiliary Power Unit (APU)

Auxiliary Power Unit (APU) adalah suatu *gas turbine engine*, yang menghasilkan tenaga *electric* dan *pneumatic*. Tenaga *pneumatic* yang dihasilkan oleh APU bertekanan sebesar 40 psi dengan temperature 3900F- 4400F sedangkan tenaga *electric* pada APU yang dihasilkan sebesar 115V AC 400 Hz 3 *phase*. Tenaga *pneumatic* digunakan untuk *air conditioningsystem* 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*. APU terpasang pada ekor pesawat terbang yang terletak di bagian bawah seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi APU

(Sumber: *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-300/400/500*)

Saat *on ground* APU dapat menghasilkan *electric* dan *pneumatic* dalam waktu yang bersamaan, saat pesawat *in flight* APU yang digunakan secara bergantian, pada ketinggian 10000 ft atau 3050 m APU bisa menggunakan tenaga *pneumatic* dan *electrical*, pada ketinggian 10000 ft-17000 ft atau 3050-5200 m. Hanya satu tenaga yang digunakan *electrical* atau *pneumatic*, dan pada ketinggian 17000 ft-35000 ft atau 5200 m-10700 m hanya tenaga *electrical* yang digunakan. Biasanya APU digunakan ketika pesawat *on ground* dan jarang dipakai ketika pesawat *in flight*, karena *supply pneumatic* dan *electrical* sudah didapatkan dari APU.

Prinsip Kerja Auxiliary Power Unit (APU)

Sistem kerja APU pada dasarnya hampir sama cara kerjanya dengan *engine* pada pesawat yaitu tiga proses kerja. Proses kompresi (*compression*), proses pembakaran (*ignition*) dan ekspansi (*expansion*). Ketiga operasi APU ini masing-masing terjadi di *air intake*, kompresor (*compressor*), ruang bakar (*combustion chamber*), *turbine* dan *exhaust*.

Kompresor berfungsi untuk menghisap dan menaikkan tekanan udara atmosfer yang masuk ke dalam kompresor di mana temperatur udara tersebut juga naik. Udara bertekanan dari kompresor ini masuk ke dalam ruang bakar (*combustion chamber*). Bahan bakar disemprotkan ke dalam *combustion chamber* yang di dalamnya terdapat udara bertekanan dan kemudian dinyalakan dengan suatu alat penyala (*igniter*) hingga terbakar.

Kompresor dan *combustion chamber* menghasilkan media kerja dengan energi yang tinggi, kemudian melakukan ekspansi dalam suatu *turbine gas* dan menghasilkan gaya poros. Media kerja adalah gas yang dipergunakan untuk menghasilkan kerja pada *turbine* yaitu gas hasil pembakaran di dalam ruang bakar. Dalam unit ini, energi kimia dari bahan bakar dirubah menjadi energi panas, kemudian dirubah menjadi energy mekanis.

Sistem Pelumasan

Pelumasan (lubrikasi) digunakan untuk mendukung kerja komponen dan merawat komponen tersebut agar tidak cepat rusak. Adapun fungsinya antara lain untuk:

- a. Pelumasan.
- b. Pendinginan.
- c. Anti karat.

Persyaratan pelumasan yang dapat digunakan untuk motor pesawat terbang agar dapat membantu untuk menghasilkan daya dorong pada pesawat terbang dengan optimal dan berkesinambungan perlu diperhatikan kriteria sifat-sifat sebagai berikut :

- a. *Viscosity* (Kepekatan)
Kepekatan dapat menentukan pelumas dalam memberikan jaminan sesuai dengan fungsinya terhadap seluruh komponen yang mendapatkan pelumasan dari pelumas yang dimaksud.
- b. *Flash Point*
Suhu (temperatur) yang paling rendah, dimana pelumas yang bersangkutan dapat menguap dan terbakar.
- c. *Volality*
Suatu keadaan di mana suhu (temperatur) dari oli mulai menguap.
- d. *Acidity*
Suatu indikasi kandungan dalam pelumas yang dapat menimbulkan korosi (karat) terdapat komponen yang dilumasi.
- e. *Oil Foaming*
Kemampuan pelumas yang bersangkutan untuk memisahkan diri dari air.
- f. *Rubber Swael*
Kemampuan pelumas untuk dapat menimbulkan sifat kenyal {seperti karet}.
- g. *Oxydation Thermal Stability*
Kemampuan pelumas yang bersangkutan untuk mempertahankan diri dari pengaruh zat *carbon* dan berbagai endapan pada waktu terkena suhu tinggi.

Hampir semua mesin menggunakan bahan pelumas dan pemilihan bahan pelumas sangat tergantung dari pabrik pembuat *engine*. *Engine* pesawat terbang dalam menentukan bahan pelumasnya haruslah betulbetul terpilih agar dapat menjamin fungsi serta keandalannya sehingga dapat memenuhi operasi *engine* selama penerbangan.

Metode Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian deskriptif kualitatif 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].

