

TESIS

**Analisa Kebutuhan Konsumsi Bahan Bakar Pesawat Boeing B737-800 NG
Rute Yogyakarta-Singapura-Jakarta**



SUAR ISHAK

16916216



**PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

YOGYAKARTA

2019

**ANALISA KEBUTUHAN KONSUMSI BAHAN BAKAR BOEING
B737-800 NG
RUTE YOGYAKARTA-SINGAPURA-JAKARTA**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Magister
Pada Program Magister Fakultas Teknik Industri Universitas Islam
Indonesia**

SUAR ISHAK

16916216

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM MAGISTER FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

YOGYAKARTA

2019

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah swt, saya akui karya ini adalah karya saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap salah satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan sayng sah dalam karya tulis ini dan hak kekayaan intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 24 November 2020



Suar Ishak

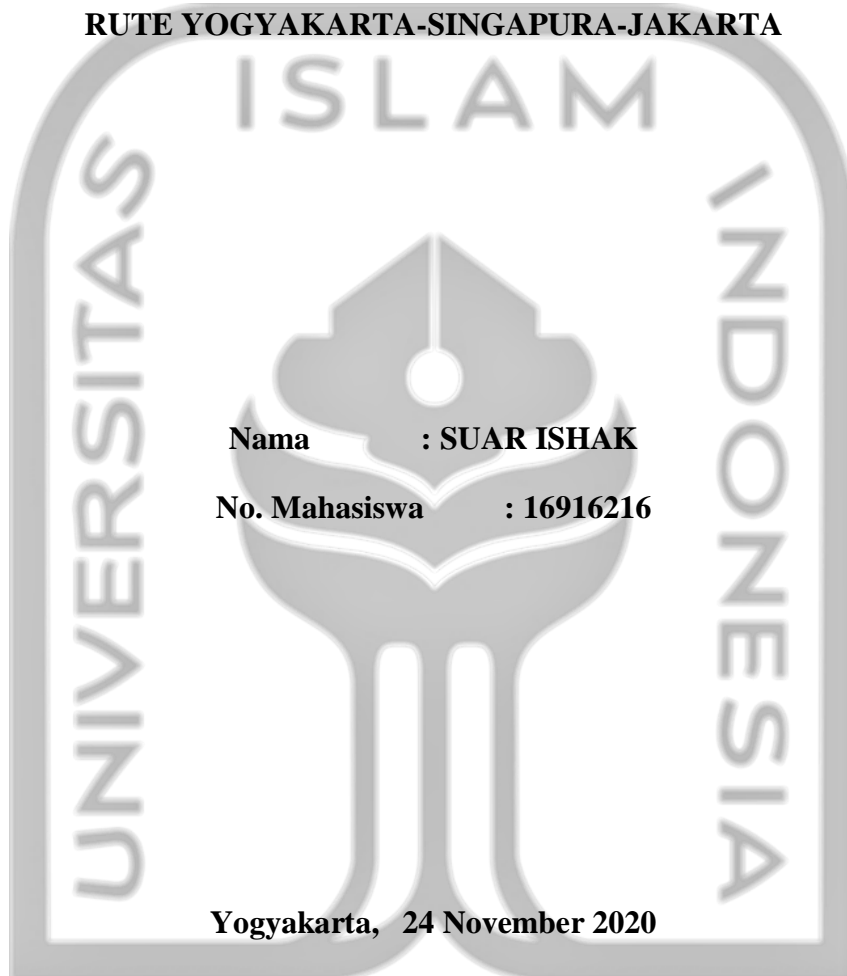
الجمعة الإسلامية الأندلسية

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISA KEBUTUHAN KONSUMSI BAHAN BAKAR

BOEING B737-800 NG

RUTE YOGYAKARTA-SINGAPURA-JAKARTA



Yogyakarta, 24 November 2020

Pembimbing

A handwritten signature in Arabic script, which is a common form of signature for Islamic scholars or officials. The signature is written in black ink and is positioned below the printed name of the supervisor.

Dr. Ir. Elisa Kusriani, MT, CPIM, CSCP

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISA KEBUTUHAN KONSUMSI BAHAN BAKAR
BOEING B737-800 NG
RUTE YOGYAKARTA-SINGAPURA-JAKARTA

TESIS

Disusun Oleh:

Nama: Suar Ishak

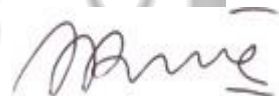
NIM: 16916216

Yogyakarta, 24 November 2020

Tim Penguji


(Dr. Ir. Elisa Kusriani, MT, CPIM, CSCP)

Ketua



(M. Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D)

Anggota I



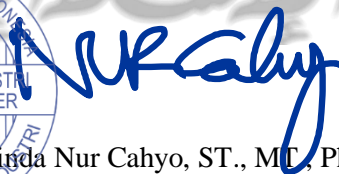
(Dr. Farham HM Saleh, MSIE)

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri
Program Magister Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

