

# Analisis Strategi *Fuel Tankering* Pada Rute Jakarta-Makassar-Jayapura Untuk Pesawat Boeing 737-800 Dengan Variasi Jumlah Penumpang

Nathaniel Ericsson Mirino<sup>\*,1</sup>, Tri Susilo<sup>2</sup>, Aprilia Sakti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Indonesia

\*Korespondensi Penulis: mirino.ericsson98@gmail.com

**Abstrak** - Biaya konsumsi bahan bakar merupakan salah satu pengeluaran yang cukup besar dalam operasional pesawat udara. Strategi yang bisa digunakan untuk menghemat biaya pengeluaran bahan bakar adalah *Fuel Tankering*. Strategi ini diterapkan guna memperkecil biaya operasional dan didasarkan pada perbedaan harga bahan bakar di setiap Bandara keberangkatan dan Bandara tujuan. Penelitian ini akan mempelajari serta menganalisis penerapan strategi *fuel tankering* dan juga perhitungan terhadap biaya *refueling* dengan menggunakan beberapa variasi jumlah penumpang. Objek penelitian dikhususkan pada pesawat Boeing 737-800 untuk rute penerbangan CGK-UPG-CGK dan CGK-DJJ-CGK. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa *refueling* dengan menggunakan strategi *fuel tankering* dapat dilakukan selama jumlah  $F_{Load}$  tidak menyebabkan pesawat *over weight*. Diperoleh juga bahwa strategi *fuel tankering* pada rute terbang CGK-UPG-CGK bisa diterapkan maksimal pada kondisi muatan *maximum* untuk penerbangan CGK-UPG dan 25% Pax untuk penerbangan kembali UPG-CGK. Dengan kondisi muatan seperti ini, penerapan strategi *fuel tankering* lebih efektif daripada *refueling* secara normal dengan nilai rata-rata *saving cost* sebesar Rp. 18.287.443,89 (9,18%). Sedangkan strategi *fuel tankering* pada rute terbang CGK-DJJ-CGK bisa diterapkan maksimal pada kondisi muatan 50% Pax untuk penerbangan CGK-DJJ dan *maximum payload* untuk penerbangan kembali DJJ-CGK. Dengan kondisi muatan seperti ini, penerapan strategi *fuel tankering* lebih efektif daripada *refueling* secara normal dengan nilai rata-rata *saving cost* sebesar Rp. 4.103.411,16 (0,93%).

**Kata kunci:** Boeing 737-800, *Fuel Tankering*, Variasi Jumlah Penumpang, *Saving Cost*

## I. PENDAHULUAN

Pesawat terbang dioperasikan menggunakan bahan bakar jenis *Aviation turbine* (Avtur). Dimana dalam industri penerbangan, konsumsi bahan bakar menjadi salah satu hal penting yang perlu direncanakan dalam pembuatan *flight planning*. Hal ini menyangkut kalkulasi biaya operasional yang nantinya akan digunakan sebagai salah satu parameter dalam menganalisis untung-rugi sebuah maskapai. Harga avtur di Indonesia tidak menentu antara bandara satu dengan bandara lainnya<sup>[1]</sup>. Oleh karena perbedaan harga ini, perusahaan perlu memikirkan strategi yang tepat untuk mencegah adanya kemungkinan merugi, dalam artian bahwa dengan perbedaan harga bahan bakar ini perusahaan tetap harus mendapatkan keuntungan. Perusahaan akan mengusahakan untuk bisa meminimalisir pengisian *fuel* di bandara tujuan yang memiliki *fuel price* lebih tinggi dari pada bandara keberangkatan. Salah satu strategi yang bisa digunakan adalah *fuel tankering*<sup>[2]</sup>.

*Fuel tankering* merupakan salah satu strategi dimana pesawat akan melakukan penambahan bahan bakar dari bandara udara asal yang harga bahan bakarnya lebih murah dibandingkan dengan harga bahan bakar di bandar udara tujuan. Untuk beberapa perusahaan, *fuel tankering* dikenal juga dengan istilah *econ tank* dan dalam pelaksanaannya disesuaikan dengan *econ tank list* (ETL). ETL adalah daftar yang berisi rute penerbangan yang berpotensi untuk diterapkan strategi *fuel tankering*. Daftar ini kemudian digunakan oleh *flight dispatcher* untuk memberikan rekomendasi kepada *cockpit crew* untuk melakukan *fuel tankering*<sup>[2]</sup>.

Perencanaan penerbangan, muatan pesawat, perawatan yang tepat, dan prosedur penerbangan

memiliki dampak signifikan terhadap *fuel consumption* pesawat selama operasional. Ada beberapa faktor utama yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar saat operasional seperti berat, kecepatan pesawat, dan kecepatan angin serta arah angin. Untuk berat pesawat sendiri salah satu faktor yang mempengaruhi yaitu jumlah penumpang yang mana jumlah ini tidak menentu untuk setiap *flight*.<sup>[3]</sup>

Pada penelitian ini, dilakukan analisis terhadap penggunaan strategi *fuel tankering* pada pesawat Boeing 737-800 untuk rute penerbangan Jakarta (CGK) – Makassar (UPG) – Jakarta (CGK) dan Jakarta (CGK) – Jayapura (DJJ) – Jakarta (CGK) dengan beberapa variasi jumlah penumpang. Kemudian akan dilakukan perbandingan antara biaya operasional pengisian bahan bakar dengan menggunakan strategi *fuel tankering* dengan pengisian bahan bakar tanpa menggunakan strategi *fuel tankering*.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Deskripsi Penelitian

Beberapa langkah-langkah dilakukan pada penelitian ini tercantum pada *flowchart* di atas. Pertama, mengumpulkan data berupa informasi tentang bandara-bandara sesuai rute yang telah ditentukan. Tujuannya untuk mengetahui posisi koordinat dari masing-masing bandara sehingga bisa ditentukan jarak terbang untuk menempuh rute tersebut. Kemudian, kumpulkan juga data mengenai spesifikasi pesawat dan *fuel price* masing-masing bandara untuk kemudian dijadikan acuan dalam melakukan perhitungan. Setelah semua data telah terkumpul, lakukan pengolahan data dengan cara mengkalkulasi data-data yang ada untuk memperoleh hasil akhir berupa biaya operasional untuk pembelian *fuel*. Lalu lakukan analisis terhadap

penerapan strategi *fuel tankering* untuk semua variasi.

## 2.2 Data Rute Terbang

Berikut ini adalah rute terbang yang digunakan dalam penelitian ini beserta bandara alternatif yang telah ditentukan:

- Rute Jakarta (CGK) – Makassar (UPG) dengan bandar udara alternatif Kendari (KDI) dan rute Makassar (UPG) – Jakarta (CGK) dengan bandar udara alternatif Lampung (TKG).
- Rute Jakarta (CGK) – Jayapura (DJJ) dengan bandar udara alternatif Biak (BIK) dan rute Jayapura (DJJ) – Jakarta (CGK) dengan bandar udara alternatif Lampung (TKG).

## 2.3 Variasi Dan Kombinasi Jumlah Penumpang

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa variasi jumlah penumpang dari total *seats* yang tersedia sebagai tolak ukur dalam penentuan jumlah *fuel* yang akan dimuat. Penerapan strategi *fuel tankering* untuk setiap *flight* tentunya tidak boleh menyebabkan *overload* ataupun mengganggu jumlah muatan (*payload*). Berikut ini adalah beberapa variasi jumlah penumpang yang diperhitungkan.