Sumber Data

Sumber data dalam suatu penelitian merupakan faktor penting yang menjadi pertimbangan dalam penentuan metode pengumpulan data. Apabila peneliti menggunakan teknik observasi, maka sumber datanya bisa berupa benda, gerak atau proses sesuatu. Apabila peneliti menggunakan dokumentasi, maka dokumen atau catatan yang menjadi sumber data. Dalam penelitian ini juga menggunakan berbagai macam-macam data. Adapun data-data penelitian ini sebagai berikut :

1. Data Primer, yaitu sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber asli [6]. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari sumbernya secara langsung dari hasil observasi dan wawancara dengan *Engineer Boeing 737-Series* dan Mekanik di PT Sriwijaya.
2. Data Sekunder, yaitu sumber data yang diperoleh dengan cara membaca, mempelajari dan memahami melalui media lain yang bersumber dari literatur, buku-buku, serta dokumen perusahaan [7]. Penelitian ini diperoleh peneliti secara tidak langsung baik melalui studi pustaka maupun data dari perusahaan.

Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini dalam pelaksanaannya menggunakan beberapa alat yang biasa digunakan. Berikut ini adalah alat yang digunakan dalam melaksanakan penelitian :

1. Tangga
Tangga digunakan untuk menjangkau tempat APU (*Auxiliary Power Unit*) yang berada dibagian ekor pesawat (*tail section*) danletaknya cukup tinggi serta harus menggunakan alat bantu sepertitangga untuk menjangkaunya.
2. Lap atau kain (Majun)
Lap atau kain digunakan untuk pelindung tangan saat membuka bagian-bagian yang akan diteliti agar tidak terjadi cedera tangan atau luka serta untuk membersihkan komponen komponen pada *Auxiliary Power Unit* (APU) yang akan diteliti.
3. *Screw Drivers*
Screw drivers adalah alat yang digunakan untuk memutar sekrup atau baut dengan slot khusus. Digunakan untuk membuka atau melepas dan memasang *screw* yang ada pada komponen. *Screw drivers* ini terdiri dari kepala atau ujung yang bergerak memutar, suatu mekanisme untuk menerapkan torsi dengan memutar ujung, *screw drivers* dibuat dalam berbagai jenis dan ujungnya dapat diputar secara *manual* atau dengan motor penggerak.
4. *Wrench*
Wrench atau kunci pas adalah alat yang digunakan untuk memberikan pegangan dalam membuka maupun mengencangkan sebuah *nut* (mur) dan *bold* (baut). Satu set *wrench*, biasanya memiliki ujung berbentuk *open* dan *ring* di salah satu sisinya (*combinationwrench*) ataupun semua sisinya (*box-end wrench*).
5. *Twister*
Twister digunakan untuk membuat *locking wire* pada *bold* dan *nut* yang berfungsi untuk melilitkan serta mengencangkan *wire* (kawat)pada komponen-komponen yang bertujuan mencegah terjadinyaputaran ke arah mengendor karena kekuatan getaran dan menjamin *bold* (baut) dan *nut* (mur) tetap pada posisinya.
6. Senter
Senter berfungsi sebagai penerang disaat malam datang ketika ada operasi untuk pengecekan atau perbaikan pesawat. Sering digunakan juga saat melakukan di tempat-tempat yang agak gelap dan membutuhkan penerangan.

7. *Ratchet*

Ratchet adalah alat mekanis yang memungkinkan gerakan hanya dalam satu arah dan dapat diatur sesuai arah yang diperlukan. *Ratchet* berfungsi untuk memegang mata *sock*, dan lebih sering digunakan untuk memutar *nut* dan *bolt* pada jarak yang dekat. *Ratchet* tidak boleh digunakan untuk membuka *bolt* atau *nut* yang kencang dan tidak juga dibolehkan untuk memberikan torsi pada *nut* atau *bolt*, karena dapat merusak *ratchet* itu sendiri.

8. *Shocket*

Shocket adalah kunci kepala yang dapat diubah dan menempel pada *ratchet*. Memungkinkan untuk mengubah ukuran yang sesuai dengan *nut* dan *bolt*.

Pada penelitian ini dalam pelaksanaannya telah menggunakan beberapa bahan yang digunakan untuk perawatan maupun perbaikan pada pesawat terbang yang mengenai *Lubrication System* pada APU GTCP85-129. Berikut ini adalah bahan yang digunakan dalam melaksanakan penelitian:

1. *Auxiliary Power Unit (APU) GTCP85-129*
2. *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-300/400/500 (ATA 49)*
3. *Aircraft Training Manual Boeing 737-300/400/500 (ATA 49)*
4. *Airframe and Powerplant Mechanics Airframe Handbook Flight Standard Service.*

Hal diatas tersebut adalah daftar dari berbagai macam bahan penunjang yang telah digunakan oleh penulis selama melaksanakan penelitian.



