



Pemilihan Tipe Pesawat Udara berdasarkan Estimasi Biaya Operasional untuk Pesawat Udara Jarak Menengah

Aircraft Type Selection based on Operational Cost Estimation for Medium Range Aircraft

Tito Yusmar, Welly Pakan

Puslitbang Perhubungan Udara, Jl.Merdeka Timur No.5 Jakarta Pusat 10110
email: tito.yusmar@gmail.com¹⁾, wilpak_1945@yahoo.com²⁾

INFO ARTIKEL

Histori Artikel:

Diterima: 28 Januari 2014
Direvisi: 17 Maret 2014
Disetujui: 18 Maret 2014

Keywords:

Airbus, Boeing, operational cost

Kata kunci:

Airbus, Boeing, biaya operasional

ABSTRACT / ABSTRAK

Domestic aviation industry is currently in a growing state. This year, some airlines make a purchase of new aircraft to strengthen its fleet. Some types of aircraft procured by the Indonesian airline is Sukhoi Superjet 100, the Boeing 737 Next Generation aircraft, the Airbus A330-200 and MA-60. Those aircraft type is the medium range aircraft that could potentially become competitors to each other. This research aims to determine the type of medium range aircraft with has most efficient operational costs in serving a particular route. Operating costs calculation for 7 (seven) types of aircraft i.e. Airbus A319, A320, B737-300, B737-400, B737-500, B737-800 and B737-900ER showed that Boeing 737-900 ER aircraft operated by Lion Air has the most efficient direct operating costs (0.07981 USD / seat-nmi) followed by Boeing 737-400 aircraft with a seating capacity of 170 seats operated by Citilink Garuda Indonesia (0.08636 USD / seat-nmi).

Industri penerbangan dalam negeri saat ini semakin berkembang. Mulai tahun ini, banyak perusahaan jasa angkutan udara yang melakukan pembelian pesawat baru untuk memperkuat armadanya. Beberapa tipe pesawat udara yang didatangkan oleh perusahaan jasa angkutan udara Indonesia adalah pesawat Sukhoi Superjet 100, Boeing 737 Next Generation, Airbus A330-200 dan MA-60. Tipe pesawat udara tersebut merupakan tipe pesawat udara *medium range* yang berpotensi menjadi kompetitor satu sama lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tipe pesawat udara *medium range* dengan biaya operasional paling hemat dalam melayani rute tertentu. Dari 7 (tujuh) tipe pesawat yang dihitung biaya operasionalnya yaitu Airbus A319, A320, B737-300, B737-400, B737-500, B737-800 dan B737-900ER, pesawat tipe Boeing 737-900ER yang dioperasikan oleh Lion Air menjadi pesawat udara dengan biaya operasional langsung paling hemat yaitu 0,07981 US\$/seat-nmi, diikuti oleh Boeing 737-400 dengan kapasitas kursi sebanyak 170 kursi yang dioperasikan oleh Citilink Garuda Indonesia, sebesar 0,08636 US\$/seat-nmi.

PENDAHULUAN

Industri penerbangan dalam negeri saat ini tengah dalam keadaan yang semakin populer. Mulai tahun ini, banyak perusahaan jasa angkutan udara yang berani mendatangkan pesawat baru untuk memperkuat armadanya. Kartika Airlines adalah salah satu perusahaan jasa angkutan udara yang melakukan pembelian pesawat udara baru dengan jumlah yang cukup banyak. Kartika Airlines mengeluarkan US\$ 840 juta untuk membeli 30 pesawat baru Sukhoi SuperJet 100 (SSJ100) langsung dari pabrik Sukhoi Civil Aircraft Company (SCAC), Rusia. Garuda Indonesia membeli 23 unit Boeing 737 *Next Generation* (NG) series dan 1 unit Airbus 330-200, sementara Sriwijaya Air akan mendatangkan 20 unit Boeing 737-800 *Next Generation* (NG) sampai 2015, dan Merpati Nusantara Indonesia membeli 15 unit MA-60 dari China. Seluruh tipe pesawat udara tersebut diatas merupakan tipe pesawat udara *medium range* yang berpotensi menjadi kompetitor satu sama lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tipe pesawat udara *medium range* dengan biaya operasional paling hemat dalam melayani rute tertentu