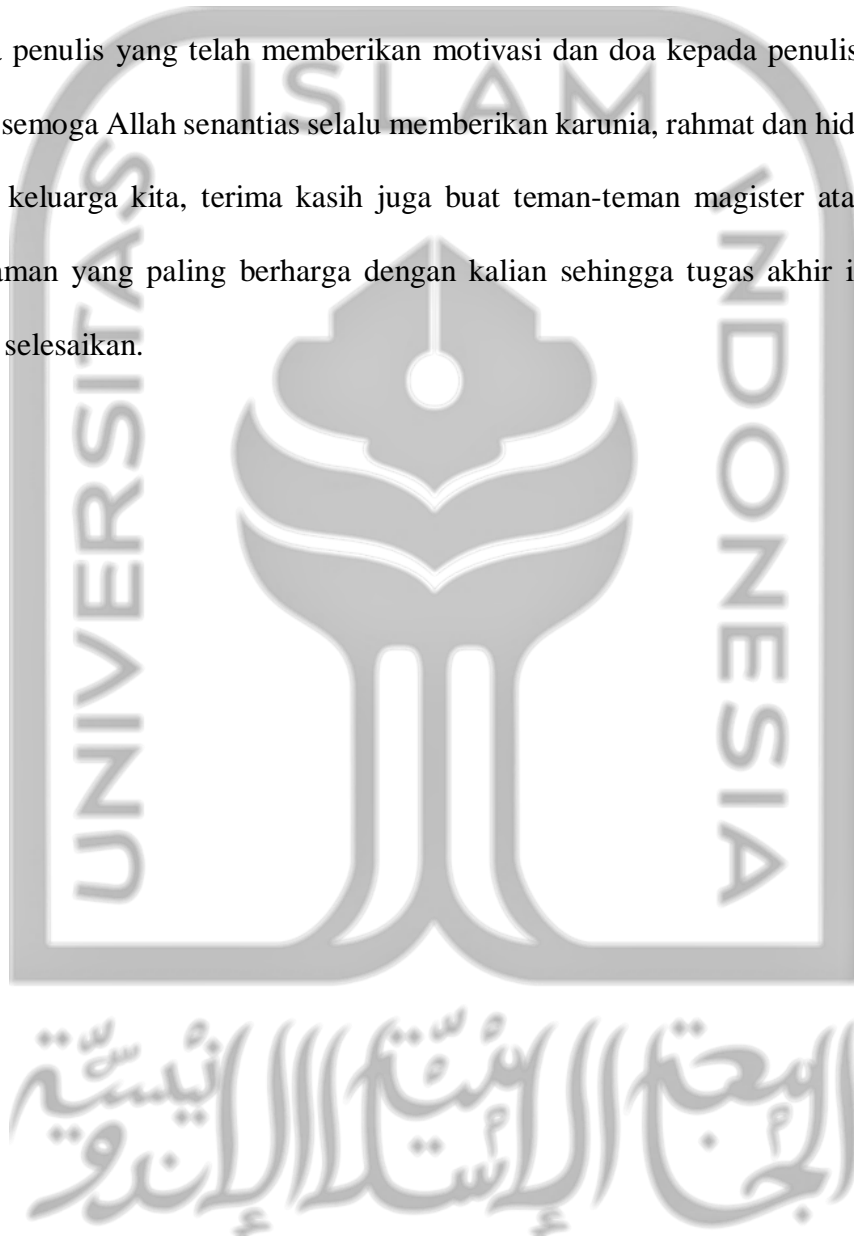


Winda Nur Cahyo, ST., MT, Ph.D

NIP 025200519

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin. Puji syukur kepada ALLAH SWT tugas akhir ini penulis persembahkan kepada Orang Tua tercinta (Alm. Ayah dan Ibu Ewin) dan saudara penulis yang telah memberikan motivasi dan doa kepada penulis sampai saat ini semoga Allah senantiasa selalu memberikan karunia, rahmat dan hidayahnya kepada keluarga kita, terima kasih juga buat teman-teman magister atas semua pengalaman yang paling berharga dengan kalian sehingga tugas akhir ini dapat penulis selesaikan.



HALAMAN MOTTO

Setiap hidup dan matiku ku persembahkan hanya kepada ALLAH SWT

*Ilmu tanpa akal ibarat seperti memiliki sepatu tanpa kaki. Dan akal tanpa ilmu
ibarat seperti memiliki kaki tanpa sepatu.*

(Ali bin Abi Thalib)

*Tubuh dibersihkan dengan air. Jiwa dibersihkan dengan air mata. Akal
dibersihkan dengan pengetahuan.*

(Ali bin Abi Thalib)

*Ilmu lebih baik daripada harta. Sebab, harta akan habis ketika dipakai tetapi
ilmu akan bertambah ketika diamalkan.*

(Ali bin Abi Thalib)

الجمعة الاستوائية الأندلسية

ABSTRAK

Dalam melakukan suatu perjalanan penerbangan tidak luput dari bahan bakar yang digunakan, sehingga bagaimana cara melakukan perjalanan dengan biaya operasional bahan bakar yang minimum, perlu diketahui bahwa biaya operasional terbesar di penerbangan adalah bahan bakar. Penelitian ini menggunakan metode *fuel tankering*, dimana metode ini bertujuan untuk menghindari pengisian bahan bakar di stasion-stasion yang harga bahan bakarnya lebih mahal dari stasion asal. Penelitian ini berfokus pada penerbangan Garuda Indonesia GA B737-800 NG rute Jogyakarta-Singapura-Jakarta dengan bandara alternative Pekanbaru dan Surabaya. Dari hasil analisis yang diperoleh bahwa pengisian dengan metode *fuel tankering* dengan nilai kebutuhan bahan bakar sebesar 12240.9 kg lebih menguntungkan daripada pengisian secara umum dengan nilai kebutuhan 13884.95 kg, sehingga selisih keuntungan yang didapatkan sebesar 1644.05 kg. Namun pada penelitian ini memiliki variable-variable yang perlu diperhatikan dalam menggunakan metode tersebut, dimana variable yang diketahui adalah *fuel required*, *fuel destination* dan *fuel taxi*.

Kata kunci: Rute, bahan bakar, metode *fuel tankering*.

Kata Pengantar

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam. Tiada kata yang pantas terucap, kecuali syukur alhamdulillah kepada Allah SWT atas segala nikmat dan karunia yang telah diberikan. Sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Baginda Rosulullah Muhammad SAW yang telah menunjukkan jalan kebenaran dan menuntun manusia menuju ahli agama Allah yang Mulia.

Selanjutnya, dengan kerendahan hati penulis ingin menghaturkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian tesis ini. Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dan partisipasi dari berbagai pihak, tesis ini tidak dapat terwujud. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Program Magister Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Dr. Ir. Elisa Kusrini, MT, CPIM, CSCP., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahan dalam penyusunan tesis ini.
5. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Teknik Industri, Program Magister Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah banyak memberikan ilmu selama menempuh pendidikan.

6. Untuk ibu ku selaku orang tua terima kasih doa dan dukungannya serta kasih sayangnya yang tak henti-hentinya memberikan untukku.
7. Teman-teman seangkatan 2016 Magister Teknik Industri Angkatan 22 terima kasih untuk semangat dan kebersamaannya selama ini.