Gambar 2 APU GTCP85-129
(Sumber: www.wikipedia.wordpress.com)

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini merupakan cara-cara yang ditempuh peneliti untuk memperoleh data yang diperlukan sehingga data-data yang dipergunakan menjadi sempurna dan dapat dipertanggung jawabkan. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Metode Observasi Lapangan
Pengumpulan data dengan observasi langsung adalah cara pengambilan data dengan menggunakan mata tanpa ada pertolongan alat standar lain untuk keperluan tersebut, dimana pengamatan digunakan untuk penelitian dan telah direncanakan secara sistematis dan harus berkaitan dengan tujuan penelitian [8]. Dalam rangka mendukung data penelitian, penulis mengadakan pengamatan tentang fungsi dan cara kerja, perawatan, *Trouble* dan cara mengatasi masalah *Trouble shooting Lubrication System* pada *Auxiliary Power Unit (APU) GTCP85-129* Pesawat *Boeing 737-300/400/500*.
2. Metode Wawancara
Wawancara adalah proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan tanya jawab, sambil tatap muka antara pewawancara dengan responden dengan menggunakan alat yang dinamakan *interviewguide* atau panduan wawancara [8]. Materi yang diperoleh juga didapatkan dengan cara mewawancarai terhadap sumber-sumber terkait yang telah memahami benar tentang masalah yang akan dibahas. Hal ini dimaksudkan agar penulis dapat memecahkan masalah dalam penelitian ini.
3. Studi Pustaka
Menurut Arikunto [5], studi pustaka adalah metode pengumpulan data dengan cara mencari informasi melalui buku-buku, majalah dan literatur lainnya. Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mencari atau mengumpulkan sumber-sumber data dari buku atau referensi lain seperti *maintenance manual* serta *schematic manual* yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang ada kaitannya dengan pembahasan.

Analisa Data

Analisis data adalah suatu proses menyusun data yang didapat dan dikumpulkan secara sistematis, data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan dokumentasi dengan cara mengklasifikasi hal-hal yang dianggap penting dan membuat kesimpulan, sehingga mudah dipahami oleh peneliti dan pembaca. Penelitian ini termasuk penelitian kualitatif, dimana pembahasan dilakukan dengan bentuk deskripsi yaitu penjelasan menggunakan bahasa dan kalimat yang jelas sehingga datanya dianalisis tanpa menggunakan teknik statistik atau angka.

Pembahasan

Komponen-komponen APU *Lubrication System*

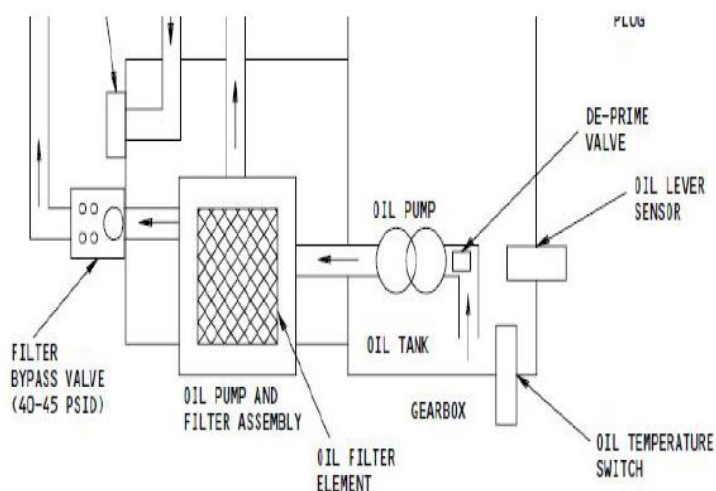
APU engine dilumasi oleh APU lubrication system. APU lubrication system berfungsi untuk menjaga oli pada semua gear dan bearings serta untuk pelumasan dan pendinginan pada APU engine. Komponen yang terdapat pada APU lubrication system adalah:

1. *Oil pump* dan *oil filter*
2. *Oil tank*
3. *Oil cooler*
4. *Magnetic drain plug*
5. *De-prime valve*
6. *Oil pressure relief valve*
7. Jenis *lubrication oil system*

Oil Pump dan Oil Filter

Oil pump dan *oil filter assembly* di pasang pada *gear box assembly*. *Oil pump* dan *filter assembly* terdiri dari *oil pump*, *oil filter element*, *filter by pass valve*, *differential pressure indicator*, *oil temperature switch* dan *de-prime valve*. Adapun fungsi *oil pump* adalah untuk menyedot oli dari *oil*

tank, dan memompanya menuju *oil filter assembly*. *Shaft oil pump* dihubungkan dengan *gear box assembly* untuk memutar dan mengalirkan oli menuju *oil pump* dan *oil filter* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



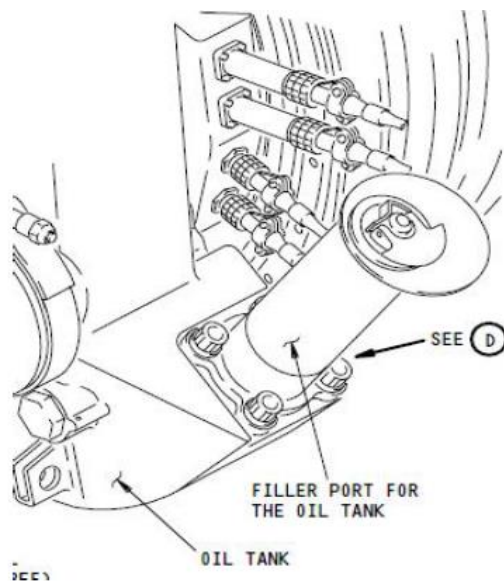
Gambar 3 Oil pump dan oil filter

(Sumber: *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-300/400/500*)