TINJAUAN PUSTAKA

Efektivitas biaya bagi perusahaan jasa angkutan udara adalah murni nilai ekonomi yang harus terpenuhi. Pesawat udara harus menghasilkan pendapatan yang lebih dari biaya operasional yang kemudian menunjukkan bahwa investasi pembelian dan penggunaan pesawat udara lebih menguntungkan dibandingkan investasi di tempat lain dengan jumlah uang yang sama. Biaya operasional perusahaan jasa angkutan udara dibagi menjadi biaya operasional

langsung (*Direct Operating Cost* (DOC)) dan biaya operasional tidak langsung (*Indirect Operating Cost* (IOC)). DOC adalah biaya yang menyangkut operasional penerbangan, yaitu bahan bakar, awak kabin, perawatan, penyusutan, dan asuransi. Dalam analisis ekonomi, DOC dinyatakan sebagai biaya per kursi-mil terbang. Kursi-mil terbang adalah jumlah kursi dalam pesawat dikalikan dengan jumlah penerbangan. DOC per kursi-mil sering digunakan untuk membandingkan pesawat dan sebagai ukuran untuk kebutuhan studi desain. IOC adalah biaya lainnya yang dikeluarkan untuk menjalankan perusahaan jasa angkutan udara, termasuk biaya penyusutan dari fasilitas dan peralatan sisi darat, biaya pelayanan pelanggan dan penjualan, dan biaya administrasi dan pengeluaran tambahan. IOC tidak dapat dianalisis secara statistik karena biaya tersebut sangat bervariasi dalam masing-masing perusahaan jasa angkutan udara dan sangat sedikit keterkaitannya dengan desain pesawat udara. Pada umumnya, besaran IOC dalam satu tahun sama dengan DOC, tetapi akibat variasi IOC yang begitu besar sehingga satu-satunya cara untuk mendapatkan jumlah biaya tersebut adalah dari perusahaan jasa angkutan udara itu sendiri [Raymer & Daniel P.,1992].

Biaya Operasional Langsung

Metoda estimasi yang akan dijelaskan berikut ini disebut sebagai DOC+I (*Direct Operating Cost plus Interest*). Metoda ini dikembangkan oleh Liebeck [Liebeck, R. H., et. Al.,1995] dan telah diaplikasikan oleh [Ross Ross, T. E., 1998] untuk pesawat udara komersial. Menurut definisi, DOC+I memperhitungkan pengeluaran biaya awak pesawat dan

awak kabin, perawatan rangka pesawat udara, perawatan mesin pesawat udara, biaya pendaratan, penyusutan, asuransi, dan bunga.

Biaya Awak Pesawat dan Awak Kabin

Biaya awak pesawat dan awak kabin berdasarkan pada *Block Hours* (BH), yaitu total waktu penggunaan pesawat udara mulai dari "blocks" roda pesawat udara dilepas pada saat di bandar udara keberangkatan hingga dipasang kembali di bandar udara tujuan, yang secara keseluruhan meliputi waktu *taxi*, waktu

tunggu di darat, waktu total misi penerbangan, waktu tunggu di udara, waktu tambahan untuk menerima dan memenuhi instruksi dari *Air Traffic Control* (ATC) sebelum mendarat, dan waktu selama menunggu *gate* di darat [Raymer & Daniel P., 1992]. Untuk awak pesawat, biaya yang dikeluarkan adalah fungsi dari berat kotor *takeoff* maksimum pesawat udara seperti yang terlihat pada Rumus 1. Sedangkan biaya awak kabin diasumsikan pada tingkat pembayaran 60 Dolar per jam.

$$\text{Flight Crew} = BH \times (\# \text{ of flight crews}) \times (440 + 0,532 * (W_{gross}/ 1000)) \quad (1)$$

$$\text{Cabin Crew} = BH \times (\# \text{ of cabin crews}) \times \left(60 \frac{\$}{\text{Hr.}}\right) \quad (2)$$

Perawatan Rangka Pesawat Udara

Biaya perawatan rangka pesawat udara dibagi menjadi tiga bagian, yaitu tenaga kerja (*labor*), bahan (*materials*), dan pembebanan (*burden*) atau biaya akibat pemberhentian operasi pesawat udara. Biaya tenaga kerja dan biaya

bahan berdasarkan kepada kurva historis yang dikembangkan oleh Liebeck [Liebeck, R. H., et. Al., 1995] dan bergantung kepada jumlah perjalanan per tahun, waktu perjalanan rata-rata, dan berat pesawat udara.

