

BIAYA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR (TOTAL BURN-OFF) *ENGINE* CFM56-7B PADA PESAWAT BOEING 737-800 MASKAPAI GARUDA INDONESIA TERHADAP BERBAGAI DURASI JAM TERBANG

Kurniawan Wijaksono¹, Setyo Hariyadi²

^{1,2}) Program Studi D3 Teknik Pesawat Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: meanaerodynamic@gmail.com

Abstrak

Pada saat ini, kemajuan teknologi mengubah gaya hidup manusia menjadi lebih modern, canggih, efisien dan mengutamakan keamanan dan keselamatan yang cukup tinggi. Termasuk teknologi didalam bidang pesawat terbang yang sudah sangat maju, ini merupakan salah satu sarana yang dibutuhkan oleh setiap instansi yang terdapat pada dunia penerbangan. Pesawat terbang mempunyai berbagai macam komponen baik primer maupun sekunder, salah satu komponen primer didalam pesawat terbang adalah *engine*. Contoh aplikasi penggunaan *engine* adalah pada pesawat Boeing 737-800 yang menggunakan *engine* CFM56-7B dimana *engine* ini memiliki karakteristik hi by-pass, dual rotor, aliran aksial, turbofan teknologi canggih.

Untuk itu penulis ingin mengetahui konsumsi rata-rata bahan bakar *engine* CFM56-7B selama penerbangan di berbagai tujuan seperti tujuan dari bandara Soekarno-Hatta Cengkareng (CGK) menuju bandara Juanda Surabaya (SUB), serta pada berbagai jam terbang yang sudah ditempuh seperti jam terbang dalam durasi satu, dua sampai empat jam berturut-turut (tanpa transit). Perhitungan konsumsi bahan bakar dilakukan secara manual dan menggunakan Microsoft Excel dan Microsoft Word. Metode pengumpulan data dilakukan dengan metode studi kepustakaan. Dengan melakukan penelitian unjuk konsumsi bahan bakar *engine* CFM56-7B pada pesawat Boeing 737-800 dapat menunjukkan berapa banyak rata-rata konsumsi serta biaya yang harus dikeluarkan pihak maskapai terhadap bahan bakar yang digunakan dan setiap durasi jam terbang yang sudah ditempuh.

Kata kunci : konsumsi bahan bakar, biaya bahan bakar, *engine* CFM56-7B

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ilmu pengetahuan dan teknologi di masa kini telah berkembang pesat termasuk didalam dunia penerbangan sehingga terciptalah penemuan-penemuan baru seperti halnya model pesawat, *engine* termasuk peningkatan dalam pelayanan konsumen dan masih banyak lagi. Taruna di Politeknik Penerbangan Surabaya dituntut untuk mengikuti perkembangan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi agar tidak tertinggal dengan perkembangan yang pesat terutama didalam dunia kedirgantaraan.

Potensi inilah yang memiliki keterkaitan dengan hal tersebut dan harus benar-benar dimanfaatkan oleh pihak maskapai dalam mengatur strategi perusahaan yang dikelolanya termasuk dalam sumber daya manusia agar tetap memiliki nilai daya saing yang tinggi, salah satunya juga dengan memiliki armada pesawat termasuk *engine* yang memiliki jenis dan spesifikasi terbaru.

Engine CFM56-7B adalah Hi by-pass, dual rotor, axial flow, turbofan teknologi canggih. Hal ini didukung oleh wing pylon dan streamlined by cowlings. Udara dihisap oleh Fan Blade melalui intake dan terbagi

menjadi dua jalur aliran (Flow), Primer dan Sekunder.

Penulis ingin membuat hasil analisa perbandingan konsumsi bahan bakar *engine* CFM56-7B pada pesawat Boeing tipe 737-800 milik maskapai Garuda Indonesia terhadap berbagai macam durasi flight hour berdasarkan data Aircraft Flight Log yang sudah diperoleh sehingga penulis dapat mendapatkan hasil rata-rata berapa banyak konsumsi dan efisiensi bahan bakar pada *engine* CFM56-7B pada pesawat Boeing tipe 737-800 yang digunakan untuk setiap flight hour yang ditempuh.