Oil pump mendapatkan oli dari *oil tank*. *Oil pump* mengalirkan oli menuju *oil filter* langsung ke *oil cooler* selanjutnya dialirkan ke bagian *gear box* dan *bearings* untuk pelumasan. *Oil filter assembly* mempunyai *oil filter element*, yang berfungsi menjaga agar semua material yang tidak dipakai didalam oli, yang keluar melalui *oil pump* tidak masuk ke dalam komponen-komponen APU. *Oil filter element* berukuran 20 mikron dan *oil filter element* ini tidak boleh di cuci karena apabila ada kerusakan harus diganti, *oil filter element* dipasang pada *oil pump assembly*. *Filter by pass valve* akan mengalirkan oli masuk menuju *oil cooler*, yang diakibatkan *oil filter element* tersumbat/kotor. *Differential indicator* akan menyala ketika perbedaan tekanan melewati *oil filter* terjadi antara 30-35 psi.

Oil Tank

Oil tank adalah bagian dari *box assembly*, *oil tank* berfungsi sebagai penyimpanan dan penyuplai oli untuk APU *lubrication system*. Oli diambil dari *oil tank* oleh *oil pump* kemudian oli akan dialirkan melewati *oil filter element* dan *oil cooler*, selanjutnya aliran oli menuju *gear box assembly* dan APU *engine*. APU *oil* akan mengalir kembali dari *bearing* dan *gear box* ke *oil tank* dengan cara *gravity*, sedangkan udara yang tercampur dengan oli akan keluar melalui turbin *exhaustport*. *Oil tank* mempunyai lubang untuk mengisi yang juga dilengkapi dengan *filler cap* dan *dipstick*, yang terdapat pada APU. Pada APU juga dilengkapi dengan kaca sebagai penunjuk untuk mengecek *oil level* seperti pada Gambar 4.

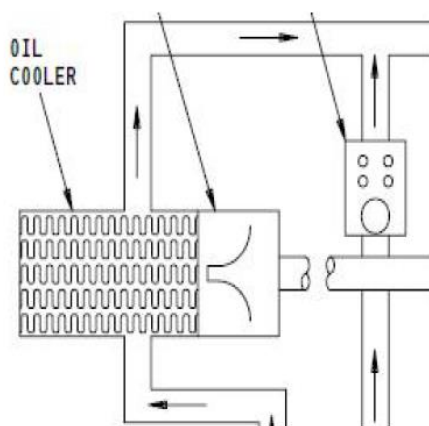


Gambar 4 Oil tank

(Sumber: *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-300/400/500*)

Oil Cooler

Oil cooler dipasang pada APU bagian bawah APU generator. *Oil cooler* dengan konstruksi *rectangular unit* yang terbuat dari *aluminium tubes*. Di dalam *oil cooler* oli bergerak melalui *tubes* yang telah didinginkan oleh *cooling fan assembly*. Oli mengalir dari *oilcooler* menuju *gaer box assembly* dan *bearing APU engine*. Apabila *oilcooler* memblock maka *by pass valve* akan membuka pada waktu *differential pressure* mencapai 25-35 psi. Secara otomatis akan membuka *by pass valve* secara penuh jika *differential pressure* 45 psi seperti pada Gambar 5.



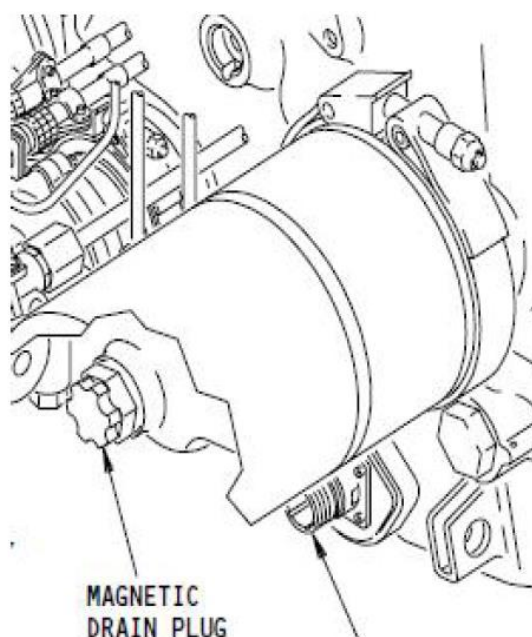
Gambar 5 Oil cooler

(Sumber: *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-300/400/500*)

Magnetic Drain Plug

Magnetic drain plug dipasang di bagian bawah *oil tank*, *magnetic drain plug* mempunyai *magnetic element* dan *plug*. Ketika *oil tank* diservis maka *magnetic element* dilepas untuk meyakinkan

bahwa tidak ada metal partikel di dalam oli. Apabila oli terdapat metal partikel harus dibersihkan untuk mencegah kerusakan APU. *Magnetic element* bisa dilepas tanpa harus dengan *plugnya*, ketika *plug* dan *magnetic element* dibuka bersama-sama maka akan terjadi pengeluaran mengedrain oli APU dari *tank* seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 *Magnetic drain plug*

(Sumber: *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-300/400/500*)

De-prime Valve

De-prime valve dipasang pada *oil pump* dan *filter assembly*, *deprime valve* akan bekerja dengan *solenoid de-prime valve* yang bekerja untuk membuka posisi sehingga mengalirkan oli menuju *oil pump*. *Deprime valve* bekerja membuka ketika APU dihidupkan dan dimatikan. Pada saat APU bekerja dan mencapai kecepatan 55% rpm, *de-prime valve* akan bekerja menutup posisi dan menutup aliran oli dari *oil tank* ke *oil pump* agar tidak terjadi kelebihan *oil quantity*, karena pada saat 55% rpm semua komponen telah dilumuri seluruhnya oleh oli. Ketika APU dimatikan maka *de-prime valve* bekerja membuka posisi sehingga aliran oli akan dialirkan kembali ke *oil tank*.