- 25% Pax  

$$\text{Jumlah} = \frac{25}{100} \times 189 = 47,25$$
 Jumlah = 48 orang
- 50% Pax  

$$\text{Jumlah} = \frac{50}{100} \times 189 = 94,5$$
 Jumlah = 95 orang
- 75% Pax  

$$\text{Jumlah} = \frac{75}{100} \times 189 = 141,75$$
 Jumlah = 142 orang
- 100% Pax  

$$\text{Jumlah} = \frac{100}{100} \times 189 = 189$$
 Jumlah = 189 orang
- *Maximum Payload*

Seluruh penumpang diasumsikan merupakan penumpang dewasa (*adult*) dengan berat masing-masing penumpang yang mengacu pada survey ICAO adalah 80 kg dan bagasi setiap penumpang adalah 20 kg. Artinya bahwa total beban muatan pesawat perorangan adalah 100 kg. Jika diasumsikan tidak ada kargo yang dimuat oleh pesawat, maka total *payload* adalah sebagai berikut.

**Tabel 1.** Total Payload

Pax Percentage (%)	Jumlah Pax	Berat Perorang (kg)	Bagasi Perorang (kg)	Cargo	Payload (kg)
25	48	80	20	-	4,800
50	95	80	20	-	9,500
75	142	80	20	-	14,200
100	189	80	20	-	18,900
Maximum					21,319

Rute penerbangan yang digunakan adalah rute pulang-pergi dari bandara A menuju bandara B dan balik lagi ke bandara A. Jumlah penumpang dari bandara A menuju B belum tentu sama dengan dengan jumlah penumpang dari bandara B menuju bandara A. Sehingga perhitungan jumlah *fuel* akan dilakukan untuk beberapa kombinasi jumlah penumpang:

- Kombinasi 25% - 25% Pax
- Kombinasi 25% - 50% Pax
- Kombinasi 25% - 75% Pax
- Kombinasi 25% - 100% Pax
- Kombinasi 25% Pax - *Maximum Payload*
- Kombinasi 50% - 25% Pax
- Kombinasi 50% - 50% Pax
- Kombinasi 50% - 75% Pax
- Kombinasi 50% - 100% Pax
- Kombinasi 50% Pax - *Maximum Payload*
- Kombinasi 75% - 25% Pax
- Kombinasi 75% - 50% Pax
- Kombinasi 75% - 75% Pax

- Kombinasi 75% - 100% Pax
- Kombinasi 75% - *Maximum Payload*
- Kombinasi 100% - 25% Pax
- Kombinasi 100% - 50% Pax
- Kombinasi 100% - 75% Pax
- Kombinasi 100% - 100% Pax
- Kombinasi 100% - *Maximum Payload*
- Kombinasi *Maximum Payload* – 25% Pax
- Kombinasi *Maximum Payload* – 50% Pax
- Kombinasi *Maximum Payload* – 75% Pax
- Kombinasi *Maximum Payload* – 100% Pax
- Kombinasi *Maximum Payload* – *Maximum Payload*

Note:

Rute A-B-A

Kombinasi  $p - q$

$p$  = Jumlah penumpang dari A menuju B

$q$  = Jumlah penumpang dari B menuju A

## 2.4 Fuel Tankering

Penambahan bahan bakar dari bandara asal untuk digunakan dalam penerbangan ke bandara tujuan berikutnya dibenarkan jika perbedaan harga bahan bakar antara dua stasiun cukup besar dengan tujuan untuk menghemat biaya operasional. Berikut ini adalah beberapa hal yang harus diperhitungkan dalam penerapan strategi *fuel tankering* [4].

### a. Weight Calculation

**Taxi weight:**

$$TW = ZFW + BF \quad (2.1)$$

**Take off weight:**

$$TOW = TW - F_{Taxi} \quad (2.2)$$

**Zero fuel weight:**

$$ZFW = P + OEW \quad (2.3)$$

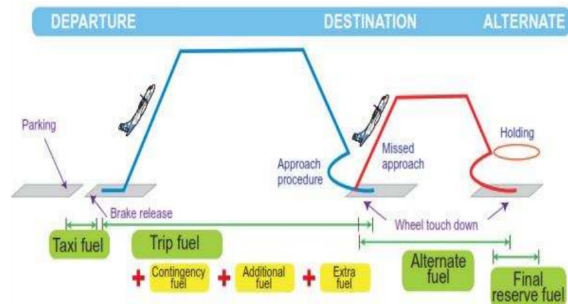
**Payload:**

$$P = Pax + Bag + Cargo \quad (2.4)$$

**Landing weight:**

$$LW = TOW - F_{Trip} \quad (2.5)$$

### b. Fuel Required Calculation



Gambar 1 Kebutuhan *fuel* [5]

**Blok fuel:**

$$BF = F_{Trip} + F_{Cont} + F_{Alt} + F_{Hold} + F_{Taxi} + F_{Extra}(\text{optional}) \quad (2.6)$$

**Trip fuel:**

$$F_{Trip} = F_{TO} + F_{Cl} + F_{Cr} + F_{Desc} + F_{App} + F_L \quad (2.7)$$

**Contingency fuel:**

$$F_{Cont} = 5\% \times F_{Trip} \quad (2.8)$$

**Taxi fuel:**

$$F_{Taxi} = \text{Fuel APU} + \text{Fuel Taxi} \quad (2.9)$$

Normaly, use 30 minutes APU time (1,8 kg/min)

Normaly, use 10 minutes Taxi time (12,2 kg/min)

$$F_{Taxi} = (0,0018 \times \text{APU Time}) + (12,2 \times \text{Taxi time}) \quad (2.10)$$

**Holding fuel:**

$$F_{Hold} = \text{Fuel flow} \left( \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \right) \times \text{Holding time}(\text{hr}) \quad (2.11)$$

**Remain fuel:**

$$F_R = BF - F_{Trip} - F_{Taxi} \quad (2.12)$$

## 2.5 Data Fuel Price

Berikut adalah daftar harga *fuel*

penerbangan internasional dan domestik untuk tiga bandara pada rute penerbangan yang akan dianalisis. Data ini di ambil dari tabel harga bagan bakar Avtur per tanggal 1-14 Agustus 2023<sup>[1]</sup>.

**Tabel 2.** Harga *Fuel*<sup>[1]</sup>

Airport	Jenis Fuel	Price For International	Price For Domestic
CGK	Jet A-1	73.40 US Cent/Liter	12.844,02 IDR/Liter
UPG	Jet A-1	89.00 US Cent/Liter	15.337,14 IDR/Liter
DJJ	Jet A-1	89.40 US Cent/Liter	15.359,40 IDR/Liter

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Jarak Rute Terbang

Berikut ini adalah jarak terbang untuk CGK-UPG-CGK dan CGK-DJJ-CGK dan juga rute alternatifnya.