Berdasarkan uraian diatas, penulis mencoba untuk menyajikan tulisan tersebut dalam sebuah proposal tugas akhir dengan judul : “BIAYA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR (TOTAL BURN-OFF) *ENGINE* CFM56-7B PADA PESAWAT BOEING 737-800 MASKAPAI GARUDA INDONESIA TERHADAP BERBAGAI DURASI JAM TERBANG”.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pokok masalah di atas, penulis mencoba merumuskan suatu permasalahan yang ada yaitu bagaimana optimalisasi pemahaman dari suatu teori dengan hasil pengolahan data di lapangan, sehingga penulis dapat membandingkan kondisi di lapangan dengan teori yang sudah di pelajari di kelas. Rumusan yang dimaksud adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Bagaimana hasil rata-rata perbandingan konsumsi bahan bakar *engine* CFM56-7B pada pesawat Boeing tipe 737-800 milik maskapai Garuda Indonesia terhadap berbagai macam durasi flight hour?
2. Bagaimana hasil rata-rata perbandingan biaya yang dikeluarkan pihak maskapai Garuda Indonesia terhadap rata-rata konsumsi bahan bakar *engine* CFM56-7B pada pesawat Boeing tipe 737-800?

Pembatasan Masalah

Penelitian ini dapat mencapai sasaran dan tujuan yang diharapkan dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Hasil data hanya pada konsumsi bahan bakar yang bekerja pada *engine* CFM56-7B pada pesawat Boeing tipe 737-800.
2. Kapasitas konsumsi bahan bakar yang bekerja pada *engine* CFM56-7B pada pesawat Boeing tipe 737-800 tidak dipengaruhi oleh jumlah penumpang yang on board pada tiap penerbangannya.
3. Hasil rata-rata perbandingan biaya yang dikeluarkan terhadap rata-rata konsumsi bahan bakar *engine* CFM56-7B pada pesawat Boeing tipe 737-800 tidak dipengaruhi oleh biaya maintenance secara keseluruhan yang dikeluarkan pihak maskapai Garuda Indonesia.
4. Hasil data lapangan yang didapatkan tentang konsumsi bahan bakar yang bekerja pada *engine* CFM56-7B pada pesawat Boeing tipe 737-800 hanya terdapat pada tiga aircraft registration number.
5. Materi yang tidak dibahas disini adalah sistem tentang kelistrikan.

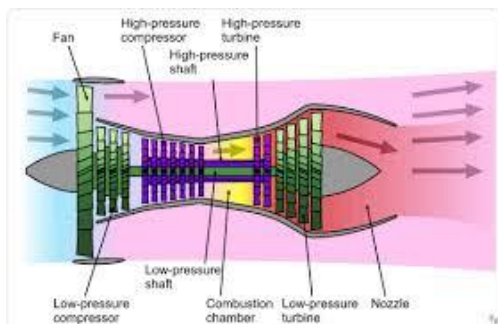
Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis
Penerapan ilmu yang telah diterima di Politeknik Penerbangan Surabaya sebagai hasil dari proses pembelajaran serta dapat menambah wawasan dan pengetahuan.
2. Bagi Peneliti Selanjutnya
Hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan Tugas Akhir untuk peneliti selanjutnya.
3. Bagi Pembaca
Hasil analisa ini diharapkan dapat digunakan sebagai pembelajaran serta untuk lebih mengetahui tentang perbandingan antara data di lapangan dan teori di kelas.

Landasan Teori

1. Gas-Turbine Engine

Gas-turbine engine adalah suatu mesin thermal yang fluidanya adalah udara dan fuel yang proses pembakaran fluidanya terjadi secara internal (internal combustion) atau memanfaatkan gas sebagai fluida untuk memutar turbin dengan pembakaran internal. Didalam turbin gas energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik melalui udara bertekanan yang memutar roda turbin sehingga menghasilkan daya. Sistem turbin gas yang paling sederhana terdiri dari tiga komponen yaitu kompresor (compressor), ruang bakar (combustion chamber) dan turbin gas (turbine) seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Konsep Gas-Turbine Engine

2. Avtur

Avtur adalah salah satu jenis bahan bakar atau fuel berbasis minyak bumi yang berwarna bening hingga kekuning-kuningan, memiliki rentang flash point antara 100 °F atau 38 °C (minimum), dan digunakan sebagai bakar pesawat terbang. Secara umum, avtur memiliki kualitas yang lebih tinggi dibandingkan fuel yang digunakan untuk pemakaian yang kurang 'genting' seperti pemanasan atau transportasi darat. Avtur biasanya mengandung zat aditif tertentu untuk mengurangi resiko terjadinya pembekuan atau ledakan akibat temperatur tinggi serta sifat-sifat lainnya.