Terima kasih untuk semua orang yang telah dengan tulus hati membantu kelancaran penelitian dan menjadikan tesis ini ada. Semoga Allah SWT membalas dengan yang lebih baik di kemudian hari. Penulis menyadari bahwa teisi ini masih belum sempurna dan masih membutuhkan masukan, saran dan kritik. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 24 November 2020



Suar Ishak

NIM 16916216

الجامعة الإسلامية
الاستاذة الأندونيسية

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBARAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pertanyaan Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN LITERATUR	
2.1 Kajian Induktif	7
2.2 CK-Chart Planning and Tools	13
2.3 Kajian Deduktif	14
2.3.1 Ketinggian Terbang (<i>Vertical Position of Flight</i>)	15
2.3.2 <i>Air Speed</i>	16
2.3.3 <i>Minimum Fuel Required</i>	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Fokus dan Tempat Penelitian	29
3.2 Model Fuel Tankering	29

3.3 Analisa Model	36
3.4 Perancangan Penelitian	37
3.5 Pengolahan Data	38
3.6 Analisis Data	38
BAB IV TINJAUAN PUSTAKA	
4.1 Pelaksanaan Penelitian	39
4.2 Perolehan Data	40
4.2.1 Data Primer	40
4.2.2 Data Sekunder	40
4.3 Penentuan Rute Terbang	41
4.3.1 Rute Yogyakarta-Singapura Bandara Alternative Pekanbaru.....	42
4.3.2 Rute Singapura-Jakarta Bandara Alternative Surabaya.....	43
4.4 Analisis Isian Muat Penerbangan Yogyakarta-Singapura	45
4.5 Penghitungan Perencanaan Terbang	46
4.5.1 Menentukan <i>Maximum Takeoff Weight</i> Bandara JOG & SIN	46
4.5.2 Perhitungan Terbang.....	48
4.6 Minimum Fuel Required	63
4.7 Fuel Required Fuel Tankering	65
BAB V PEMBAHASAAN	
5.1 Pengambilan Data	66
5.2 Analisis Data	66
5.3 Penentuan Rute Terbang	67
5.4 Analisis Isian Muat Penerbangan Yogyakarta-Singapura.....	67
5.5 Menentukan <i>Maximum Takeoff Weight</i> Bandara JOG & SIN	67
5.5.1 Menentukan <i>Maximum Takeoff Weight</i> Bandara JOG & SIN	68
5.5.2 Perhitungan Terbang.....	68
5.6 Minimum Fuel Required	74
5.7 Fuel Required Fuel Tankering	74
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	76
6.2 Saran	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ketinggian Terbang (<i>Height, Attitude and Flight Level</i>).....	16
Gambar 2.2 <i>Minimum Fuel Requirement</i>	18
Gambar 2.3 <i>Takeoff Flight Path</i>	21
Gambar 2.4 <i>Prosedur Approach</i>	24
Gambar 2.5 <i>Block Fuel</i>	26



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Harga Avtur (<i>Air Turbin Fuel</i>) setiap bandara	3
Tabel 4.1 Daftar Kegiatan Penelitian.....	39
Tabel 4.2 Total Distance Rute Yogyakarta – Singapura	42
Tabel 4.3 Total Distance Rute Alternative Singapura – Pekanbaru	43
Tabel 4.4 Total Distance Rute Singapura – Jakarta	44
Tabel 4.5 Total Distance Rute Alternative Jakarta – Surabaya	44
Tabel 4.6 Nilai Rata-Rata Seat Factor dan Load Factor Data AMC Sheet JOG.....	45
Tabel 4.7 <i>Restricted Takeoff Weight Limited by Field length, Climb Limit, Obstacle Limit, and Tire Speed</i> Yogyakarta.....	47
Tabel 4.8 <i>Restricted Takeoff Weight Limited by Field length, Climb Limit, Obstacle Limit, and Tire Speed</i>	48

الجامعة الإسلامية
الاستاذة
الاستاذة
الاستاذة

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya industri penerbangan ditandai dengan meningkatnya kebutuhan pesawat terbang. Para pelaku bisnis kedirgantaraan berlomba untuk mengembangkan bisnisnya dalam memilih pesawat terbang yang digunakan. Disamping itu semakin berkembangnya rute penerbangan yang dibangun, akan menambah frekuensi penerbangan.

Bertambahnya jumlah pesawat dan rute penerbangan menciptakan persaingan operator penerbangan. Para operator penerbangan bukan hanya bersaing untuk mendapatkan pelanggan melalui rute-rute yang dilaluinya tetapi juga perlu menentukan kapasitas pesawat yang digunakan dan konsumsi bahan bakar yang efisien agar tidak menimbulkan biaya operasional yang meningkat. Disamping itu operator penerbangan wajib membuat jadwal penerbangan yang baik dan tepat waktu. Perlu di ketahui keterlambatan waktu penerbangan akan mengeluarkan biaya yang cukup besar dan dapat memboroskan fuel atau bahan bakar. Demikian juga akibat keterlambatan akan mengganggu ruang dan waktu parkir pesawat. Biaya parkir pesawat perjam terhitung sangat mahal sehingga ada strategi yang digunakan oleh maskapai penerbangan sangat singkat antara landing dan take-off nya, hal ini adapt dilihat dari jadwal penerbangan yang di sajikan oleh pihak manajemen bandara maupun maskapai itu sendiri.

Penerbangan yang baik dan efisien dapat mengoptimalkan pemakaian bahan bakar avtur atau *aviation turbine fuel* dengan baik dan dalam koridor menjaga keselamatan penerbangan. Menurut A Majka. (2007) penggunaan fuel saat ini

merupakan salah satu yang harus diperhatikan, karena pesawat yang membawa bahan bakar yang berlebihan akan meningkatkan biaya dan mengurangi daya angkut pesawat.