Oil Pressure Relife Valve

Oil pressure relife valve berada di sebelah bawah dari *gear box*. *Oil pressure relife valve* akan mempertahankan tekanan di bawah 40-45 psi, apabila *oil pressure relife valve* terbuka maka oli akan keluar.

Jenis Lubrication Oil System

Jenis minyak pelumasan yang dipakai pada APU GTCP85-129 adalah minyak pelumas *Oil-Aircraft Turbine Engine Oil for GTCP85-129 APU* (AMM 12-13-31/301), dengan spesifikasi MIL-PRF-680 type I atau II (*Supersedes P-D-680, type I atau II*). Adapun jenis bahan material lainnya adalah:

- a. D00071 *Aircraft turbine engine oil - MIL-PRF-7808 type I.*
- b. D00068 *Aircraft turbine engine oil - MIL-PRF-23699 type II.*

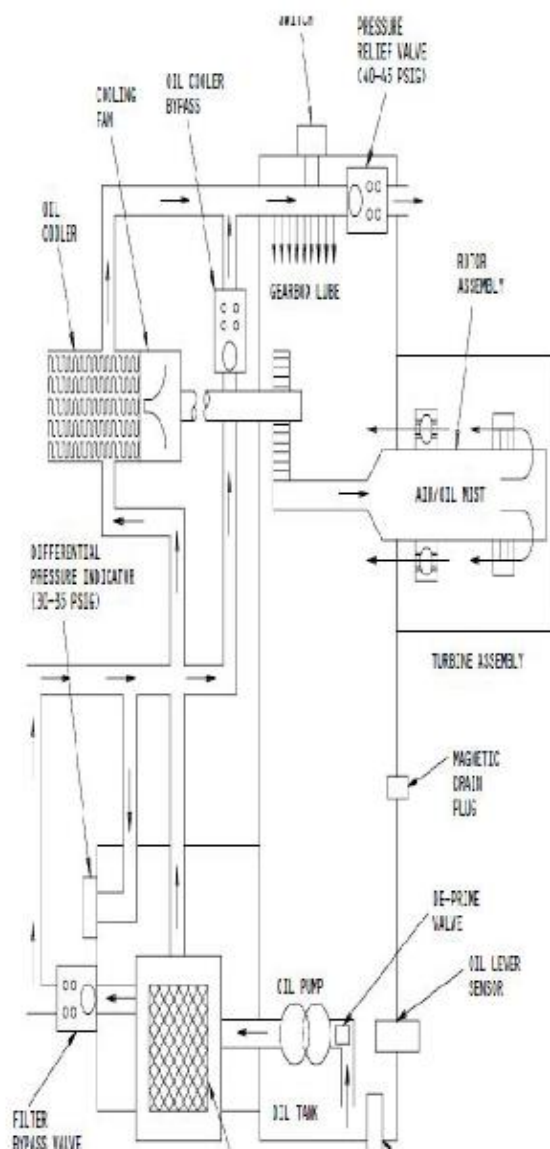
Akan di akses ke lokasi bagian *Control cabin, Electronic compartment, APU compartment* dan juga akan di akses ke *panel APU cowl door, APU oil filler door, Electronic equipment acces door*.

Cara kerja APU Lubrication System

Sudah dibicarakan di depan bahwa untuk APU yang terpasang pada Pesawat *Boeing 737-300/400/500* dilengkapi dengan *de-prime valve* yang akan bekerja pada waktu APU dihidupkan sampai kecepatan yaitu 55% rpm. *De-prime valve* akan bekerja mengarahkan ke posisi tertutup sehingga untuk *oil lubrication* APU dikerjakan oleh *oil pump* untuk menghasilkan *oilpressure*. Ketika dari *oil pump* melewati *filter element* yang berkapasitas 20 mikron. *Oil filter* ini apabila tersumbat maka akan melewati *filter by passvalve* yang selanjutnya mengalir melalui *oil cooler by pass*, sedangkan dalam kondisi normal setelah APU *oil filter element* menuju *oil cooler* di dalam proses pendinginan oli yang dilakukan oleh *cooling fan* yang diputar langsung oleh *turbine assembly*.

Ketika melewati *oil cooler* maka oli akan langsung bekerja sebagai pelumas dari *gear box* dan *bearing*. Di dalam *pressure line gear boxlubrication* dipasang *oil pressure switch* apabila tekanan oli 20 ± 2 psi maka lampu (*amber light*) di *cockpit* akan menyala. Pada ujung *pressure line* dipasang *pressure relife valve* secara normal menutup, namun akan terbuka apabila tekanan oli mencapai 40-45 psi. Sedangkan setelah proses *lubrication* pada *gear box* dan *bearing* maka oli akan kembali secara *gravity* (jatuh dengan sendirinya), dan akan lewat atau masuk kembali ke *tank*. *Air/oil miss* yang diputar oleh *turbine assembly* berfungsi untuk memisahkan antara udara dan oli, sedangkan fungsi yang ke 2 untuk memutar *cooling fan*. Oli yang telah melewati *turbine assembly* akan kembali ke *oil tank* secara *gravity* dimana oli sudah terpisah dari campuran udara.