**Tabel 3.** Jarak rute terbang

Rute	Jarak (NM)	Alternatif	Jarak (NM)
CGK-UPG	776	UPG-KDI	181
UPG-CGK	776	CGK-TKG	103
CGK-DJJ	2.041	DJJ-BIK	277
DJJ-CGK	2.041	CGK-TKG	103

#### 3.2 Fuel Required

Perhitungan *fuel* dilakukan dengan menggunakan data *fuel consumption* dari FCOM (*Flight Crew Operation Manual*) untuk pesawat Boeing 737 NG<sup>[6]</sup>. Diperoleh hasil *fuel required* sebagai berikut.

**Tabel 4.** *Fuel required* rute CGK-UPG-CGK

Rute	Pax (%)	Fuel Required (kg)						
		F.taxi	F.hold	F.alt	F.trip	F.cont	F.ext	B.F
CGK-UPG	25	176	914.41	1,328.54	4,127.28	206.36	0	6,752.59
	50	176	988.70	1,424.03	4,331.41	218.57	0	7,138.71
	75	176	1,059.81	1,486.00	4,603.26	230.16	0	7,555.23
	100	176	1,135.01	1,514.96	4,915.65	245.78	0	7,987.40
	Max.Payload	176	1,173.71	1,564.11	5,087.48	254.37	0	8,255.67
UPG-CGK	25	176	914.41	914.41	4,109.92	205.50	0	6,320.24
	50	176	988.70	956.03	4,311.80	215.59	0	6,648.12
	75	176	1,059.81	1,018.00	4,573.38	228.67	0	7,055.86
	100	176	1,135.01	1,046.96	4,884.87	244.24	0	7,487.08
	Max.Payload	176	1,173.71	1,096.11	5,049.76	252.49	0	7,748.07

**Tabel 5.** *Fuel required* rute CGK-DJJ-CGK

Rute	Pax (%)	Fuel Required (kg)						
		F.taxi	F.hold	F.alt	F.trip	F.cont	F.ext	B.F
CGK-DJJ	25	176	914.41	1,750.55	10,413.30	520.66	0	13,774.92
	50	176	988.7	1,866.57	10,997.49	549.87	0	14,578.63
	75	176	1,059.81	1,995.46	11,850.62	592.53	0	15,674.42
	100	176	1,135.01	2,090.96	12,957.28	647.86	0	17,007.11
	Max.Payload	176	1,173.71	2,140.11	13,629.73	681.49	0	17,801.04
DJJ-CGK	25	176	914.41	914.55	10,329.70	515.49	0	12,850.15
	50	176	988.7	956.03	10,883.45	544.17	0	13,548.35
	75	176	1,059.81	1,018.00	11,664.40	583.22	0	14,501.43
	100	176	1,135.01	1,046.96	12,705.66	635.28	0	15,698.91
	Max.Payload	176	1,173.71	1,096.11	13,309.98	665.5	0	16,421.30

#### 3.3 Pengisian Bahan Bakar Tanpa Strategi *Fuel Tankering* Untuk Semua Rute

Metode pengisian bahan bakar (*refueling*) tanpa melakukan strategi *fuel tankering* maksudnya bahwa pesawat melakukan pengisian *fuel* di bandara keberangkatan untuk satu kali perjalanan dan akan melakukan pengisian kembali di bandara tujuan untuk perjalanan berikutnya. Jumlah pengisian *fuel* dilakukan berdasarkan perhitungan dan ketentuan dalam CASR.

Pengisian bahan bakar di bandara keberangkatan dilakukan sesuai dengan jumlah *block fuel* terhitung. Sedangkan jumlah pengisian kembali bahan bakar di bandara tujuan yaitu jumlah *block fuel* terhitung di kurangi dengan sisa *fuel* yang tidak terpakai atau *remain fuel*. Sehingga untuk rute CGK-UPG-CGK, pengisian bahan bakar di bandara CGK adalah *block fuel* CGK-UPG dan untuk pengisian di bandara UPG adalah *block fuel* UPG-CGK dikurangi dengan *remain fuel* CGK-

UPG, begitu pula untuk rute CGK-DJJ-CGK.

Berikut ini adalah jumlah pengisian *fuel* jika tidak menggunakan strategi *fuel tankering* berdasarkan hasil perhitungan *fuel required* yang sudah dilakukan. Satuan *fuel* yang digunakan sudah dikonversi dari kg menjadi liter dimana 1 kg Jet A1 = 1,245 Liter. Setelah sudah dikonversi, maka cost bisa dihitung berdasarkan harga *fuel* per liter di masing-masing bandara.

Hasil Perhitungan pada **Tabel 6**

dan **Tabel 7** merupakan hasil akhir yang sudah melalui perhitungan berat dan koreksi berat terhadap *limit weight* pesawat Boeing 737-800. Untuk rute CGK-UPG-CGK dengan menggunakan semua variasi jumlah Pax memiliki berat pesawat yang masih dibawah limit. Sedangkan untuk rute CGK-DJJ-CGK dengan menggunakan variasi *maximum payload* memiliki berat pesawat melebihi limit sehingga *flight* dengan variasi ini tidak *allowable* untuk dilakukan.

**Tabel 6.** Pengisian *fuel* rute CGK-UPG-CGK tanpa strategi *fuel tankering*

Rute CGK-UPG	Refueling CGK (L)	Fuel Cost CGK (IDR)	Rute UPG-CGK	Refueling UPG (L)	Fuel Cost UPG (IDR)	Total Fuel Cost Rute CGK-UPG-CGK (IDR)
25% Pax	8,339.65	107,114,631.39	25% Pax	4,820.59	73,934,063.71	181,048,695.11
			50% Pax	5,228.90	80,196,371.35	187,311,002.74
			75% Pax	5,736.67	87,984,110.92	195,098,742.32
			100% Pax	6,273.69	96,220,461.85	203,335,093.24
			Max. Payload	6,598.70	101,205,185.72	208,319,817.11
50% Pax	8,824.12	113,337,173.76	25% Pax	4,593.95	70,458,054.30	183,795,228.07
			50% Pax	5,002.27	76,720,515.31	190,057,689.07
			75% Pax	5,510.04	84,508,254.89	197,845,428.65
			100% Pax	6,047.05	92,744,452.44	206,081,626.20
			Max. Payload	6,372.07	97,729,329.68	211,066,503.44
75% Pax	9,420.96	121,002,998.66	25% Pax	4,413.79	67,694,915.16	188,697,913.82
			50% Pax	4,822.10	73,957,222.79	194,960,221.45
			75% Pax	5,329.88	81,745,115.74	202,748,114.40
			100% Pax	5,866.89	89,981,313.29	210,984,311.95
			Max. Payload	6,191.91	94,966,190.54	215,969,189.20
100% Pax	9,948.21	127,775,008.20	25% Pax	4,264.62	65,407,073.99	193,182,082.19
			50% Pax	4,672.94	71,669,534.99	199,444,543.20
			75% Pax	5,180.71	79,457,274.57	207,232,282.77
			100% Pax	5,717.72	87,693,472.12	215,468,480.33
			Max. Payload	6,042.74	92,678,349.36	220,453,357.57
Max. Payload	10,282.95	132,074,415.46	25% Pax	4,144.52	63,565,083.47	195,639,498.93
			50% Pax	4,552.84	69,827,544.48	201,901,959.94
			75% Pax	5,060.61	77,615,284.06	209,689,699.51
			100% Pax	5,597.62	85,851,481.61	217,925,897.07
			Max. Payload	5,922.64	90,836,358.85	222,910,774.31