Keadaan ini tentu memerlukan manajemen bahan bakar yang efektif dan efisien. Perlu juga diketahui harga bahan bakar avtur di setiap bandara berbeda. Sehingga maskapai penerbangan perlu memperhitungkan rute yang digunakan. Disamping itu setiap pesawat memiliki spesifikasi penggunaan avtur yang berbeda. Nur Feriyanto et al. (2016) melakukan penelitian tentang analisis pemakaian bahan bakar avtur berdasarkan rute penerbangan dengan membandingkan pesawat Boeing 737-400 dan Airbus A320-200 pada rute Jakarta-Bali. Kesimpulan yang diberikan penelitian tersebut bahwa Airbus lebih hemat dalam penggunaan avtur atau bahan bakar dibandingkan dengan Boeing.

Penelitian ini dilakukan agar melihat dampak apakah penghematan dengan metode yang di gunakan bisa menghemat bahan bakar atau menghemat biaya operasional yang ada dengan menggunakan asumsi rute tersebut. Dimana untuk rute Yogyakarta-Singapura-Jakarta sendiri belum ada di jadwal penerbangan yang ada di bandara Yogyakarta secara langsung ke singapura. Penelitian ini juga bertujuan untuk melihat apabila suatu airlines atau maskapai yang memiliki tujuan dengan harga bahan bakar yang berbeda atau lebih tinggi dari harga bahan bakar bandara asal, serta melihat bagaimana antusias masyarakat atau pihak customer dengan adanya rute secara langsung tujuan Yogyakarta-Singapura-Jakarta dengan menggunakan pesawat Garuda Indonesia B737-800 NG.

Seperti yang telah disampaikan di atas bahwa harga bahan bakar avtur pada setiap bandara berbeda-beda. Di Indonesia sendiri harga avtur tergolong lebih murah dibanding dengan negara-negara seperti contohnya Singapura. Daftar harga avtur tahun 2019 bisa dilihat di bawah ini:

Tabel 1.1 Harga avtur (*Air Turbin Fuel*) setiap rute

HARGA AVTUR PER LITER TIAP BANDAR UDARA

Bulan	BANDAR UDARA				
	Adisutjipto	Changi	Soekarno-Hatta	Sultan Syarif Kasim II	Djuanda
Feb-19	*	Rp 10769	Rp 7960	*	*
Mei 2019	Rp 8000	Rp 11791	Rp 9243	*	Rp 10169
Juni 2019	*	Rp 12100	Rp 9275	*	*
Juli 2019	Rp 9250	Rp 11834	Rp 7970	Rp 9540	Rp 8830

Keterangan:

* : Data tidak dapat diakses

Dalam hal penghematan biaya bahan bakar avtur, maka perlu dipikirkan bagaimana teknologi dengan tujuan pengisian bahan bakar hanya di lakukan ditempat yang station pengisian bahan bakar yang lebih murah. Teknologi yang telah dikembangkan termasuk dengan metode *Fuel Tankering*. Metode *fuel tankering* adalah metode yang digunakan untuk mengoptimalkan kebutuhan bahan bakar berdasarkan rute terbang dan variasi harga fuel yang berbeda-beda di masing-masing stasiun DPPU bandara. Metode yang di gunakan selain metode *fuel tankering* adalah metode teknik *step climb* dan *step cruise*. Teknik *step climb* dan *step cruise* adalah teknik terbang untuk menghemat bahan bakar dengan cara *climb-cruise-climb*.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas dapat disusun beberapa pertanyaan peneliti untuk mencapai keinginan peneliti agar dapat menyusun sebuah karya ilmiah yang dapat di jadikan pedoman di masa depan. Beberapa pertanyaan peneliti sebagai tujuan penelitian antara lain sebagai berikut:

1. Berapakah jumlah kebutuhan bahan bakar untuk penerbangan Boeing B737-800 NG apabila menggunakan perencanaan terbang *fuel tankering*?

2. Variable apa saja yang menjadi penentu dalam *fuel tankering* dan mengapa variabel tersebut menjadi penentu kebijakan *fuel tankering*?
3. Berapa jumlah keuntungan jika melakukan penerapan terbang dengan metode *Fuel Tankering*?

1.3 Tujuan Penelitian

Dengan melihat pertanyaan penelitian yang ada maka di dapat tujuan yang ingin di capai dalam penelitian ini adalah:

1. Menghitung jumlah kebutuhan bahan bakar untuk penerbangan Boeing B737-800 NG apabila menggunakan perencanaan terbang *fuel tankering*.
2. Mengetahui variabel yang menjadi penentu dalam *fuel tankering* serta mengapa variabel tersebut menjadi penentu kebijakan *fuel tankering*.
3. Menghitung jumlah keuntungan jika melakukan penerapan terbang dengan metode *fuel tankering*.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan masalah yang lihat dalam ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Batasan pesawat terbang dalam batasan *nautical miles*
2. Perhitungan perencanaan penerbangan mengacu pada peraturan keselamatan penerbangan sipil CASR part 121, *Basic Operation Manual* dan *Flight Planning Performance Manual B737-800 series*.
3. Laporan cuaca penelitian pada saat musim kemarau
4. Rute penerbangan dalam kajian penelitian ini adalah dari Yogyakarta-Singapura-Jakarta dengan bandara alternative
 - a. Yogyakarta-Singapura dengan bandara *alternative* Sultan Syarif Kasim II (Pekanbaru).

- b. Singapura-Jakarta dengan bandara *alternative* bandara Internasional Juanda (Surabaya).

1.5 Manfaat Penelitian

Membangun khasanah ilmu pengetahuan sehubungan dengan keilmuan teknik industri di bidang kedirgantaraan.

1.6 Sistematika Penulisan Tesis

Agar supaya penulisan tesis ini terstruktur dengan baik maka disusun sistematika penulisan tesis sebagai berikut:

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bagian ini disajikan beberapa hal yang terkait penelitian yang dilakukan oleh peneliti, baik berupa penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya sebagai bahan pertimbangan peneliti untuk bisa menjadi landasan untuk bisa melakukan penelitian, serta landasan-landasan teori yang yang dapat mendukung suatu penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metodologi penelitian yang akan peneliti lakukan dibagian bab selanjutnya sehingga di bagian bab ini sangat di dasari oleh apa yang akan peneliti lakukan, serta didukung dengan data-data yang diperlukan.