3. Boeing 737-800 NG

Boeing 737-800 NG Adalah sebuah pesawat penumpang sipil (airliner) komersial untuk penerbangan jarak dekat dan jauh. Pertama kali dibuat pada tahun 2001, dan

resmi mengudara pada 2007, Boeing 737-800 NG Next Generation dioperasikan pertama kali oleh maskapai penerbangan asal Indonesia yaitu Garuda Indonesia.

Statistik dari Boeing 737-800 NG :

- Kecepatan Terbang : Mach 0,78, 440 kt (815 km/h) (NG)
- Mesin : 2 mesin turbofan, antara 64,4 kN sampai 117,3 kN per mesin
- CFMI CFM56-7 (600, 700, 800, 900, 900X)
- Jangkauan jelajah maksimum : 2.745 mil laut (5.080 km) (800)
- Jarak dari ujung sayap kiri ke ujung sayap kanan : antara 28,3 m sampai 34,3 m (93,0 kaki - 112,6 kaki) (36 m untuk sayap lawi bagi -700, -800, -900)
- Panjang: 42,1 m (138,2 kaki) (900)
- Ketinggian ekor pesawat: 12,5 m (41,2 kaki) (700, 800, 900)
- Berat maksimum saat lepas landas (takeoff) : 79.010 kg (174.200 lb) (900)
- Kapasitas: 85 hingga 189 penumpang
- Biaya : USD \$44 juta hingga \$74 juta menurut daftar harga 2004
- Autopilot, display, navigasi and sensor oleh Honeywell



Gambar 2. Boeing 737-800 NG Garuda Indonesia

2. METODE PENELITIAN

Objek Penelitian

Objek penelitian merupakan sesuatu yang menjadi perhatian dalam suatu penelitian, objek penelitian ini menjadi sasaran dalam

penelitian untuk mendapatkan jawaban ataupun solusi dari permasalahan yang terjadi. Dengan demikian, obyek yang diteliti oleh penulis dalam penelitian ini adalah konsumsi *fuel* pada tipe *engine* dan pesawat yang sama dengan *flight hour* yang berbeda pada maskapai Garuda Indonesia.

Waktu dan Tempat Penelitian

a. Waktu Penelitian

Pengumpulan data terhadap perbandingan konsumsi *fuel engine* CFM56-7B pada pesawat Boeing tipe 737/800 milik maskapai Garuda Indonesia terhadap berbagai macam durasi *flight hour* saat penulis melakukan *On The Job Training* (OJT) di hanggar PT.GMF AeroAsia Tbk tertanggal 15 Januari 2018 sampai dengan 15 Februari 2018.

b. Tempat Penelitian

Penulis melakukan penelitian dalam pengumpulan data di hanggar 4 PT.GMF AeroAsia Tbk. Untuk pengetahuan lebih lanjut mengenai tata cara memahami data lapangan yang didapat maka dilakukan tanya jawab dengan manajer TBC-4 line 5 hanggar 4.

Teknik Pengumpulan data

a. Kepustakaan

Metode riset dengan cara membaca dan mempelajari berbagai macam buku dan pengetahuan yang berhubungan dengan dasar pengertian avtur, *engine* CFM56-7B, pesawat Boeing 737-800 serta bagaimana sistem bahan bakar (*fuel system*) pada *engine*.

b. Observasi Lapangan

Yaitu dengan cara mengumpulkan data primer (konsumsi *fuel* dan jam terbang) yang diperlukan dengan mengambil rata-rata isi data *Aircraft Maintenance Log*