**Tabel 7.** Pengisian fuel rute CGK-DJJ-CGK tanpa strategi *fuel tankering*

Rute CGK-DJJ	Refueling CGK (L)	Fuel Cost CGK (IDR)	Rute DJJ-CGK	Refueling DJJ (L)	Fuel Cost DJJ (IDR)	Total Fuel Cost Rute CGK-DJJ-CGK (IDR)
25% Pax	17,154.32	220,330,445.80	25% Pax	12,035.53	184,858,508.20	405,188,954.00
			50% Pax	12,905.02	198,213,343.91	418,543,789.71
			75% Pax	14,091.92	216,443,402.38	436,773,848.18
			100% Pax	15,583.18	239,348,227.18	459,678,672.98
			Max. Payload	16,482.79	253,165,757.65	473,496,203.45
50% Pax	18,155.21	233,185,822.28	25% Pax	11,762.15	180,659,634.61	413,845,456.89
			50% Pax	12,631.64	194,014,470.33	427,200,292.61
			75% Pax	13,818.54	212,244,528.80	445,430,351.08
			100% Pax	15,309.80	235,149,353.60	468,335,175.88
			Max. Payload	16,209.41	248,966,884.06	482,152,706.35
75% Pax	19,519.83	250,713,031.09	25% Pax	11,459.96	176,018,150.17	426,731,181.27
			50% Pax	12,329.45	189,372,985.89	440,086,016.98
			75% Pax	13,516.35	207,603,044.36	458,316,075.46
			100% Pax	15,007.61	230,507,869.16	481,220,900.25
			Max. Payload	15,907.22	244,325,399.63	495,038,430.72
100% Pax	21,179.46	272,029,465.73	25% Pax	11,178.48	171,694,756.42	443,724,222.15
			50% Pax	12,047.97	185,049,592.14	457,079,057.87
			75% Pax	13,234.87	203,279,650.61	475,309,116.34
			100% Pax	14,726.13	226,184,475.41	498,213,941.14
			Max. Payload	15,625.74	240,002,005.88	512,031,471.61

### 3.4 Pengisian Bahan Bakar Dengan Strategi *Fuel Tankering* Untuk Semua Rute

Metode pengisian bahan bakar dengan menggunakan strategi *fuel tankering* maksudnya bahwa pesawat melakukan pengisian *fuel* di bandara keberangkatan untuk penerbangan ke bandara tujuan dan juga bahan bakar tambahan yang akan digunakan pada penerbangan kembali. Karena pertimbangan *limit weight* di bandara keberangkatan maka bahan bakar tambahan tidak harus cukup untuk membawa pesawat terbang kembali, tetapi sekiranya dapat meminimalisir pengisian bahan bakar di bandara tujuan dengan harga per liter yang lebih tinggi.

Untuk pengisian menggunakan strategi *fuel tankering*, diperlukan perhitungan ulang untuk semua nilai *trip fuel*. Tambahan muatan *fuel* akan menyebabkan bertambahnya nilai perkiraan *landing weight* di bandara tujuan. Pada perhitungan sebelumnya, perkiraan *landing weight* dicari dengan cara:

$$\text{Perkiraan LW} = \text{ZFW} + F_{\text{Hold}} + F_{\text{Alt}}$$

Sedangkan nilai perkiraan *landing weight* untuk perhitungan ulang nilai *trip fuel* bisa dilakukan dengan cara:

$$\text{Perkiraan LW} = \text{ZFW} + F_{\text{Hold}} + F_{\text{Alt}} + F_{\text{Load}}$$

dimana  $F_{\text{Load}}$  adalah banyaknya tambahan muatan *fuel* yang akan dibawa oleh pesawat.

Jumlah tambahan muatan *fuel* akan dihitung berdasarkan banyaknya *refueling* di bandara tujuan untuk semua rute dan semua kombinasi variasi jumlah penumpang. Dikarenakan berat pesawat dibatasi oleh *limit* MTW, MTOW, dan LW maka jumlah muatan *fuel* dihitung menggunakan beberapa variasi. Hal ini dilakukan dengan tujuan memaksimalkan jumlah pengisian di bandara dengan harga per liter yang lebih rendah tetapi juga tidak membuat pesawat *over weight*. Variasi jumlah pengisian tambahan muatan *fuel* yang digunakan adalah  $\frac{1}{4}$  dari jumlah *refueling*,  $\frac{1}{2}$  dari jumlah *refueling*,  $\frac{3}{4}$  dari jumlah *refueling*, dan *full* dari jumlah *refueling* di bandara tujuan.

Variasi  $\frac{1}{4}$  dari jumlah *refueling* di bandara tujuan (*1/4 of refueling at destination*) berarti pesawat membawa

tambahan muatan *fuel* sebanyak  $\frac{1}{4}$  dari jumlah *refueling* di bandara tujuan, sehingga pesawat hanya perlu melakukan *refueling* di bandara tujuan sebanyak  $\frac{3}{4}$  dari jumlah yang seharusnya. Untuk variasi  $\frac{1}{2}$  dari jumlah *refueling* di bandara tujuan ( $\frac{1}{2}$  of *refueling at destination*) berarti pesawat membawa tambahan muatan *fuel* sebanyak  $\frac{1}{2}$  dari jumlah *refueling* di bandara tujuan, sehingga pesawat hanya perlu melakukan *refueling* di bandara tujuan sebanyak  $\frac{1}{2}$  dari jumlah yang seharusnya. Untuk variasi  $\frac{3}{4}$  dari jumlah *refueling* di bandara tujuan ( $\frac{3}{4}$  of

*refueling at destination*) berarti pesawat membawa tambahan muatan *fuel* sebanyak  $\frac{3}{4}$  dari jumlah *refueling* di bandara tujuan, sehingga pesawat hanya perlu melakukan *refueling* di bandara tujuan sebanyak  $\frac{1}{4}$  dari jumlah yang seharusnya. Sedangkan untuk variasi *full* dari jumlah *refueling* di bandara tujuan (*full of refueling at destination*) berarti pesawat membawa tambahan muatan *fuel* yang cukup untuk membawa pesawat terbang ke tujuan dan terbang kembali tanpa melakukan *refueling* di bandara tujuan.