BAB IV PENGOLAHAN DATA

Menguraikan tentang cara pengambilan dan pengolahan data, analisis dan hasilnya, termasuk gambar dan grafik-grafik yang diperolehnya.

BAB V PEMBAHASAAN

Berisi informasi tentang pembahasan atau diskusi hasil rumusan dan tujuan serta hipotesis (jika ada) penelitian yang mengarahkan kepada kesimpulan dari hasil penelitian. Dalam bab ini, hasil yang berupa table dan grafik tidak perlu dicantumkan kembali, cukup dengan acuan saja dari nomer table dan gambar yang diperoleh dalam bab IV.

BAB VI PENUTUP

Daftar Pustaka

Lampiran



BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Kebutuhan konsumsi bahan bakar maskapai penerbangan perlu di hitung secara cermat. Hal ini disebabkan memberikan pengaruh terhadap operasional penerbangan. Oleh karena itulah konsumsi bahan bakar juga mempengaruhi tinggi rendahnya keuntungan perusahaan. Menurut Mohammad Mazraati, (2010) bahwa kebutuhan bahan bakar terus meningkat dari tahun ke tahun dan ini ditentukan oleh perkembangan perekonomian suatu negara.

Maskapai penerbangan adalah perusahaan yang mengelola agen jasa penerbangan. Agen jasa penerbangan ini memiliki sejumlah pesawat yang berbeda jenis manufakturnya seperti Boeing, Airbus, Bombardier, dan ATR (*Avions de Transport Regional*). Semua pesawat ini menggunakan bahan bakar yang sama yaitu Avtur (*Aviation Turbin Fuel*). Di samping itu setiap pesawat yang berbeda jenis, mengkonsumsi avtur akan berbeda jumlahnya pada jarak tempuh yang sama. Dengan demikian maka perusahaan akan memilih pesawat jenis apa yang menguntungkan untuk di pakai.

Dari berbagai pilihan pesawat yang dapat digunakan terdapat beberapa jenis pesawat yang similar serinya, Airbus A320-200 dan A320-300, Boieng 737 series, ATR 42 dan 72 dan Bombardier CRJ700 walaupun berbeda manufaktur. Boieng 737-800 NG similar dengan Aibus A320-200 di bidang seatnya dengan perbedaan di bagian manufaktur dan juga di bagian pembuatan. Boeing di buat di Amerika sedangkan Airbus di Eropa. Sedangkan ATR 72-500/600 similar dengan MA 60, ATR 42 similar dengan DACH 7 dan Bombardier CRJ700 similar dengan F28 atau F100.

Pesawat mengkonsumsi bahan bakar dalam jumlah yang sangat besar. Jumlah bahan bakar yang di konsumsi selama operasional dari satu bandara ke bandara tujuan tergantung pada beberapa faktor dan parameter. Sebagian besar faktor tersebut seperti *take off*, *climb*, *cruise*, *descent*, dan *holding*. Faktor-faktor tersebut dikendalikan oleh maskapai dengan perencanaan strategi operasional yang tepat, muatan sesuai aturan, perawatan yang tepat, prosedur penerbangan yang sesuai aturan, dan bahan bakar yang cukup. Menurut studi penelitian yang dilakukan Jose` A.T.G.F et al (2011) kebutuhan akan konsumsi bahan bakar tertinggi nomor dua di dalam operasional penerbangan, diperkirakan operasional penerbangan mewakili 20% untuk bahan bakar pesawat. Dalam *International Aviation Transportation Assosiation* (IATA 2004), juga memperkirakan setiap biaya lebih banyak digunakan untuk konsumsi bahan bakar, dalam penerbangan harus menghasilkan 15-20 dollar pendapatan untuk memperoleh keuntungan. Penelitian Embraer (2005) membuktikan bahwa penghematan bahan bakar 1% dapat dilakukan dengan mudah melalui praktik operasional yang berfokus pada penghematan bahan bakar. Salah satu prosedur yang digunakan maskapai dalam penghematan bahan bakar ini adalah “*Economic Fueling*” atau “*Fuel Tankering*”.

Civil Aviation Safety regulation (CASR) Part 91 Amandement 4, (91.167) persyaratan bahan bakar untuk penerbangan dalam kondisi IFR (*Instrument Flight Rules*) tidak seorang pun pilot dapat menjalankan operasi pesawat sipil dalam kondisi IFR apabila membawa bahan bakar yang cukup ke bandara tujuan. Sedangkan *CASR Part 121 Amandement 2 (121.281) Fuel System Independence* menjelaskan bahwa setiap sistem bahan bakar pesawat harus diatur berdasarkan jenis dan fungsinya, sehingga kegagalan komponen yang diakibatkan sistem tersebut tidak kehilangan tenaga yang dihasilkan oleh salah satu mesin pesawat. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar yang jenisnya tidak berpotensi merusak permesinan dan komponen pesawat.

Perencanaan penerbangan, muatan pesawat, perawatan yang tepat, prosedur penerbangan, dan bahan bakar memiliki dampak signifikan pada konsumsi bahan bakar pesawat selama operasional. Selama operasional pesawat memiliki faktor utama yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar dalam pemakaian yang lebih besar seperti berat, kecepatan pesawat, dan kecepatan angin serta arah angin. David A. Pilati (1974) menjelaskan penggunaan energi dan pemeliharaan pesawat terbang dalam mengevaluasi penghematan bahan bakar. John W. Drake (1974) menyarankan bahwa kecepatan jelajah untuk lebih lambat dalam optimalisasi penerbangan dapat mengurangi konsumsi bahan bakar. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh D. Wayne Darnell dan Carolyn Loflin (1977), Barry Nash (1981), John S. Stroup dan Richard D. Wollmer (1992), Zouein, et al (2002), Khaled Abdelghany (2005) mengembangkan model manajemen bahan bakar, sehingga semua model menghasilkan penghematan dalam konsumsi bahan bakar. R. R. Covey (1979) menjelaskan operasional strategi pemeliharaan energi dalam penerbangan komersial, ia menjelaskan terdapat dua belas strategi pemeliharaan bahan bakar dan strategi ini menghasilkan penghematan bahan bakar.