Airframe Maintenance Labor :

$$\text{Airframe Labor Cost} = \frac{\text{Maintenance Hrs.}}{\text{Trip}} \times (\# \text{ of trips}) \times \left(25 \frac{\$}{\text{Hr.}}\right) \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{Maintenance Hrs.}}{\text{Trip}} &= \left(1,26 + 1,774 \left(\frac{W_{airframe}}{1 \times 10^5}\right) - 0,1071 \left(\frac{W_{airframe}}{1 \times 10^5}\right)^2\right) \times \dots \\ &\dots \times \text{Trip Time} + \left(1,614 + 0,7227 \left(\frac{W_{airframe}}{1 \times 10^5}\right) + 0,1204 \left(\frac{W_{airframe}}{1 \times 10^5}\right)^2\right) \end{aligned} \quad (3a)$$

Airframe Maintenance Materials :

$$\text{Airframe Material Cost} = \frac{\text{Material Cost}}{\text{Trip}} \times (\# \text{ of trips}) \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{Material Cost}}{\text{Trip}} &= \left(12,39 + 29,8 \left(\frac{W_{airframe}}{1 \times 10^5}\right) + 0,1806 \left(\frac{W_{airframe}}{1 \times 10^5}\right)^2\right) \times \dots \\ &\dots \times \text{Trip Time} + \left(15,2 + 97,33 \left(\frac{W_{airframe}}{1 \times 10^5}\right) - 2,862 \left(\frac{W_{airframe}}{1 \times 10^5}\right)^2\right) \end{aligned} \quad (4a)$$

Airframe Applied Maintenance Burden :

$$\text{Applied Maintenance Burden} = 2 \times \text{Airframe Labor Cost} \quad (5)$$

Total Airframe Maintenance Cost =

$$\text{Airframe Labor} + \text{Airframe Maintenance} + \text{Airframe Burden} \quad (6)$$

Perawatan Mesin Pesawat Udara

Sama seperti biaya perawatan rangka pesawat udara, biaya perawatan mesin pesawat udara juga dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *labor*, *materials*, dan

burden. Untuk keseluruhan biaya perawatan pesawat udara, tingkat pembayaran tenaga kerja diasumsikan 25 Dolar per jam.

Engine Maintenance Labor :

$$Engine\ Labor\ Cost = \frac{Maintenance\ Hrs.}{Trip} \times (\#\ of\ trips) \times \left(25 \frac{\$}{Hr.}\right) \tag{7}$$

$$\frac{Maintenance\ Hrs.}{Trip} = \left(0,645 + \left(\frac{0,05 \times Thrust\ per\ Engine}{1 \times 10^4}\right) \times \left(0,566 + \left(\frac{0,434}{Trip\ Time}\right)\right)\right) \times \dots$$

$$\dots \times Trip\ Time \times (\#\ of\ engines) \tag{7a}$$

Engine Maintenance Materials :

$$Engine\ Material\ Cost = \frac{Material\ Cost}{Trip} \times (\#\ of\ trips) \tag{8}$$

$$\frac{Material\ Cost}{Trip} = \left(25 + \left(\frac{0,05 \times Thrust\ per\ Engine}{1 \times 10^4}\right) \times \left(0,62 + \left(\frac{0,38}{Trip\ Time}\right)\right)\right) \times \dots$$

$$\dots \times Trip\ Time \times (\#\ of\ engines) \tag{8a}$$

Engine Maintenance Burden :

$$Applied\ Maintenance\ Burden = 2 \times Engine\ Labor\ Cost \tag{9}$$

Total Engine Maintenance Cost =

$$Engine\ Labor + Engine\ Maintenance + Engine\ Burden \tag{10}$$

Biaya Pendaratan

Biaya pendaratan berdasarkan berat kotor *takeoff* maksimum pesawat udara, berat bahan bakar pesawat udara, dan rata-rata biaya pendaratan di Amerika Serikat. Biaya pendaratan ini dapat

sangat bervariasi di Eropa dengan kemungkinan adanya biaya tambahan seperti emisi NOx atau emisi suara, tetapi hal tersebut tidak dimasukkan dalam metoda ini.