Magnetic drain plug di dalam *oil tank* berfungsi untuk mengetahui apakah ada campuran metal partikel di dalam oli. *Oil level sensor* akan mengirim *signal* langsung ke **Full Authority Digital Electronic Control (FADEC)** untuk memperlihatkan APU *oil quantity*, maka FADEC akan mengirim *signal* untuk menyalakan *maintenance light* yang berada di sebelah atas panel *cockpit*. *Oil level sensor* mempunyai pipa *float* dan *micro switch*. Pada *oil temperature* kerja APU *oil temperature* mencapai $135\pm 30^{\circ}\text{C}$ maka *oiltemperature switch* akan mengirim *signal* ke FADEC. FADEC bekerja, maka *fault light* akan menyala di APU *control unit*. Gambar 6 yang memperlihatkan skema *lubrication system*.



Gambar 6 Skema *lubrication system*

(Sumber: *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-300/400/500*)

APU Oil Indication System

APU GTCP85-219 pada Pesawat *Boeing 737-300/400/500* terdapat *APU oil indication system* pada *cockpit*, sedangkan untuk *oil quantity indicator* tidak terpasang di *cockpit*. Jumlah oli itu sendiri dapat di cek sebelum menghidupkan APU pertama kali dengan melihat pada *filler cap* dan *dipstik*, juga bisa melihat pada *oil tank* yang mempunyai *sight glass* untuk mengecek *oil level*. Jadi dalam hal ini untuk mengecek *oil level*/jumlah oli dengan cara manual tetapi di *cockpit* ada lampu *maintenance* yang berwarna biru. Lampu ini akan menyala apabila jumlah oli di dalam APU turun sampai di bawah 1,6 qrts, *oil level sensor* akan mengirim *signal* ke FADEC sehingga FADEC akan bekerja kemudian *maintenance light* menyala. *APU oil indication system* berguna untuk memonitor kondisi APU. *Oil indicating system* bekerja untuk memonitor *high oil temperature*, *low pressure*, dan *low oil quantity*. *Oil indicating system* mempunyai 3 indikator lampu di *forward over head panel* dan *oil indication system* juga mempunyai *switch* yang terdapat pada *APU engine* adalah:

1. *High oil temperature switch*

2. *Low oil pressure switch*
3. *Low oil quantity switch*

Bagian yang dipasang dengan 3 indikator lampu untuk *oil indication system* yang masing-masing adalah:

- a. *High oil temperature/fault light* yang berwarna *umber*
- b. *Low oil pressure light* berwarna *umber*
- c. *Low oil quantity* atau *maintenance light* berwarna biru
- d. *Low oil pressure light* dan *high oil temperature*

Pada *high oil temperature* atau *fault light* lampu yang dihubungkan dengan APU *annunciator light* dan *master caution light* yang terdapat pada *pilot light shield* ketika *low oil pressure light* dan *high oil temperature/faultlight* atau jika kedua lampunya menyala maka APU *annunciator light* dan *master caution light* menyala (AMM 33-15-00/001). *Low oil quantity* dan *maintenance* tidak dihubungkan dengan *circuit* pada APU *annunciator light* dan *master caution*. Ada beberapa cara untuk mengecek indikator lampu dengan cara:

1. Setiap 1 lampu dapat di cek dengan cara ditekan, adapun untuk mengecek semua lampu indicator dapat dilakukan dengan cara *masterswitch*.
2. *High oil temperature/fault light* akan menyala ketika APU *oil temperature* >140oC. Pada kondisi temperatur ini *oil temperature switch* menutup dan *complete circuit* digunakan untuk menyalakan *high oil temperature/fault high*. Lebih jelasnya tentang keterangan masalah inidapat dilihat pada (AMM 49 61-00/001).
3. *Low oil pressure light* akan menyala ketika tekanan oli terlalu rendah untuk mengoperasikan APU. Pada waktu APU beroperasi *low oilpressure light* akan menyala apabila *oil pressure* kurang dari 45 psi. *Oilpressure switch* akan mengirimkan *signal* untuk *low oil pressure light* seperti yang dijelaskan pada AMM yaitu tentang *low oil pressureswitch* pada (AMM 49-61-00/001).
4. *Low oil quantity/indicator light* akan menyala apabila *oli quantity* di dalam *oil tank* < 1-2 qrts. *Micro switch* yang ada di dalam *oil quantity* akan menerima *signal* ke *low oil quantity*, sedangkan *oil quantity switch* terpasang pada bagian bawah dari *oil tank*.