Perkembangan teknologi saat ini berlangsung dengan cepat dan secara efektif memanfaatkan teknologi terbaru untuk mengurangi konsumsi bahan bakar pada pesawat komersial. Perbaikan dalam efisiensi bahan bakar pesawat tergantung pada desain produk mesin dan badan pesawat. Desain pesawat sudah lama diakui sebagai salah satu masalah yang paling sulit dan menantang dalam industri penerbangan. David L. Greene (1990) meneliti tentang potensi untuk meningkatkan efisiensi mesin pesawat komersial tersebut. Penelitian tersebut menunjukkan beberapa peningkatan besar dalam bidang efisiensi mesin, perubahan aerodinamis, dan struktural pesawat. Pesawat yang lebih besar dapat membawa lebih banyak penumpang sehingga meningkatkan efisiensi bahan bakar pada pesawat serta mengurangi kemacetan di bandara utama dan mengurangi waktu holding sebelum mendarat atau waktu idling sebelum lepas landas Lee et al, 2001, Babikian et al, 2002. Joosung Lee (2010) dan Raffi Babikian (2002) mempelajari kinerja teknologi pesawat, konsumsi bahan bakar, *lift/drag*, *operation empty*, dan *maximum take off*

weight adalah variabel utama yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar pesawat dan pengaruh teknologi pada penggunaan energi berdasarkan efisiensi mesin, structural teknologi, dan efisiensi aerodinamis.

Infrastruktur penerbangan juga menjadi hal terpenting dalam optimalisasi konsumsi bahan bakar. Kemacetan lalu lintas yang dialami di bandara dan manajemen lalu lintas udara yang tidak tepat dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar. Senzig et al. (2009) memodelkan penggunaan bahan bakar untuk area terminal yang mengakibatkan pengurangan konsumsi bahan bakar. David A. Van Cleave (2009) dalam penelitiannya menyarankan pengurangan level-off dari wilayah udara terminal dan menggunakan lintas landasan pacu di bandara untuk mengurangi pembakaran bahan bakar. Sedangkan Anderson R. Correia (2005) menyarankan bahwa desain bandara sangat memengaruhi konsumsi bahan bakar dalam bermanuver antara landasan pacu dan terminal. Kazda dan Robert Caves (2000) menyarankan desain taxiway yang optimal dapat mengurangi konsumsi bahan bakar pesawat. Sedangkan penelitian yang dilakukan Rapoza dan Amanda (2010), mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran bahan bakar dan laju aliran bahan bakar di pesawat pada saat keberangkatan dan kedatangan. Penelitian ini menemukan beberapa parameter yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar penerbangan.

Berdasarkan penjelasan diatas maka dapat disimpulkan penggunaan bahan bakar pada operasional penerbangan sangat mempengaruhi kebutuhan konsumsi bahan bakar penerbangan dari bandara asal ke bandara tujuan sehingga perlu metode-metode yang dapat di terapkan di maskapai agar tidak mengalami kerugian yang sangat besar.

Penelitian tentang *fuel consumption* telah diteliti sebelumnya, beberapa peneliti tersebut adalah sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan Vedant Singh et al. (2012) tentang Fuel Consumption in Air Transport Industry menyatakan bahwa penelitian tersebut menggunakan optimalisasi konsumsi bahan bakar menggunakan model holistik. Model holistic. Sehingga hasil yang di dapat dari penelitian membentuk input bagi sektor penerbangan untuk mencapai bahan bakar yang optimal untuk di konsumsi.

Dengan peneliti yang sama Vedant Singh et al. (2014) fuel consumption optimization in Indian air transport menyatakan bahwa penelitian ini merancang metodologi dan mengembangkan model konsumsi bahan bakar lima segi optimasi (FCO). Penelitian ini menghasilkan solusi bahan bakar yang optimal di konsumsi, di mana peneliti di masa depan dapat menargetkan konsumsi bahan bakar.

Jose T.G.F et al. (2011) tentang fuel tankering model applied to a domestic airline network menyatakan dengan tujuan penelitian menyajikan model pemrograman linier yang dirancang untuk menentukan jumlah pemuatan bahan bakar yang optimal sepanjang rute jaringan untuk maskapai penerbangan domestik di Brasil. Hasilnya melalui model yang diusulkan, terlihat bahwa teknik pemompaan bahan bakar seperti itu menghasilkan penghematan 5% secara ekonomis, tetapi menghasilkan pembakaran bahan bakar tambahan 1%.

Harshad Khadilkar and Hamsa Balakrishnan, (2011), tentang penelitian Estimation of Aircraft Taxi-out Fuel penelitian ini menggunakan model untuk estimasi konsumsi bahan bakar di darat untuk pesawat terbang, peprmodelan ini menghasilkan beberapa faktor yakni waktu taxi-out, jumlah pemberhentian, jumlah belokan, dan jumlah acara akselerasi. Analisis menunjukkan bahwa selain total waktu taxi, jumlah peristiwa percepatan adalah faktor penting dalam menentukan konsumsi bahan bakar taxi.

Mohammad Mazraati and Osama M. Alyousif, (2009), tentang impacts of fuel efficiency. Penelitian ini menghasilkan strategi baru untuk mengoptimalkan kinerja pesawat dengan menggunakan bahan-bahan baru yang lebih ringan dan kuat dan

meningkatkan efisiensi mesin dalam hal konsumsi bahan bakar dan persyaratan perawatan. Permintaan harga bahan bakar di semua wilayah sangat rendah, sementara pendapatan tinggi. Peningkatan satu persen dalam PKP (*Passenger Kilometer Performed*) menyebabkan kurang dari setengah persen peningkatan permintaan bahan bakar untuk penerbangan.