$$Landing\ Fee = 1,5 \times \left(\frac{W_{gross} - W_{fuel}}{1000}\right) \tag{11}$$

Penyusutan, Asuransi, dan Bunga

Untuk semua metoda perhitungan berikut ini, biaya produksi pesawat

udara harus diketahui, yang dapat ditemukan dengan menggunakan metoda Raymer [Raymer & Daniel P., 1992].

$$Depreciation = (1 - residual) \times \left(\frac{Airframe\ Cost}{Period}\right) + Airframe\ Spares \times \dots$$

$$\dots \times \left(\frac{Airframe\ Cost}{Period}\right) + Engine\ Spares \times \left(\frac{Airframe\ Cost}{Period}\right) \tag{12}$$

$$Insurance = 0,0035 \times Airframe\ Cost \tag{13}$$

$$Interest = Interest\ Rate \times \dots$$

$$\dots \times \left(\text{Future Value} + \text{Present Value} \times \left(\frac{(1+\text{Interest Rate})^{2 \times \text{Period}}}{-1+(1+\text{Interest Rate})^{2 \times \text{Period}}} \right) \right) \quad (14)$$

$$\text{DOC} = \text{Flight Crew} + \text{Cabin Crew} + \text{Airframe Maintenance} + \text{Engine Maintenance} + \text{Landing Fee} + \text{Depreciation} + \text{Insurance} + \text{Interest} \quad (15)$$

Tipe Pesawat Udara

Tipe pesawat udara pada umumnya dibagi dalam tiga bagian sebagai berikut:

1. *Wide-Body Aircraft*

Pesawat udara terbesar yang dioperasikan oleh *airline* atau perusahaan jasa angkutan udara adalah *wide-body aircraft* atau pesawat udara berbadan lebar. Pesawat udara tipe ini sering disebut *twin-aisle aircraft* atau pesawat udara berkoridor kembar karena pesawat udara tersebut memiliki dua koridor terpisah yang berada sepanjang kabin penumpang. Pesawat udara dalam kategori ini adalah Boeing seri 747, Boeing seri 767, Boeing seri 777, Airbus seri A300/A310, Airbus seri A330, Airbus seri A340, Airbus seri A380, Lockheed L-1011 TriStar, McDonnell Douglas DC-10, McDonnell Douglas MD-11, Ilyushin Il-86, dan Ilyushin Il-96. Pesawat udara berbadan lebar biasanya digunakan untuk penerbangan jarak jauh (*long range*) antara *airline hubs* dan kota-kota besar dengan banyak penumpang, antara 200 hingga 600 penumpang. Model pesawat udara berbadan lebar masa depan antara lain Boeing 787 *Dreamliner* dan Airbus seri A350.

2. *Narrow-Body Aircraft*

Pesawat udara berukuran lebih kecil dari *wide-body aircraft*, lebih umum digunakan oleh perusahaan jasa angkutan udara adalah *narrow-body aircraft* atau pesawat udara berbadan sempit. Dinamakan

narrow-body aircraft karena tipe pesawat udara tersebut hanya memiliki satu koridor, atau biasa disebut *single-aisle aircraft*. Pesawat udara yang berukuran lebih kecil dan berpenumpang lebih sedikit dari tipe lainnya, *wide-body aircraft*, ini pada umumnya digunakan untuk penerbangan jarak menengah (*medium range*) dengan jumlah penumpang dari 100 hingga maksimum (Boeing 757-300) 250 penumpang. Pesawat udara yang termasuk *narrow-body type* adalah Boeing seri 717, Boeing seri 737, Boeing seri 757, McDonnell Douglas DC-9, McDonnell Douglas MD-80/MD-90, Airbus seri A320, Tupolev Tu-204, Tupolev Tu-214, Tupolev Tu-334, Embraer E-Jets 190, dan Embraer E-Jets 195. Pesawat udara yang lebih dahulu beroperasi seperti Boeing seri 707, Boeing seri 727, Douglas DC-8, Fokker F70, Fokker F100, VC10, Tupolev, dan Yakovlev juga termasuk dalam kategori ini.