**Tabel 8.** Pengisian fuel rute CGK-UPG-CGK menggunakan strategi *fuel tankering*

Kombinasi Jumlah Pax		Variasi F.Load	Refueling CGK (L)	Fuel Cost CGK (IDR)	Refueling UPG (L)	Fuel Cost UPG (IDR)	Total Fuel Cost Rute CGK-UPG-CGK (IDR)
CGK-UPG	UPG-CGK						
25% Pax	25% Pax	1/4 of refueling UPG	9,375.62	120,420,605.05	3,895.19	59,741,120.77	180,161,725.82
		1/2 of refueling UPG	10,422.57	133,867,638.19	2,888.07	44,294,729.91	178,162,368.10
		3/4 of refueling UPG	11,428.98	146,794,032.66	1,921.47	29,469,846.56	176,263,879.23
		full of refueling UPG	12,435.14	159,717,228.13	0.00	0.00	159,717,228.13
	50% Pax	1/4 of refueling UPG	9,515.33	122,215,088.99	4,167.71	63,920,730.17	186,135,819.15
		1/2 of refueling UPG	10,620.16	136,405,571.76	3,106.59	47,646,171.95	184,051,743.70
		3/4 of refueling UPG	11,725.03	150,596,534.38	2,045.45	31,371,422.73	181,967,957.10
		full of refueling UPG	12,829.88	164,787,177.10	0.00	0.00	164,787,177.10
	75% Pax	1/4 of refueling UPG	9,602.75	123,337,941.05	4,591.51	70,420,583.36	193,758,524.41
		1/2 of refueling UPG	10,795.03	138,651,595.78	3,446.43	52,858,316.57	191,509,912.35
		3/4 of refueling UPG	11,987.31	153,965,250.51	2,301.32	35,295,667.79	189,260,918.29
		full of refueling UPG	13,179.58	169,278,745.29	0.00	0.00	169,278,745.29
	100% Pax	1/4 of refueling UPG	9,761.12	125,372,030.74	4,976.43	76,324,140.77	201,696,171.51
		1/2 of refueling UPG	11,111.76	142,719,615.21	3,679.24	56,429,024.32	199,148,639.53
		3/4 of refueling UPG	12,462.39	160,067,199.68	2,382.05	36,533,907.87	196,601,107.55
		full of refueling UPG	13,813.03	177,414,784.16	0.00	0.00	177,414,784.16
	Max.Payload	1/4 of refueling UPG	9,772.07	125,512,627.17	5,290.93	81,147,795.45	206,660,422.62
		1/2 of refueling UPG	11,241.52	144,386,298.75	3,879.85	59,505,811.22	203,892,109.98
		3/4 of refueling UPG	12,606.54	161,918,625.98	2,570.96	39,431,156.65	201,349,782.63
		full of refueling UPG	14,083.81	180,892,746.43	0.00	0.00	180,892,746.43

50% Pax	25% Pax	1/4 of refueling UPG	9,831.87	126,280,709.17	3,687.00	56,548,016.08	182,828,725.25	
		1/2 of refueling UPG	10,778.94	138,444,939.81	2,777.41	42,597,521.61	181,042,461.43	
		3/4 of refueling UPG	11,736.33	150,741,609.42	1,867.35	28,639,769.22	179,381,378.65	
		full of refueling UPG	12,707.60	163,216,623.77	0.00	0.00	163,216,623.77	
	50% Pax	1/4 of refueling UPG	9,930.56	127,548,316.37	4,000.54	61,356,772.91	188,905,089.28	
		1/2 of refueling UPG	10,973.77	140,947,364.38	2,996.30	45,954,693.59	186,902,057.97	
		3/4 of refueling UPG	12,042.64	154,675,910.29	1,990.85	30,533,896.46	185,209,806.76	
		full of refueling UPG	13,109.48	168,378,384.28	0.00	0.00	168,378,384.28	
	75% Pax	1/4 of refueling UPG	10,018.00	128,671,328.38	4,424.33	67,856,626.11	196,527,954.49	
		1/2 of refueling UPG	11,153.10	143,250,650.66	3,335.93	51,163,591.25	194,414,241.91	
		3/4 of refueling UPG	12,310.52	158,116,604.12	2,246.46	34,454,321.57	192,570,925.68	
		full of refueling UPG	13,467.96	172,982,717.53	0.00	0.00	172,982,717.53	
	100% Pax	1/4 of refueling UPG	10,176.35	130,705,258.12	4,809.25	73,760,183.52	204,465,441.64	
		1/2 of refueling UPG	11,476.60	147,405,683.13	3,568.43	54,729,524.05	202,135,207.18	
		3/4 of refueling UPG	12,795.79	164,349,392.75	2,326.70	35,684,921.73	200,034,314.48	
		full of refueling UPG	14,114.99	181,293,262.32	0.00	0.00	181,293,262.32	
	Max.Payload	1/4 of refueling UPG	10,189.69	130,876,565.04	5,121.47	78,548,694.56	209,425,259.60	
		1/2 of refueling UPG	11,614.91	149,182,092.67	3,763.28	57,717,878.88	206,899,971.55	
		3/4 of refueling UPG	13,003.24	167,013,847.11	2,456.46	37,675,120.97	204,688,968.08	
		full of refueling UPG	14,391.59	184,845,921.46	0.00	0.00	184,845,921.46	
	75% Pax	25% Pax	1/4 of refueling UPG	10,318.78	132,534,611.26	3,548.87	54,429,466.18	186,964,077.44
			1/2 of refueling UPG	11,238.11	144,342,472.33	2,683.51	41,157,396.64	185,499,868.97
			3/4 of refueling UPG	12,157.87	156,155,931.68	1,818.13	27,884,945.10	184,040,876.77
			full of refueling UPG	13,078.38	167,978,988.04	0.00	0.00	167,978,988.04
50% Pax		1/4 of refueling UPG	10,419.71	133,831,009.54	3,862.29	59,236,504.03	193,067,513.57	
		1/2 of refueling UPG	11,439.73	146,932,069.89	2,902.07	44,509,411.67	191,441,481.56	
		3/4 of refueling UPG	12,460.65	160,044,806.62	1,941.79	29,781,555.31	189,826,361.94	
		full of refueling UPG	13,482.08	173,164,101.32	0.00	0.00	173,164,101.32	
75% Pax		1/4 of refueling UPG	10,508.97	134,977,374.31	4,286.01	65,735,211.24	200,712,585.55	
		1/2 of refueling UPG	11,618.31	149,225,759.14	3,241.73	49,718,882.32	198,944,641.46	
		3/4 of refueling UPG	12,728.88	163,489,979.06	2,197.38	33,701,598.42	197,191,577.48	
		full of refueling UPG	13,839.73	177,757,717.89	0.00	0.00	177,757,717.89	
100% Pax		1/4 of refueling UPG	10,670.62	137,053,690.92	4,670.78	71,636,476.67	208,690,167.60	
		1/2 of refueling UPG	11,941.97	153,382,870.97	3,474.21	53,284,433.13	206,667,304.10	
		3/4 of refueling UPG	13,214.89	169,732,364.72	2,277.47	34,929,906.60	204,662,271.33	
		full of refueling UPG	14,487.57	186,078,659.47	0.00	0.00	186,078,659.47	
Max.Payload		1/4 of refueling UPG	10,686.16	137,253,309.07	4,981.17	76,396,911.01	213,650,220.08	
		1/2 of refueling UPG	12,080.42	155,161,199.91	3,669.05	56,272,787.95	211,433,987.87	
		3/4 of refueling UPG	13,422.47	172,398,418.59	2,407.35	36,921,824.82	209,320,243.41	
		full of refueling UPG	14,764.51	189,635,637.26	0.00	0.00	189,635,637.26	
100% Pax		25% Pax	1/4 of refueling UPG	10,784.45	138,515,637.91	3,438.67	52,739,324.81	191,254,962.72
			1/2 of refueling UPG	11,688.70	150,129,958.95	2,609.55	40,023,059.47	190,153,018.43
			3/4 of refueling UPG	12,569.43	161,441,973.68	1,781.54	27,323,792.95	188,765,766.63
			full of refueling UPG	13,450.16	172,753,966.66	0.00	0.00	172,753,966.66
	50% Pax	1/4 of refueling UPG	10,908.92	140,114,342.51	3,750.98	57,529,363.84	197,643,706.35	
		1/2 of refueling UPG	11,890.55	152,722,435.62	2,828.09	43,374,883.50	196,097,319.12	
		3/4 of refueling UPG	12,876.58	165,386,991.23	1,905.01	29,217,347.20	194,604,338.43	
		full of refueling UPG	13,862.61	178,051,982.44	0.00	0.00	178,051,982.44	
	75% Pax	1/4 of refueling UPG	10,998.33	141,262,786.64	4,174.69	64,027,880.05	205,290,666.69	
		1/2 of refueling UPG	12,069.39	155,019,483.83	3,167.75	48,584,163.16	203,603,646.99	
		3/4 of refueling UPG	13,149.76	168,895,823.94	2,160.35	33,133,570.34	202,029,394.29	
		full of refueling UPG	14,230.13	182,787,707.88	0.00	0.00	182,787,707.88	
	100% Pax	1/4 of refueling UPG	11,160.29	143,342,942.06	4,559.44	69,928,763.49	213,271,705.55	
		1/2 of refueling UPG	12,393.33	159,180,114.57	3,400.21	52,149,522.97	211,329,637.53	
		3/4 of refueling UPG	13,626.37	175,017,287.08	2,240.98	34,269,906.60	208,787,193.68	
		full of refueling UPG	14,859.41	190,864,469.59	0.00	0.00	190,864,469.59	
	Max.Payload	1/4 of refueling UPG	11,177.43	143,563,193.81	4,868.34	74,666,469.07	218,229,662.88	
		1/2 of refueling UPG	12,531.78	160,958,443.51	3,595.06	55,137,877.79	216,096,321.30	
	Max.Payload	25% Pax	1/4 of refueling UPG	11,012.43	141,443,850.53	3,456.41	53,011,496.97	194,455,347.51