Trouble dan Trouble Shooting pada APU Lubrication System

1. Trouble pada APU

Kerusakan pada APU salah satunya adalah apabila saat tekanan APU *lubrication system* melebihi batas maksimum yang dianjurkan yaitu 45 psi, jika tekanan oli melebihi batas maksimum tersebut maka lampu *low oilpressure* masih akan menyala. Kerusakan tersebut diakibatkan oleh kurangnya tekanan pada oli sehingga *low oil pressure* masih menyala atau bisa juga karena APU *master switch* untuk *low oil pressure* terjadi kerusakan. *Low oil pressure light* akan menyala ketika tekanan oli terlalu rendah untuk mengoperasikan APU yaitu kurang dari 45 psi. *Oil pressure switch* akan mengirimkan *signal* untuk *low oil pressure light* sesuai dengan petunjuk dalam (AMM 49-61-00/001). Cara mengatasi trouble tersebut dengan menambah pelumas yang dipakai adalah jenis pelumasan *Oil-Aircraft Turbine Engine Oil for GTCP-85-129 APU* agar tidak terjadinya kerusakan pada komponen APU pada saat bekerja dan *low oil pressure* menyala (AMM 12-13-31/301).

2. Trouble Shooting pada APU

Cara mengatasi masalah kerusakan *trouble shooting* pada APU yang terjadi, pertama haruslah mengetahui apa penyebab kerusakannya dengan cara *visual check* atau dengan cara melakukan *test* secara *manual*. Diketahuinya penyebab kerusakan tersebut maka barulah dilakukan perbaikan pada

komponen-komponen yang rusak tersebut, untuk bisa memperbaiki diharuskan terlebih dahulu mengetahui cara membuka dan memasang komponen-komponen yang akan diperbaiki. Cara membuka dan memasang komponen-komponen yang akan diperbaiki harus sesuai dengan langkah-langkah dan prosedur yang telah tercantum pada *aircraft maintenance manual* agar tidak merusak komponen-komponen lain yang berhubungan dengan komponen yang akan diperbaiki.

Perawatan *Lubrication System*

Lubrication System pada APU harus selalu di rawat dan di perhatikan dengan baik agar APU tetap bisa bekerja sesuai dengan fungsinya, apalagi jika pesawat tersebut di operasikan ke bandara atau daerah terpencil yang tidak di dukung oleh *Ground Power Unit (GPU)* dan *Ground Turbine Compressor (GTC)* sebagai pengganti kerja APU. Perawatan terhadap komponen *lubrication system* perlu dilakukan agar tidak mengalami kegagalan ketika *starting* APU, kegagalan yang terjadi di *lubrication system* dapat di sebabkan karena kerusakan dari salah satu komponen-komponen APU *lubrication system* tersebut. Cara mengetahui kerusakan komponen *lubrication system* dapat dilakukan dengan cara *visual check*. *Visual check* adalah pemeriksaan dengan cara melihat langsung komponen tersebut terjadinya aus, *crack*, karatan ataupun kerusakan lain yang menyebabkan komponen tidak berfungsi maka komponen tersebut harus diganti, agar dapat melaksanakan *inspection* terlebih dahulu dapat melakukan *removal/installation* komponen. *Inspection* terjadwal ini yaitu inspeksi rutin yang pengecekannya dilakukan pada setiap pesawat setelah *landing* ataupun pesawat menginap yang tidak tergantung sesuai setiap jadwal jam terbang pemeriksaannya.

Perawatan secara *Visual Check Lubrication System*

- a. Memeriksa kondisi komponen secara umum dan keamanan komponen tersebut
- b. Memasang komponen harus pas dan sesuai
- c. Memeriksa komponen dari kerusakan/karatan
- d. Memasang perangkat atau komponen sesuai dengan prosedur

Removal

1. Memposisikan *switch* dan *circuit breaker*
 - a. Menyiapkan APU *master switch* pada P5 *forward overhead panel* untuk dipasang pada posisi OFF.
 - b. Membuka *circuit breaker* ini dan jangan di tutup pada bagian, E3-3 *Electrical sheld*, APU *control unit*.
2. Membuka APU *cowl door*.
 - a. Membuka pengait pada APU *cowl door*
 - b. Membuka APU *cowl door*.
 - c. Memasang penyangga pada APU *cowl door*.
3. Melepaskan *lower shroud*
 - a. Memegang *lower shroud* dan membuka pengaitnya
 - b. Melepaskan *lower shroud*
4. Membuka *starter motor*
5. Membuang oli pada *oil tank*
6. Membuka *oil pump*
 - a. Memutuskan *electrical connector* dari *sequencing switch* untuk *oil pressure*
 - b. Memutuskan *electrical connector* dari *sequencing switch* untuk *low oil pressure*
 - c. Memutuskan *inlet line* untuk *oil cooler* dari *fitting* untuk *oil pump*

- d. Memutuskan *inlet line* untuk *oil pump* dari *fitting* untuk *oil cooler*
- e. Memutuskan *electrical connector* dari *tachometer generator*
- f. Memutuskan *electrical connector* dari *oil temperture switch*
- g. Memutuskan *gear box inlet line* dari *oil manifold fitting*
- h. Memutuskan *compressor inlet line* dari *fitting* yang dari *oil pump*
- i. Membuka baut dan *washers* yang menghubungkan *oil pump assembly* dengan cara *drive gear box*
- j. Membuka *packing*
- k. Membuka *oil manifold* pada *oil pump*
 - 1) Memutar *oil manifold* searah jarum jam dan melepaskan *oil pump*
 - 2) Membuka *packing* dan *nut*
- l. Memasang penutup, *covers* dan *plug* pada semua *electrical connector* yang sudah dibuka untuk menghindari kontaminasidan perusakan