3. *Small Aircraft*

Pesawat udara yang termasuk dalam tipe ini adalah pesawat udara berukuran kecil dengan penumpang maksimum 100 penumpang. Tidak seperti *wide-body aircraft* dan *narrow-body aircraft* yang menggunakan mesin *turbojets*, tipe *small aircraft* menggunakan mesin *turbofans* dan *turboprops*. Pesawat udara tipe ini dioperasikan untuk penerbangan jarak dekat (*short range*) dengan fungsi pelayanan

lokal, *feeder*, dan komuter. Pesawat udara dalam tipe *small aircraft* antara lain Embraer ERJ, Bombardier CRJ, DASH-8, ATR 42, ATR 72, Beechcraft 1900, Jetstream 31, Fairchild Metro, Cessna Caravan, dan Pilatus PC-12.

METODOLOGI

Jenis data yang digunakan dalam kajian ini adalah data sekunder yang merupakan data internal yang telah diolah lebih lanjut dan sumber data yang digunakan berasal dari lokasi survei lapangan, yaitu Bandara Hang Nadim dan literatur-literatur terkait.

Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

Untuk melakukan analisis kajian ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data terlebih dahulu.

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data atau survei lapangan untuk memperoleh data merupakan hal yang diperlukan dalam suatu kajian. Dengan mempertimbangkan semua informasi yang dibutuhkan dapat diperoleh data-data yang diperlukan dengan akurat dan lengkap. Karena data yang dikumpulkan berjenis data sekunder maka tidak ada penetapan responden dalam kajian ini. Pengumpulan data dilakukan di Bandar Udara Hang Nadim – Batam.

2. Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data dari hasil survei lapangan melalui pengamatan dan pengambilan data langsung dari pusat data instansi yang bersangkutan, hal selanjutnya yang akan dilakukan adalah pengolahan data. Hasil pengolahan data tersebut

dilakukan sebagai data dalam pembahasan analisis dan evaluasi biaya operasional terhadap tipe pesawat udara *medium range*.

Teknik Analisis Data

Proses pembahasan dan analisis menggunakan metode kualitatif dengan penguraian (deskriptif), pemaparan, dan penjelasan secara rinci berdasarkan kompilasi data sekunder yang telah diolah, dimana akhirnya dapat memberikan hasil sesuai tujuan studi. Analisis dalam kajian ini dilakukan dengan melihat kondisi saat ini dari tipe pesawat udara, spesifikasi pesawat udara, rute penerbangan, frekuensi penerbangan, dan jumlah awak pesawat dan awak kabin. Untuk membantu dalam analisis permasalahan, maka metodologi yang digunakan dalam kajian ini adalah metode analisis deskriptif komparatif (studi kasus) dengan pendekatan kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelompok Tipe Pesawat Udara *Medium Range*

Dari data yang diperoleh setelah survei lapangan di Bandar Udara Hang Nadim-Batam, dapat diketahui pesawat udara yang beroperasi, lepas landas dan pendaratan di bandar udara tersebut. Hal berikutnya yang dilakukan adalah mengelompokkan seluruh pesawat udara tersebut berdasarkan jarak tempuh. Tipe pesawat udara yang akan dihitung biaya operasionalnya adalah tipe pesawat udara dalam kelompok *medium range* dengan kisaran jarak tempuh antara 2.000 hingga 5.000 *nautical mile* (nmi). Mengacu kepada tinjauan pustaka dan spesifikasi teknis dari masing-masing produsen pesawat udara serta uraian tipe pesawat udara untuk masing-

masing perusahaan jasa angkutan udara, pengelompokan tipe pesawat udara yang beroperasi di Bandar Udara Hang

Nadim Batam, berdasarkan jarak tempuh dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok Tipe Pesawat Udara Berdasarkan Jarak Tempuh