Berikut ini adalah hasil perhitungan ulang untuk pengisian bahan bakar dengan menerapkan strategi *fuel tankering* untuk semua rute dalam satuan liter.

**Tabel 9.** Pengisian fuel rute CGK-DJJ-CGK menggunakan strategi fuel tankering

Kombinasi Jumlah Pax		Variasi F.Load	Refueling CGK (L)	Fuel Cost CGK (IDR)	Refueling DJJ (L)	Fuel Cost DJJ (IDR)	Total Fuel Cost Rute CGK-DJJ-CGK (IDR)	
CGK-DJJ	DJJ-CGK							
25% Pax	25% Pax	1/4 of refueling DJJ	20,233.81	259,883,460.32	9,265.74	142,316,206.96	402,199,667.27	
		1/2 of refueling DJJ	23,350.34	299,912,233.97	6,494.20	99,747,015.48	399,659,249.45	
	50% Pax	1/4 of refueling DJJ	20,463.28	262,830,777.59	9,931.16	152,536,658.90	415,367,436.49	
		1/2 of refueling DJJ	23,809.30	305,807,125.39	6,955.53	106,832,767.48	412,639,892.87	
	75% Pax	1/4 of refueling DJJ	20,758.92	266,627,983.66	10,855.14	166,728,437.32	433,356,420.97	
		1/2 of refueling DJJ	24,380.42	313,142,602.09	7,636.76	117,296,051.54	430,438,653.63	
	100% Pax	1/4 of refueling DJJ	21,201.39	272,311,077.19	11,985.93	184,096,693.24	456,407,770.43	
		1/2 of refueling DJJ	25,207.02	323,759,469.02	8,390.68	128,875,810.39	452,635,279.41	
	Max.Payload	1/4 of refueling DJJ	21,395.16	274,799,862.94	12,680.42	194,763,642.95	469,563,505.89	
		1/2 of refueling DJJ	25,672.52	329,738,360.33	8,876.34	136,335,256.60	466,073,616.93	
	50% Pax	25% Pax	1/4 of refueling DJJ	21,273.49	273,237,131.03	9,055.49	139,086,893.11	412,324,024.14
			1/2 of refueling DJJ	24,497.85	314,650,875.36	6,342.83	97,422,063.10	412,072,938.46
50% Pax		1/4 of refueling DJJ	21,510.50	276,281,292.21	9,726.60	149,394,740.04	425,676,032.25	
		1/2 of refueling DJJ	24,983.35	320,886,647.07	6,804.08	104,506,586.35	425,393,233.42	
75% Pax		1/4 of refueling DJJ	21,830.27	280,388,424.49	10,643.50	163,477,773.90	443,866,198.39	
		1/2 of refueling DJJ	25,610.44	328,941,003.57	7,463.45	114,634,113.93	443,575,117.50	
100% Pax		1/4 of refueling DJJ	22,257.92	285,881,169.64	11,774.99	180,856,781.41	466,737,951.04	
		1/2 of refueling DJJ	22,492.27	288,891,165.73	12,467.56	191,494,241.06	480,385,406.79	
75% Pax	25% Pax	1/4 of refueling DJJ	22,702.88	291,596,244.78	8,822.29	135,505,081.03	427,101,325.80	
		1/2 of refueling DJJ	25,973.91	333,609,419.52	6,180.42	94,927,542.95	428,536,962.47	
	50% Pax	1/4 of refueling DJJ	22,737.85	292,045,400.16	9,705.70	149,073,728.58	441,119,128.74	
		1/4 of refueling DJJ	23,284.41	299,065,427.73	10,409.00	159,875,994.60	458,941,422.33	
	100% Pax	1/4 of refueling DJJ	23,730.96	304,800,924.86	11,539.60	177,241,332.24	482,042,257.10	
		1/4 of refueling DJJ	23,988.70	308,111,342.57	12,231.05	187,861,589.37	495,972,931.94	

**Tabel 10.** Saving Cost rute CGK-UPG-CGK

Kombinasi Jumlah Pax		Total Fuel Cost Without Fuel Tankering (IDR)	Total Fuel Cost With Fuel Tankering (IDR)	Saving Cost	
CGK-UPG	UPG-CGK			Cost (IDR)	Percentage (%)
25% Pax	25% Pax	181,048,695.11	159,717,228.13	21,331,466.98	11.78
	50% Pax	187,311,002.74	164,787,177.10	22,523,825.64	12.02
	75% Pax	195,098,742.32	169,278,745.29	25,819,997.03	13.23
	100% Pax	203,335,093.24	177,414,784.16	25,920,309.08	12.75
	Max. Payload	208,319,817.11	180,892,746.43	27,427,070.68	13.17
50% Pax	25% Pax	183,795,228.07	163,216,623.77	20,578,604.30	11.20
	50% Pax	190,057,689.07	168,378,384.28	21,679,304.79	11.41
	75% Pax	197,845,428.65	172,982,717.53	24,862,711.12	12.57
	100% Pax	206,081,626.20	181,293,262.32	24,788,363.88	12.03
	Max. Payload	211,066,503.44	184,845,921.46	26,220,581.98	12.42
75% Pax	25% Pax	188,697,913.82	167,978,988.04	20,718,925.78	10.98
	50% Pax	194,960,221.45	173,164,101.32	21,796,120.13	11.18
	75% Pax	202,748,114.40	177,757,717.89	24,990,396.51	12.33
	100% Pax	210,984,311.95	186,078,659.47	24,905,652.48	11.80
	Max. Payload	215,969,189.20	189,635,637.26	26,333,551.94	12.19
100% Pax	25% Pax	193,182,082.19	188,765,766.63	4,416,315.56	2.29
	50% Pax	199,444,543.20	194,604,338.43	4,840,204.77	2.43
	75% Pax	207,232,282.77	202,029,394.29	5,202,888.48	2.51
	100% Pax	215,468,480.33	211,329,637.53	4,138,842.80	1.92
	Max. Payload	220,453,357.57	216,096,321.30	4,357,036.27	1.98
Max. Payload	25% Pax	195,639,498.93	194,455,347.51	1,184,151.42	0.61
	50% Pax	201,901,959.94			
	75% Pax	209,689,699.51			
	100% Pax	217,925,897.07			
	Max. Payload	222,910,774.31			
<b>Average saving if refueling uses fuel tankering</b>				18,287,443.89	9.18
<b>Average loss if refueling uses fuel tankering</b>				0.00	0.00