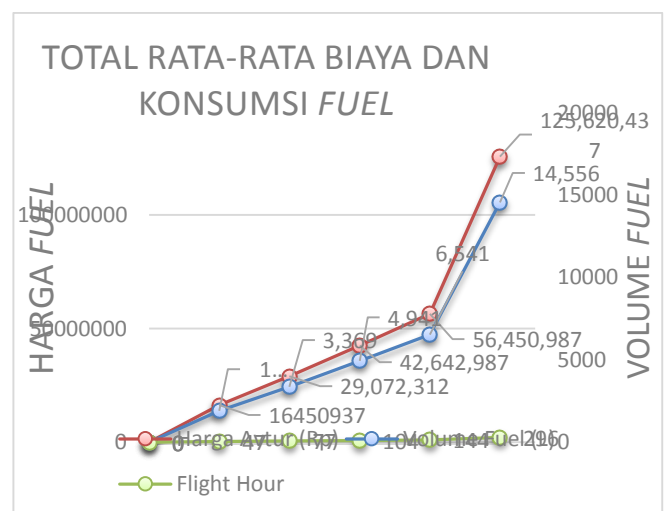
(AFL) dari tiga nomor registrasi pesawat Boeing 737-800 yang berbeda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis yang akan membahas mengenai penelitian dan perhitungan dari data yang dihasilkan mengenai perbandingan *fuel consumption* terhadap berbagai durasi *flight hour* oleh *Engine* CFM56-7B pesawat Boeing tipe 737-800.

Dari seluruh isi format pada *Aircraft Flight Log (AFL)* milik maskapai Garuda Indonesia penulis hanya mengambil beberapa format dan hanya merangkum data mengenai *fuel consumption* serta membaginya pada beberapa durasi *flight hour* yaitu data tentang rata-rata *flight time* (durasi 47, 77, 104, 144 dan 296 menit) dan *total Burn-Off* dari data *Aircraft Flight Log (AFL)* sejumlah 28 yang sudah diperoleh.

Berikut adalah data dalam bentuk diagram dan tabel yang berisi tentang durasi *flight hour*, *fuel volume* dan harga *fuel*.



Gambar 1. Diagram total rata-rata biaya dan konsumsi *fuel*

Tabel 1. Rata-Rata Biaya dan Konsumsi *Fuel*

RATA-RATA BIAYA DAN KONSUMSI FUEL						
NO	Deskripsi	Jam Terbang (Hour)				
		00.47	01.17	01.44	02.24	04.56
1.	Jam Terbang (menit)	47	77	104	144	296
2.	Berat <i>Fuel</i> (Kg)	1525	2965	3953	5233	11645
3.	Volume <i>Fuel</i> (L)	1.906,25	3.368,75	4.941,25	6.541,25	14.556,25
4.	Harga <i>Fuel</i> (Rp)	16.450.937	29.072.312	42.642.987	56.450.987	125.620.437

Dari data dalam bentuk diagram dan tabel diatas penulis akan membandingkan perhitungan dan analisis hanya dari durasi 47 sampai 77 menit sebagai sampel, maka dapat dilihat bahwa :

- i. Diketahui rata-rata pada durasi *flight hour* selama 47 menit menghabiskan :
 - a) *Fuel* seberat 1.906,25 L
 - b) Mengeluarkan total biaya sebesar Rp. 16.450.937
 - c) Mengeluarkan biaya $\frac{Rp.16.450.937}{47 \text{ menit}} = Rp.350.020/\text{menit}$ dan *fuel* seberat $\frac{1.906,25}{47 \text{ menit}} = 40,55 \text{ L/menit}$.
- ii. Dari rata-rata durasi *flight hour* selama 47 menit menuju durasi *flight hour* selama 77 menit (77 menit - 47 menit) maka :
 - a) Dapat diperoleh selisih durasi *flight hour* 30 menit.
 - b) Mengalami perubahan :

Fuel burn-off

- $\frac{1.906,25}{47 \text{ menit}} = 40,55 \text{ L/menit}$
- $40,55 \times 30 \text{ menit} = 1.216,75 \text{ L}$
- $1.216,75 + 1.906,25 = 3.123 \text{ L}$
- $3.368,75 - 3.123 = 245,75 \text{ L}$
- $245,75 \text{ L} \times \frac{100}{3.123 \text{ L}} = 7,86 \%$

Harga

- $\frac{Rp.16.450.937}{47 \text{ menit}} = Rp.350.020/\text{menit}$

- $350.020 \times 30 \text{ menit} = Rp.10.500.598$
- $Rp.10.500.598 + Rp.16.450.937 = Rp.26.951.535$
- $Rp.29.072.312 - Rp.26.951.535 = Rp.2.120.777$
- $Rp.2.120.777 \times \frac{100}{Rp.26.951.535} = 7,87 \%$