No.	Pesawat Udara	Tipe Pesawat	Jarak Tempuh	Kapasitas Kursi
1	A 319	<i>Medium Range</i>	3.700 nm	180
2	A 320	<i>Short to Medium Range</i>	3.300 nm	180
3	A 330	<i>Medium to Long Range</i>	7.250 nm	302
4	ATR 72	<i>Regional</i>	645 nm	72
5	B 737-200	<i>Short Range</i>	1.900 nm	126
6	B 737-300	<i>Short to Medium Range</i>	2.270 nm	110 – 148
7	B 737-400	<i>Short to Medium Range</i>	2.270 nm	134 – 170
8	B 737-500	<i>Short to Medium Range</i>	2.402 nm	96
9	B 737-800	<i>Short to Medium Range</i>	3.115 nm	162
10	B 737-900ER	<i>Short to Medium Range</i>	3.265 nm	220
11	B 747-400	<i>Long Range</i>	7.260 nm	510
12	Fokker 50	<i>Regional</i>	1.110 nm	50
13	RJ 100	<i>Regional</i>	1.570 nm	106

Sumber: Airbus, Boeing, airliners.net, Lambert, Jackson, *Urusan Data Bandara Hang Nadim*

Dari Tabel 1 dapat diketahui pesawat udara yang beroperasi di Bandar Udara Hang Nadim – Batam, terbagi dalam tiga kelompok pesawat udara, yaitu kelompok pesawat udara *short*, *medium* dan *long range*. Tipe pesawat udara dalam setiap kelompok tersebut bervariasi antara masing-masing produsen. Seperti pesawat udara produksi Boeing yang dioperasikan mulai dari *short range* 737-200 sampai dengan *long range* 747-400. Sesuai dengan subyek kajian ini, yaitu pesawat udara yang termasuk dalam kategori *medium range* dengan jarak tempuh antara 2.000 hingga 5.000 nmi, maka tipe pesawat udara yang akan dihitung biaya operasionalnya adalah Airbus A319, A320, B737-300, B737-400, B737-500, B737-800 dan B737-900ER.

Airbus A320 *Family* adalah seri pesawat udara jet komersial untuk jarak tempuh *short to medium range* dan satu-satunya *narrow-body aircraft* yang diproduksi oleh Airbus. A320 *Family* meliputi A318, A319, A320 dan A321. Berdasarkan modelnya, masing-masing tipe pesawat udara tersebut dapat membawa hingga 220 penumpang dengan jarak tempuh 1.700 hingga 6.500 nmi. Hingga tanggal 31 Mei 2011 telah diproduksi 4.696 pesawat udara. 4.607 diantaranya masih aktif beroperasi, Selain itu, 2.331 pesawat udara berada dalam tahap pemesanan. Tipe pesawat udara A320 *Family* yang menjadi subyek dalam penelitian ini adalah A319 dan A320. Berikut ini spesifikasi teknis A319 dan A320 yang menjadi variabel perhitungan biaya operasional langsung.

Tabel 2. Spesifikasi Teknis Airbus A320 Family

Spesifikasi	Airbus A320 Family	
	A319	A320
<i>OEW</i>	39.884 kg (87.930 lb)	42.175 kg (92.980 lb)
<i>MTOW</i>	64.000 kg (141.094 lb)	73.500 kg (162.040 lb)
<i>W_{gross}</i>	75.500 kg (166.450 lb)	78.000 kg (172.000 lb)
<i>W_{fuel}</i>	7.980 USG	7.980 USG
<i>Engines (x 2)</i>	CFMI CFM56-5	CFMI CFM56-5
<i>Maximum Thrust (x 2)</i>	120 kN (27.000 lbf)	120 kN (27.000 lbf)
<i>Maximum Speed</i>	0,82 Mach (542,6 knot)	0,82 Mach (542,6 knot)
<i>Production Quantity</i>	1291	2681

Sumber: Airbus, 2011

Boeing 737 klasik adalah nama yang diberikan untuk Boeing 737 seri 300,400 dan 500. Sama seperti Airbus A320 Family, tipe pesawat udara produksi Boeing tersebut merupakan *narrow-body aircraft* dengan jarak tempuh *short to medium range*. Seri klasik diperkenalkan sebagai generasi baru Boeing 737 setelah kesuksesan yang diraih oleh *Original Series*, yaitu Boeing 737-100 dan 737-

200. Sejak tahun 1981 hingga 2000 telah diproduksi 1.998 pesawat udara yang termasuk dalam seri klasik tersebut. Seluruh tipe pesawat udara Boeing 737 klasik menjadi subyek dalam penelitian ini. Berikut ini spesifikasi teknis Boeing 737-300,400 dan 500 yang menjadi variabel perhitungan biaya operasional langsung.