David A. Senzig and Gregg G. Fleming, (2009), Fuel Consumption dengan hasil pengambilan keputusan yang lebih baik oleh pembuat kebijakan berusaha untuk memperhitungkan efek dari konsumsi bahan bakar dan emisi pesawat pada wilayah bandara udara dan desain untuk masa depan di masa depan. Metode yang diusulkan lebih baik 5% untuk meningkatkan akurasi di wilayah area terminal.

Penelitian yang di lakukan oleh Tyas A.E.R.P et al, (2017), tentang Optimalisasi Fuel Tankering menyatakan bahwa penelitian tersebut dapat menghasilkan biaya operasional minimal. Untuk itu, perlu adanya perhitungan *fuel tankering* sehingga *flight dispatcher* memiliki acuan dalam melakukan *fuel tankering*. Diharapkan dengan adanya acuan mengenai *fuel tankering*, maka strategi *fuel tankering* yang diterapkan PT. Sriwijaya Air berlangsung secara optimal.

Nur feriyanto et al (2016), tentang “The Route Analysis Based On Flight Plan” menghasilkan penelitian dengan menyelidiki rute terbaik berdasarkan kinerja penerbangan dengan menentukan jumlah blok fuel untuk penerbangan rute Jakarta-Denpasar. Dengan data aktual rencana penerbangan dan hasil perhitungan serta pembahasan pada block fuel pesawat jenis B737-400 dan A320-200, dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan Blok fuel A320-200 (pesawat baru) lebih kecil dari 8-10% blok fuel dari B737-400 12-27% (pesawat baru). Hal ini memberikan makna bahwa pesawat jenis A320-200 lebih hemat bahan bakar.

Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan di atas atau sebagai referensi peneliti disimpulkan bahwa didapatkan hasil yang dimana metode-metode penghematan bahan bakar tersebut dapat meminimalkan penggunaan fuel dan penghematan biaya operasional khususnya fuel. Sehingga metode tersebut sangat membantu dalam penghematan biaya apabila melakukan penerbangan ke bandara tujuan dengan harga bahan bakar fuel lebih tinggi dibandingkan harga bahan bakar di bandara asal.

2.2 *CK-Chart Planning and Tools*

CK-chart planning tools dirancang untuk memaparkan hasil kajian deduktif dan induktif secara sistematis dan terstruktur. Selain itu untuk mengarahkan fokus penelitian serta menjelaskan penelitian yang akan dilakukan untuk dipahami. Poin penting dari *CK-chart planning tools* adalah dapat menunjukkan kajian terbaru (*novelty*) berdasarkan penelitian terdahulu. Selanjutnya *ck-chart* menggambarkan juga peta aliran penelitian yang akan dilakukan. Gambar 2.2 dibawah merupakan *ck-chart planning tools* untuk fuel consumption.

General Topic

Fuel Consumption Required

System

Fuel

Sub Issue I
App Based

Land Air Sea

Sub Issue II
Types Based

Aircraft Helicopter Fighter

Sub Issue III
Types Based

Airbus Boieng ATR Bombardier

Sub System/
Element

Body Avtur Engine

Methodologies

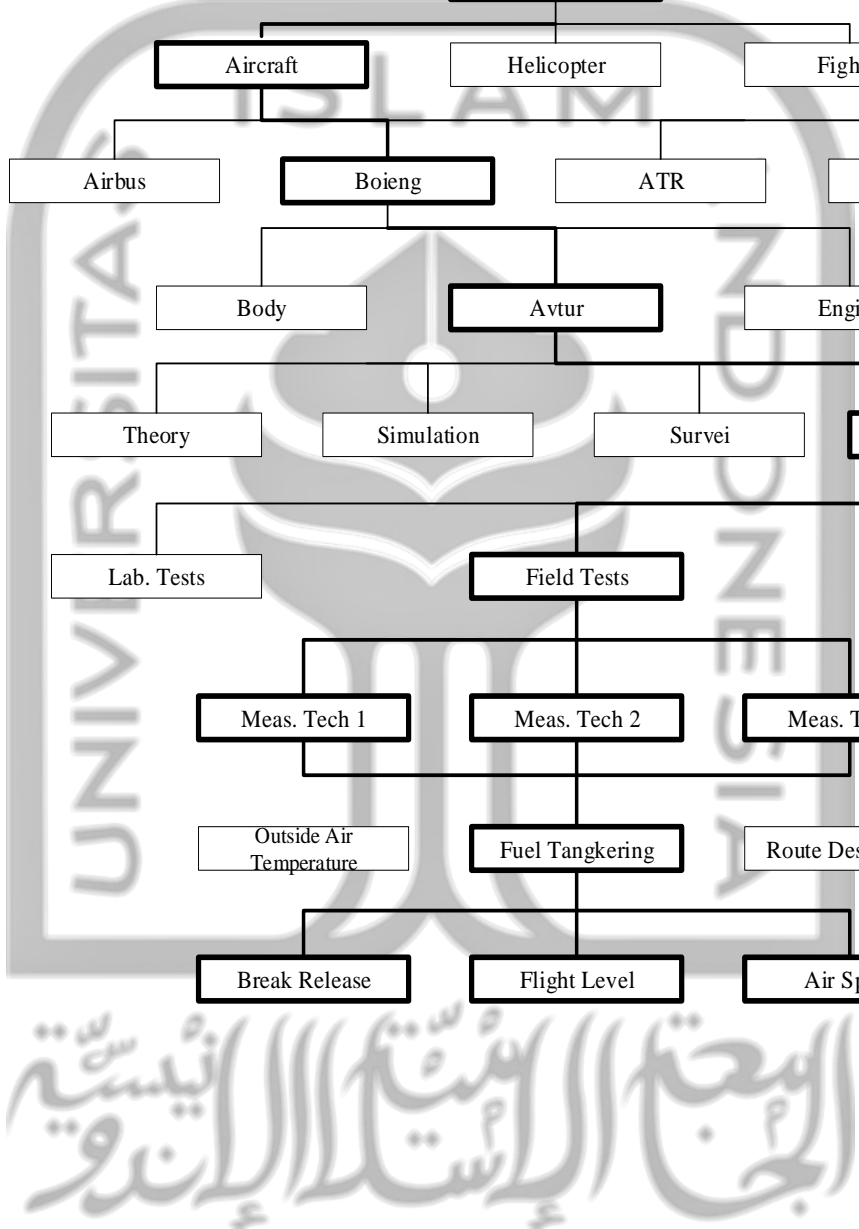
Theory Simulation Survei Experiment

Result:
Performance
Parameters

Lab. Tests Field Tests
Meas. Tech 1 Meas. Tech 2 Meas. Tech 3
Outside Air Temperature Fuel Tankering Route Destination