Pada kedua **Tabel 9** dan **Tabel 10** ini, bisa ditentukan jumlah penambahan bahan bakar yang tepat untuk menerapkan strategi *fuel tankering* berdasarkan total *fuel cost*. Baris tabel yang diberi warna adalah jumlah tambahan muatan *fuel* yang paling efektif untuk masing-masing variasi dan kombinasi jumlah Pax. Untuk semua kombinasi jumlah penumpang, strategi *fuel tankering* bisa diterapkan dengan cara membawa jumlah *fuel* tambahan dengan total *cost* terendah.

### 3.5 Perbandingan Biaya Pengisian Bahan Bakar Menggunakan Strategi *Fuel Tankering* & Tanpa Strategi *Fuel Tankering* Untuk Semua Rute

Perbandingan untuk dua cara pengisian *fuel* ini dapat dilihat dari total biaya yang dikeluarkan (*fuel cost*). Dengan membandingkan biaya total,

maka bisa ditentukan cara pengisian yang paling efisien. Untuk melakukan perbandingan, maka diperlukan perhitungan untuk selisih antara biaya pengisian *fuel* dengan menggunakan strategi *fuel tankering* dan biaya pengisian *fuel tankering* tanpa menggunakan strategi *fuel tankering* (*saving cost*).

$$\begin{aligned} \text{Saving Cost} &= \\ & \text{Fuel Cost without Fuel Tankering} - \\ & \text{Fuel Cost with Fuel Tankering} \\ \text{Percentage} &= \frac{\text{Saving Cost}}{\text{Fuel Cost without Fuel Tankering}} \times 100 \end{aligned}$$

**Tabel 11.** Saving Cost rute CGK-UPG-CGK

Kombinasi Jumlah Pax		Total Fuel Cost Without Fuel Tankering (IDR)	V
CGK-DJJ	DJJ-CGK		
25% Pax	25% Pax	405,188,954.00	
	50% Pax	418,543,789.71	
	75% Pax	436,773,848.18	
	100% Pax	459,678,672.98	
	Max. Payload	473,496,203.45	
50% Pax	25% Pax	413,845,456.89	
	50% Pax	427,200,292.61	
	75% Pax	445,430,351.08	
	100% Pax	468,335,175.88	
	Max. Payload	482,152,706.35	
75% Pax	25% Pax	426,731,181.27	
	50% Pax	440,086,016.98	
	75% Pax	458,316,075.46	
	100% Pax	481,220,900.25	
	Max. Payload	495,038,430.72	
100% Pax	25% Pax	443,724,222.15	
	50% Pax	457,079,057.87	
	75% Pax	475,309,116.34	
	100% Pax	498,213,941.14	
	Max. Payload	512,031,471.61	
Max. Payload	25% Pax		
	50% Pax		
	75% Pax		
	100% Pax		
	Max. Payload		
<b>Average saving if refueling uses fuel tankering</b>			
<b>Average loss if refueling uses fuel tankering</b>			

### 3.6 Analisis Penelitian

Strategi *fuel tankering* pada rute CGK-UPG-CGK untuk semua variasi jumlah Pax, mayoritas bisa diterapkan dengan cara membawa bahan bakar dari CGK yang cukup untuk penerbangan CGK-UPG dan penerbangan kembali UPG-CGK, sehingga tidak dilakukan *refueling* di UPG. Sedangkan strategi *fuel tankering* pada rute CGK-DJJ-CGK untuk semua variasi jumlah Pax dengan cara membawa bahan bakar dari CGK yang cukup untuk penerbangan CGK-DJJ dan sebagian dari kebutuhan bahan bakar untuk penerbangan kembali DJJ-CGK, sehingga akan dilakukan *refueling*

sebagian di DJJ.

Berdasarkan hasil perhitungan *fuel cost*, maka bisa ditentukan cara *refueling* yang paling tepat untuk kedua rute terbang yaitu sebagai berikut.

**Tabel 12.** Cara *refueling* untuk rute CGK-UPG-CGK

Kombinasi Jumlah Pax		Cara Refueling			Keterangan
CGK-UPG	UPG-CGK	Tanpa Strategi Fuel Tankering	Menggunakan Strategi Fuel Tankering		
			Fuel Tankering Penuh	Fuel Tankering Sebagian	
25% Pax	25% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	50% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	75% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	100% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	Max. Payload		✓		Tanpa refueling di UPG
50% Pax	25% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	50% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	75% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	100% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	Max. Payload		✓		Tanpa refueling di UPG
75% Pax	25% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	50% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	75% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	100% Pax		✓		Tanpa refueling di UPG
	Max. Payload		✓		Tanpa refueling di UPG
100% Pax	25% Pax			✓	Refueling 1/4 di UPG
	50% Pax			✓	Refueling 1/4 di UPG
	75% Pax			✓	Refueling 1/4 di UPG
	100% Pax			✓	Refueling 1/2 di UPG
	Max. Payload			✓	Refueling 1/2 di UPG
Max. Payload	25% Pax			✓	Refueling 1/4 di UPG
	50% Pax	✓			Refueling penuh di UPG
	75% Pax	✓			Refueling penuh di UPG
	100% Pax	✓			Refueling penuh di UPG
	Max. Payload	✓			Refueling penuh di UPG

*Refueling* menggunakan strategi *fuel tankering* pada rute terbang CGK-UPG-CGK bisa diterapkan apabila:

- Penerbangan CGK-UPG membawa muatan sebanyak 25% Pax dan penerbangan kembali UPG-CGK membawa muatan sebanyak 25% Pax hingga *maximum payload* tanpa melakukan *refueling* di UPG.
- Penerbangan CGK-UPG membawa muatan sebanyak 50% Pax dan penerbangan kembali UPG-CGK membawa muatan sebanyak 25% Pax hingga *maximum payload* tanpa melakukan *refueling* di UPG.
- Penerbangan CGK-UPG membawa muatan sebanyak 75% Pax dan

penerbangan kembali UPG-CGK membawa muatan sebanyak 25% Pax hingga *maximum payload* tanpa melakukan *refueling* di UPG.

d. Penerbangan CGK-UPG membawa muatan sebanyak 100% Pax dan penerbangan kembali UPG-CGK membawa muatan sebanyak 25% Pax hingga 75% Pax tanpa melakukan *refueling* di UPG, dan juga 100% Pax hingga *maximum payload* dengan melakukan *refueling* sebagian di UPG.

e. Penerbangan CGK-UPG membawa *maximum payload* dan penerbangan kembali UPG-CGK membawa muatan sebanyak 25% Pax dengan melakukan *refueling* sebagian di UPG.