Flight hour

- $77 - 47 = 30 \text{ menit}$
- $30 \text{ menit} \times \frac{100}{47 \text{ menit}} = 63,8\%$

Jadi *fuel consumption* selisih antara durasi *flight hour* 77 menit dan 47 menit, mengalami perubahan dari beberapa aspek yaitu :

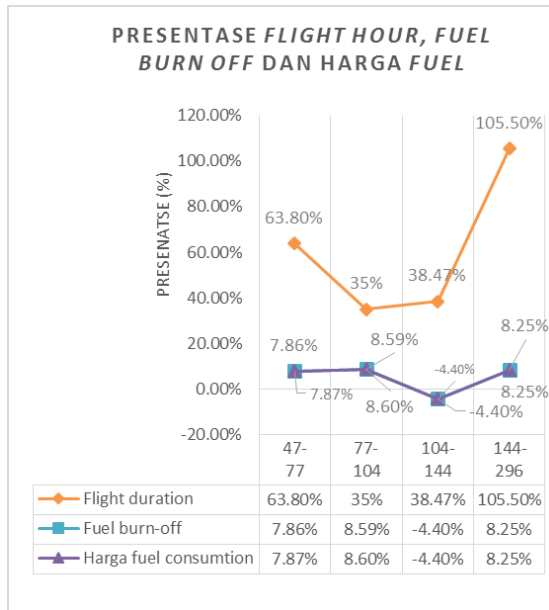
- a. Kenaikan *fuel burn-off* sebesar 245,75 L atau +7,86 % dari konsumsi *fuel* yang seharusnya 3.123 L menjadi 3.368,75 L.
- b. Kenaikan harga sebesar Rp.2.120.777 atau +7,87% dari biaya yang seharusnya Rp.26.951.535 menjadi Rp.29.072.312.
- c. Penambahan durasi 30 menit atau 63,8% lebih lama dari durasi *flight hour* 47 menit.

Presentase *Flight Hour*, *Fuel Burn Off* dan Harga *Fuel* Dalam Bentuk Tabel.

Tabel 2. Presentase *Flight Hour*, *Fuel Burn Off* dan Harga *Fuel*

No.	Keterangan	Flight duration (Hour)			
		47 - 77	77 - 104	104 - 144	144 - 296
Flight hour					
1.	Selisih <i>flight duration</i> (menit)	30	27	40	152
2.	Presentase	+ 63,8 %	+ 35 %	+ 38,47 %	+ 105,5 %
Fuel burn off					
1.	Volume <i>fuel sebenarnya</i> (L)	3.368,75	4.941,25	6.541,25	14.556,25
2.	Volume <i>fuel seharusnya</i> (L)	3.123	4.550	6.841,7	13.445,9
3.	Kenaikan <i>penurunan fuel burn off</i> (L)	+ 245,75	Chart Area	- 300,5	+ 1.110,35
4.	Presentase	+7,86 %	+ 8,59 %	- 4,4 %	8,25 %
Harga fuel consumption					
1.	Harga <i>fuel consumption sebenarnya</i> (Rp)	29.072.312	42.642.987	56.450.987	125.620.437
2.	Harga <i>fuel consumption seharusnya</i> (Rp)	26.951.535	39.266.499	59.044136	116.038.140
3.	Kenaikan <i>penurunan harga</i> (Rp)	+ 2.120.777	+ 3.376.487	- 2.593.149	+ 9.582.297
4.	presentase	+7,87 %	+ 8,6 %	- 4,4 %	8,25 %

Presentase *Flight Hour*, *Fuel Burn Off* dan Harga *Fuel* Dalam Bentuk Diagram.



Gambar 2. Presentase *Flight Hour*, *Fuel Burn Off* dan Harga *Fuel*

Dari data yang dihasilkan berupa tabel dan diagram diatas setelah melakukan perhitungan dan analisa, maka dapat dilihat bahwa presentase biaya yang harus dikeluarkan serta *fuel consumption* terhadap berbagai durasi *flight hour* oleh *Engine CFM56-7B* pesawat Boeing tipe 737-800 tidak selalu sama antara durasi *flight hour* pendek maupun panjang (*long-range cruise*) karena pada umumnya *total range* tergantung pada dua hal yaitu *fuel* yang tersedia dan *specific range*.