Tabel 3. Spesifikasi Teknis Boeing 737 Klasik

Spesifikasi	Boeing 737 Classic		
	B 737-300	B 737-400	B 737-500
<i>OEW</i>	32.881 kg (72.490 lb)	34.564 kg (76.200 lb)	31.983 kg (70.510 lb)
<i>MTOW</i>	56.740 kg (124.500 lb)	62.820 kg (138.500 lb)	52.390 kg (115.500 lb)
<i>W_{gross}</i>	62.823 kg (138.500 lb)	68.040 kg (150.000 lb)	60.555 kg (133.500 lb)
<i>W_{fuel}</i>	6.130 USG	6.296 USG	6.296 USG
<i>Engines (x 2)</i>	CFMI CFM56-3	CFMI CFM56-3	CFMI CFM56-3
<i>Maximum Thrust (x 2)</i>	89 kN (20.000 lbf)	97,9 kN (22.000 lbf)	82,3 kN (18.500 lb)
<i>Maximum Speed</i>	0,82 Mach (542,6 knot)	0,82 Mach (542,6 knot)	0,82 Mach (542,6 knot)
<i>Production Quantity</i>	1113	486	389

Sumber: Boeing, *airliners.net*, 2011

Boeing 737 Next Generation (NG) adalah nama yang diberikan untuk Boeing 737 seri 600, 700, 800 dan 900. Tipe pesawat udara Boeing 737NG masuk dalam kategori *narrow-body aircraft* dengan jarak tempuh *short to medium range*. Sebanyak 3.528 pesawat udara Boeing 737NG telah diproduksi

dari tahun 1996 hingga tahun 2011. Tipe pesawat udara Boeing 737NG yang menjadi subyek dalam penelitian ini adalah Boeing 737-800 dan 737-900ER. Berikut spesifikasi teknis Boeing 737-800 dan B737-900ER yang menjadi variabel dalam perhitungan biaya operasional langsung.

Tabel 4. Spesifikasi Teknis Boeing 737NG

Spesifikasi	Boeing 737 Next Generation	
	B 737-800	B 737-900ER
<i>OEW</i>	41.145 kg (90.710 lb)	44.676 kg (98.495 lb)
<i>MTOW</i>	70.535 kg (155.500 lb)	74.840 kg (164.000 lb)
<i>W_{gross}</i>	79.015 kg (174.200 lb)	85.130 kg (187.700 lb)
<i>W_{fuel}</i>	6.875 USG	7.837 USG
<i>Engines (x 2)</i>	CFMI CFM56-7	CFMI CFM56-7
<i>Maximum Thrust (x 2)</i>	121,4 kN (27.300 lbf)	121,4 kN (27.300 lbf)
<i>Maximum Speed</i>	0,82 Mach (542,6 knot)	0,82 Mach (542,6 knot)
<i>Production Quantity</i>	2233	88

Sumber: Boeing, 2011

Perhitungan Biaya Operasioal Langsung (*Direct Operating Cost*)

Perhitungan *Direct Operating Cost* (DOC) dilakukan dengan menggunakan rumus 1 sampai dengan rumus 15. dengan asumsi sebagai sebagai berikut.

1. Jumlah perjalanan per tahun diasumsikan rata-rata dari jumlah pergerakan pesawat udara di Bandar Udara Hang Nadim pada tahun 2010.
2. Waktu perjalanan rata-rata diasumsikan berdasarkan rute penerbangan terjauh yang ditempuh oleh pesawat udara dari dan ke Bandar Udara hang Nadim.

3. *Block Hours* diasumsikan sama dengan waktu perjalanan untuk menempuh rute terjauh.

Dari Tabel 5 dapat diketahui hasil perhitungan dan nilai DOC untuk 7 (tujuh) tipe pesawat udara yang beroperasi di Bandar Udara Hang Nadim Batam. Dari hasil perhitungan tersebut, yang menjadi tolok ukur nilai dan perbandingan adalah DOC/seat-nmi, yaitu biaya operasional langsung pesawat udara per kursi setiap satu satuan *nautical mile*.