Penerapan strategi *fuel tankering* pada rute ini dengan beberapa kondisi muatan di atas sangat efektif karena total *fuel cost* yang lebih rendah jika dibandingkan dengan *refueling* secara normal. Terbukti oleh hasil perhitungan bahwa rata-rata *saving cost* jika menggunakan strategi *fuel tankering* adalah sebesar Rp. 18.287.443,89 dengan persentase 9,18%.

Sedangkan untuk kondisi penerbangan CGK-UPG membawa *maximum payload* dan penerbangan kembali UPG-CGK membawa muatan lebih dari 25% Pax, maka strategi *fuel tankering* pada rute terbang CGK-UPG-CGK tidak dapat diterapkan karena berat pesawat melebihi *limit weight*.

**Tabel 13.** Cara refueling untuk rute CGK-DJJ-CGK

Kombinasi Jumlah Pax		Cara Refueling			Keterangan
CGK-DJJ	DJJ-CGK	Tanpa Strategi Fuel Tankering	Menggunakan Strategi Fuel Tankering		
			Fuel Tankering Penuh	Fuel Tankering Sebagian	
25% Pax	25% Pax			✓	Refueling 1/2 di DJJ
	50% Pax			✓	Refueling 1/2 di DJJ
	75% Pax			✓	Refueling 1/2 di DJJ
	100% Pax			✓	Refueling 1/2 di DJJ
	Max. Payload				✓
50% Pax	25% Pax			✓	Refueling 1/2 di DJJ
	50% Pax			✓	Refueling 1/2 di DJJ
	75% Pax			✓	Refueling 1/2 di DJJ
	100% Pax			✓	Refueling 3/4 di DJJ
	Max. Payload				✓
75% Pax	25% Pax	✓			Refueling penuh di DJJ
	50% Pax	✓			Refueling penuh di DJJ
	75% Pax	✓			Refueling penuh di DJJ
	100% Pax	✓			Refueling penuh di DJJ
	Max. Payload	✓			Refueling penuh di DJJ
100% Pax	25% Pax	✓			Refueling penuh di DJJ
	50% Pax	✓			Refueling penuh di DJJ
	75% Pax	✓			Refueling penuh di DJJ
	100% Pax	✓			Refueling penuh di DJJ
	Max. Payload	✓			Refueling penuh di DJJ
Max. Payload	25% Pax				Over Weight
	50% Pax				Over Weight
	75% Pax				Over Weight
	100% Pax				Over Weight
	Max. Payload				Over Weight

*Refueling* menggunakan strategi *fuel tankering* pada rute terbang CGK-DJJ-CGK bisa diterapkan apabila:

a. Penerbangan CGK-DJJ membawa muatan sebanyak 25% Pax dan penerbangan kembali DJJ-CGK membawa muatan sebanyak 25% Pax hingga *maximum payload* dengan melakukan *refueling* sebagian di DJJ.

b. Penerbangan CGK-DJJ membawa muatan sebanyak 50% Pax dan penerbangan kembali DJJ-CGK membawa muatan sebanyak 25% Pax hingga *maximum payload* dengan melakukan *refueling* sebagian di DJJ.

Penerapan strategi *fuel tankering* pada rute ini dengan beberapa kondisi muatan di atas sangat efektif karena total *fuel cost* yang lebih rendah jika dibandingkan dengan *refueling* secara normal. Terbukti oleh hasil perhitungan bahwa rata-rata *saving cost* jika menggunakan strategi *fuel tankering* adalah sebesar Rp. 4.103.411,16

dengan persentase 0,93%. Sedangkan untuk kondisi muatan pada penerbangan CGK-DJJ membawa sebanyak 75% hingga 100% Pax dan penerbangan kembali DJJ-CGK membawa muatan sebanyak 25% Pax hingga *maximum payload*, maka strategi *fuel tankering* tidak dapat diterapkan karena total *fuel cost* lebih tinggi jika dibandingkan dengan *refueling* secara normal. Hal ini menyebabkan penerapan strategi *fuel tankering* pada variasi ini berpotensi menyebabkan kerugian dengan nilai rata-rata sebesar Rp. 756.892,25 (0,16%).

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan untuk semua variasi jumlah pax pada rute terbang CGK-UPG-CGK dan CGK-DJJ-CGK, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. *Refueling* menggunakan strategi *fuel tankering* bisa diterapkan pada rute terbang CGK-UPG-CGK dan CGK-DJJ-CGK apabila tambahan muatan fuel ( $F_{Load}$ ) tidak menyebabkan berat pesawat melebihi *limit* (MTW, MTOW, dan MLW). Ketika penerapan strategi *fuel tankering* menyebabkan pesawat *over weight*, maka *refueling* harus dilakukan secara normal.

2. Strategi *fuel tankering* pada rute terbang CGK-UPG-CGK bisa diterapkan maksimal pada kondisi muatan *maximum* untuk penerbangan CGK-UPG dan 25% Pax untuk penerbangan kembali UPG-CGK. Dengan kondisi muatan seperti ini, penerapan strategi *fuel tankering* lebih efektif daripada *refueling* secara normal dengan nilai rata-rata *saving cost* sebesar Rp. 18.287.443,89 (9,18%). Sedangkan pada rute terbang CGK-DJJ-CGK, strategi *fuel tankering* bisa diterapkan maksimal pada kondisi muatan 50% Pax untuk penerbangan

3. CGK-DJJ dan *maximum payload* untuk penerbangan kembali DJJ-CGK. Dengan kondisi muatan seperti ini, penerapan strategi *fuel tankering* lebih efektif daripada *refueling* secara normal dengan nilai rata-rata *saving cost* sebesar Rp. 4.103.411,16 (0,93%).

#### DAFTAR PUSTAKA

1. PERTAMINA, 2023, Daftar Harga Aviasi, <https://onesolution.pertamina.com/Price#>, diakses tanggal 09 Agustus 2023.
  2. Mustifa, N.D., Irawan, M.I., Wahyudi, S., 2015, Optimasi *Saving Cost* dari *Fuel Tankering* dengan pendekatan *Fuzzy Goal Programming* Studi Kasus PT. X, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, No.2, Vol.4, A.37-A.42.
  3. Ishak, S., 2019, Analisa Kebutuhan Konsumsi Bahan Bakar Pesawat Boeing 737-800 NG Rute Yogyakarta-Singapura-Jakarta, *Tesis*, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
  4. The International Virtual Aviation Organisation, 2014, *Fuel Planning Guide*, IVAO TRAINING DEPARTMENT, Romania.
  5. Meka, Y.G.Y.M., 2021, 10 perbandingan strategi *Fuel Tankering* pada rute Nusa Tenggara, *Skripsi*, Program Studi Teknologi kedirgantaraan, Universitas Dirgantara Suryadarma, Jakarta.
- BOEING, 2008, *737-600/-700/-800/-900 Flight Crew Operation Manual*, The Boeing Company, Seattle, Washington.