Installation

1. Memasang *oil pump*
 - a. Membuka penutup, *cover* dan *plug* pada semua *electrical connector*
 - b. Menutup *oil manifold* pada *oil pump*
 - 1) Memasang *packing* baru dan *nut*
 - 2) Memutar *oil manifold* berlawanan arah jarum jam dan memasang *oil pump*
 - c. Memasang *packing*
 - d. Memasang baut dan *washers* yang menghubungkan *oil pump assembly* dengan *accecories drive gear box*
 - e. Menyambungkan *compresor inlet line* dari *fitting* dari *oil pump*
 - f. Menyambungkan *gear box inlet line* dari *oil manifold fitting*
 - g. Menyambungkan *electrical connector* dari *oil temperature switch*
 - h. Menyambungkan *electrical connector* dari *tachometer generator*
 - i. Menyambungkan *inlet line* untuk *oil pump* dari *fitting* untuk *oil cooler*
 - j. Menyambungkan *inlet line* untuk *oil cooler* dari *fitting* untuk *oil pump*
 - k. Memutuskan *electrical connector* dari *sequencing switch* untuk *low oil pressure*
 - l. Memutuskan *electrical connector* dari *sequencing switch* untuk *oil pressure*
2. Mengisi *oil tank* dengan oli yang baru
3. Memasang *starter motor*
4. Memasang *lower shroud*
 - a. Memasang *lower shroud*
 - b. Memegang *lower shroud* dan memasang pengaitnya
5. Memasang APU *cowl door*
 - a. Membuka penyangga pada APU *cowl door*
 - b. Memasang APU *cowl door*
 - c. Memasang pengait pada APU *cowl door*
6. Memosisikan *switch* dan *circuit breaker*
 - a. Memasang *circuit breaker* dan menutupnya
 - b. Menyiapkan APU *master switch* pada P5 *forward overhead panel* untuk dipasang pada posisi ON

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan tentang *Lubrication System* pada *Auxiliary Power Unit (APU)* GTCP85-129 Pesawat *Boeing 737-300/400/500* penelitian Tugas Akhir ini, maka dapat disimpulkan

sebagai berikut :

1. APU *lubrication system* berfungsi menjaga oli pada semua *gear* dan *bearings* serta untuk pelumasan dan pendinginan pada APU *engine*. *Lubrication system* pada APU dilengkapi dengan *de-prime valve* yang bekerja pada waktu APU dihidupkan sampai kecepatan yaitu 55% rpm.
2. *Lubrication system* pada APU harus selalu di rawat dengan baik agar APU tetap bisa bekerja sesuai dengan fungsinya, perawatan terhadap komponen APU *lubrication system* perlu dilakukan agar tidak mengalami kegagalan pada saat *starting* APU, kegagalan *lubrication system* dapat disebabkan karena kerusakan dari salah satu komponen-komponen APU *lubrication system* tersebut.
3. *Trouble* yang ditimbulkan oleh *lubrication* pada APU salah satunya adalah saat tekanan APU *lubrication system* melebihi batas maksimum yang dianjurkan yaitu 45 psi, jika tekanan oli melebihi batas maksimum tersebut maka lampu *low oil pressure* masih akan menyala. Kerusakan tersebut diakibatkan kurangnya tekanan pada oli sehingga *low oil pressure* masih menyala atau bisa juga karena APU *master switch* nya.
4. Cara mengatasi kerusakan yang terjadi, haruslah mengetahui penyebab kerusakannya dengan cara *visual check* atau dengan cara melakukan *test* secara *manual*. Memperbaiki diharuskan terlebih dahulu mengetahui cara membuka dan memasang komponen-komponen yang akan diperbaiki.

Daftar Pustaka

- [1] A. Eko, "Kegagalan Starting Auxiliary Power Unit Pada Pesawat Boeing 737-series," Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Yogyakarta, 2007.
- [2] A. M. Nurwanto, "Engine Lubrication System Pada Engine CFM56-3," Jakarta, 2013.
- [3] I. Saputra, "APU Lubrication System Pada Pesawat Boeing 737-series," Jakarta, 2010.
- [4] B.M. Ramdani, "Lubrication System Pada Auxiliary Power Unit APU 313-9(B) Pesawat Boeing 737-800 NG," Denpasar Bali, 2014.
- [5] S. Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 2006.
- [6] E. Sangadji, *Metodologi Penelitian Pendekatan Praktis dalam Penelitian*, Yogyakarta, 2010.
- [7] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&B*, Jakarta: Alfabeta, 2009.
- [8] M. Nazir, *Metode Penelitian*, Jakarta: Ghalia Indonesia, 2009.
- [9] *Airframe and Powerplant Mechanics Airframe Handbook*, U.S. Department Of Transportation Federal Aviation Administration, 1976.
- [10] *Aircraft Training Manual Boeing 737-Series, ATA Chapter 49 Airborne Auxiliary Power, Boeing Proprietary*, 1988.
- [11] *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-Series, Chapter 49 Airborne Auxiliary Power, Boeing Aircraft Company*, 2012.