Tabel 5. Nilai DOC/seat-nmi

No.	Tipe Pesawat Udara	DOC (US \$)/seat-nmi
1	Boeing 737-900ER	0,07981
2	Boeing 737-400 dengan konfigurasi 170 kursi	0,8636
3	Boeing 737-400 dengan konfigurasi 168 kursi	0,08739
4	Airbus A319	0,08893
5	Airbus A320	0,09200
6	Boeing 737-300 dengan konfigurasi 148 kursi	0,09662
7	Boeing 737-800	0,10110
8	Boeing 737-400	0,10957
9	Boeing 737-300	0,12999
10	Boeing 737-500	0,14643

Sumber: Hasil pengolahan data

Kapasitas kursi menjadi faktor utama yang menentukan nilai DOC/seat-nmi karena DOC tersebut dihitung berdasarkan jumlah kursi yang tersedia dalam pesawat udara. Hal ini yang kemudian menjadikan Boein 737-900ER sebagai pesawat udara dengan biaya operasional langsung paling hemat. Walaupun nilai total DOC Boeing737-900ER paling tinggi diantara yang lain, dengan kapasitas kursi yang besar yaitu 220 kursi membuat nilai DOC/seat-nmi pesawat udara tersebut paling kecil dibandingkan dengan nilai DOC/seat-nmi pesawat udara lainnya. Selain itu, tipe pesawat udara Boeing 737-400 dengan tiga konfigurasi kapasitas kursi yang berbeda juga menunjukkan pengaruh jumlah kursi dalam menentukan nilai DOC/seat-nmi. Boeing 737-400 dengan kapasitas kursi terbanyak, yaitu 170 kursi memberikan nilai DOC/seat-nmi paling rendah dibandingkan dua konfigurasi lainnya. Boeing 737-500 adalah tipe pesawat udara dengan kapasitas kursi paling kecil dalam perhitungan ini dan menghasilkan nilai DOC/seat-nmi paling besar.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan perhitungan dan analisis, kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah diantara 7 (tujuh) tipe pesawat udara yang dihitung biaya operasional langsungnya, yaitu Airbus A319, A320, B737-300, B737-400, B737-500, B737-800 dan B737-900ER, Boeing 737-900ER yang dioperasikan oleh Lion Air menjadi pesawat udara dengan biaya operasional langsung paling hemat yaitu 0,07981 US\$/seat-nmi, diikuti oleh Boeing 737-400 dengan kapasitas kursi sebanyak 170 kursi yang dioperasikan oleh Citilink Garuda Indonesia, sebesar 0,08636 US\$/seat-nmi.

Dari perbandingan dua produsen pesawat udara, pesawat udara produksi Boeing memiliki DOC/seat-nmi paling rendah. Sedangkan di antara pesawat udara produksi Airbus, pesawat udara yang memiliki DOC/seat-nmi paling rendah adalah Airbus A319 yang dioperasikan oleh Batavia Air, yaitu sebesar 0,08893 US\$/seat-nmi.

DAFTAR PUSTAKA

Jati, Guntur P. (2010). Kartika Airlines Beli 30 Sukhoi Superjet 100 Senilai US\$ 840 Juta. *Harian Kontan*.

Jackson, P. (2003). *Jane's All The World's Aircraft 2003-2004*. Coulsdon, UK: Jane's Information Group.

Liebeck, R. H., et. Al. (1995). *Advanced Subsonic Airplane Design and Economic Studies*. NASA CR-195443.

Lambert, M. (1993). *Jane's All The World's Aircraft 1993-94*. Coulsdon, UK: Jane's Data Division.

Raymer, Daniel P. (1992). *Aircraft Design: A Conceptual Approach*. Second Edition. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.: Washington, D.C.

Ross, T. E. (1998). *Designing for Minimum Cost: A Method to Assess Commercial Aircraft Technologies*. Purdue University School of Aero. & Astro.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Airliner/>. diakses 15 Juni 2011.

<http://www.airbus.com/>. diakses 15 Juni 2011.

<http://www.boeing.com/commercial/>. diakses 15 Juni 2011.

<http://www.airliners.net/aircraft-data/>. diakses 15 Juni 2011.