Ketika tujuan utama adalah *range* serta pengoperasian pesawat yang bernilai ekonomis, maka pilot harus memastikan bahwa pesawat dioperasikan dalam kondisi *long-range cruise* yang tepat secara prosedur. Dengan prosedur ini, pesawat akan mampu secara *maximum design-operating radius*, atau dapat mencapai jarak penerbangan dengan nilai cadangan *fuel* yang maksimum pada tempat yang akan dituju.

Pengaruh *altitude* terhadap *take off* dan *landing* ditempat yang tinggi dimana tekanan

atmosfir menjadi berkurang, juga akan berpengaruh terhadap kemampuan pesawat untuk lepas landas dan mendarat, karena sewaktu pesawat lepas landas atau mendarat membutuhkan gaya *lift* cukup besar dimana aliran udara (*airflow*) dikumpulkan dibagian atas dan bawah permukaan *wing* pesawat atau *flight control surface*.

Jika kerapatan udara (*density*) dilingkungan sekitar atau *ambient air* rendah, maka pada saat pesawat akan melakukan *take off* membutuhkan kecepatan yang lebih tinggi agar mendapatkan gaya *lift* yang cukup untuk bisa terbang sebelum mencapai ujung *obstacle* landasan, untuk memenuhi hal tersebut maka pesawat membutuhkan jarak landasan (*runway*) yang lebih panjang dimana juga akan berpengaruh pada *fuel consumption* pada *engine*.

Sebagai contoh sebuah pesawat membutuhkan landasan lebih panjang di ketinggian 5000 *feet* hampir dua kali lipat jika dibandingkan dengan landasan yang mempunyai ketinggian 1000 *feet* atau ketinggian *sea level*.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis dari data yang telah diperoleh, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa rata-rata *fuel consumptions* serta perbandingan biaya yang dikeluarkan oleh *engine CFM56-7B* pada pesawat Boeing tipe 737-800 milik maskapai Garuda Indonesia terhadap berbagai macam durasi *flight hour* dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya adalah :

- 1) Nilai terendah *fuel consumption* dan biaya yang dikeluarkan oleh *Engine CFM56-7B* pesawat Boeing tipe 737-800 jika dibandingkan dengan *flight duration* 47-77, 77-104 dan 104-144 terdapat pada durasi *flight hour* ke 144-296 dengan presentase kenaikan *fuel burn off* sebesar 8,26% atau

888,3 Kg, presentase kenaikan harga *fuel consumption* sebesar 7,63% atau Rp.7.665.837 dan presentase penambahan *flight duration* 105,5% atau selama 152 menit.

Powerplant, Volume 2: Federal Aviation Administration.

- 2) Nilai tertinggi *fuel consumption* dan biaya yang dikeluarkan oleh *Engine CFM56-7B* pesawat Boeing tipe 737-800 jika dibandingkan dengan *flight duration* 77-104, 104-144 dan 144-296 terdapat pada durasi *flight hour* ke 47-77 dengan presentase kenaikan *fuel burn off* sebesar 18,7% atau 2.498,5 Kg, presentase kenaikan harga *fuel consumption* sebesar 18,7% atau Rp.21.561.229 dan presentase penambahan *flight duration* 63,8% atau selama 30 menit.
- 3) Semakin lama atau panjang durasi *flight hour* dengan ditambahnya penerbangan dalam kondisi *altitude* yang tinggi maka *fuel consumption* menjadi lebih efisien atau dapat ditekan jumlah *fuel* maupun harganya jika dibandingkan dengan *flight duration* yang relatif pendek dan dalam kondisi *altitude* yang tidak terlalu tinggi.
- 4) Bahwa *fuel consumption* dan harga *fuel* yang harus dikeluarkan antara *flight duration* "A" dengan *flight duration* "B" tidak linear atau terjadi fluktuatif nilai *fuel consumption* antara "A" dan "B" yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasanudin. 2009. *Analisis Pemakaian Bahan Bakar Pada Auxiliary Power Unit (Apu) Gtcp 85-129*, Jakarta: Teknologi Industri, Teknik Mesin.
- Purnomo, Muhammad Jalu. 2015. *Analisis Konsumsi Bahan Bakar (Sfc) Mesin Lycoming O-360-A1ad Saat Terbang Di Ketinggian 13500 Ft*, Yogyakarta: Teknik Penerbangan.
- U.S. Department of Transportation. *Aviation Maintenance Technician Handbook*