Design Parameters

Break Release Flight Level Air Speed



2.3 Kajian Deduktif

2.3.1 Ketinggian terbang (*Vertical Position of Flight*)

Ketinggian terbang dalam penerbangan sipil di atur dalam *Flight Separation Regulation*. Ketinggian terbang terbagi menjadi beberapa struktur sebagai berikut:

A. *Height*

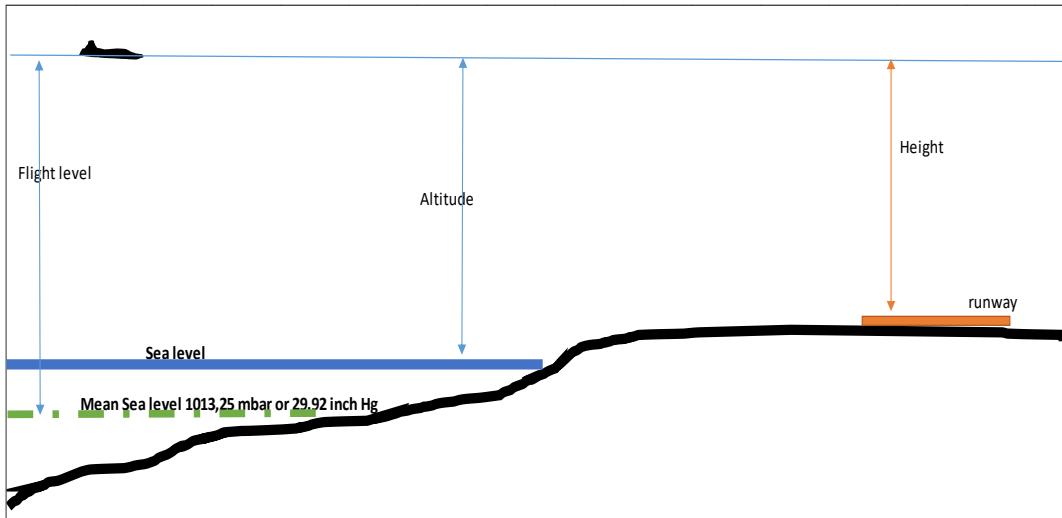
Adalah ketinggian terbang pesawat yang terukur dari permukaan daratan. Umumnya permukaan daratan ini berupa runway. Pengukuran ketinggian pesawat dalam height didasarkan pada tekanan udara di daratan (QFE) dalam hal ini adalah runway dalam satuan mbar atau inch Hg. Tekanan udara di bandar udara atau runway untuk masing-masing bandara berbeda. Secara umum tekanan udara berkurang 1 mbar untuk setiap kenaikan ketinggian 32,8 feet.

B. *Altitude*

Adalah ketinggian terbang pesawat yang terukur dari permukaan air laut (sea level). Tekanan udara di sea level (QNH) untuk masing-masing daerah memiliki nilai tekanan yang berbeda. Pengukuran ketinggian pesawat dalam Altitude didasarkan pada tekanan udara di permukaan air laut dalam satuan mbar atau inch Hg.

C. *Flight Level*

Adalah ketinggian terbang pesawat yang terukur dari rata-rata permukaan air laut (*mean sea level*). Pengukuran ketinggian pesawat dalam *Flight Level* didasarkan pada tekanan udara rata-rata permukaan air laut QNE. Tekanan udara rata-rata permukaan air laut atau *Mean Sea Level* (MSL) sebesar 1013.25 mbar atau 29.92 Inch Hg.



Gambar 2.1 Ketinggian terbang (*Height, Altitude dan Flight level*)

Maka didapatkan rumus untuk ketinggian terbang tersebut adalah sebagai berikut:

$$H = FL - ((QNE - QFE) \times 32.8) \quad \dots (2.1)$$

$$Alt = FL - ((QNE - QNH) \times 32.8) \quad \dots (2.2)$$

$$Runway\ elevation = Alt - Height \quad \dots (2.3)$$

Keterangan:

Height = Ketinggian pesawat di permukaan daratan (feet)

Altitude = Ketinggian pesawat diatas permukaan air laut (feet)

Flight Level = Ketinggian pesawat diatas rata-rata permukaan air laut (feet)

QNE = Tekanan udara rata-rata permukaan air laut (mbar)

QNH = Tekanan udara sea level (mbar)

QFE = Tekanan udara daratan (mbar)

2.3.2 Air Speed

Kecepatan udara dalam penerbangan terbagi menjadi beberapa istilah sebagai berikut:

A. *Indicated Air Speed*

Adalah kecepatan pesawat yang terukur pada alat ukur kecepatan pesawat (*Air Speed Indicator*) di ruang kemudi.

B. *True Air Speed*

Adalah kecepatan pesawat dalam IAS yang dikoreksi oleh ketinggian terbang dan kerapatan udaranya pada ketinggian tersebut.

$$TAS = \left(\frac{A}{1000} \times 2\% \times 0,98 \times IAS \right) + IAS \quad \dots (2.4)$$

C. *Ground Speed*

Adalah kecepatan pesawat dalam TAS yang dikoreksi oleh arah dan kecepatan angin yang bekerja pada pesawat.

$$GS = TAS + wind\ speed \quad \dots (2.5)$$

Untuk kondisi *tail wind* dimana angin yang bekerja pada pesawat searah dan sejajar dengan arah gerak pesawat (*aircraft track*).

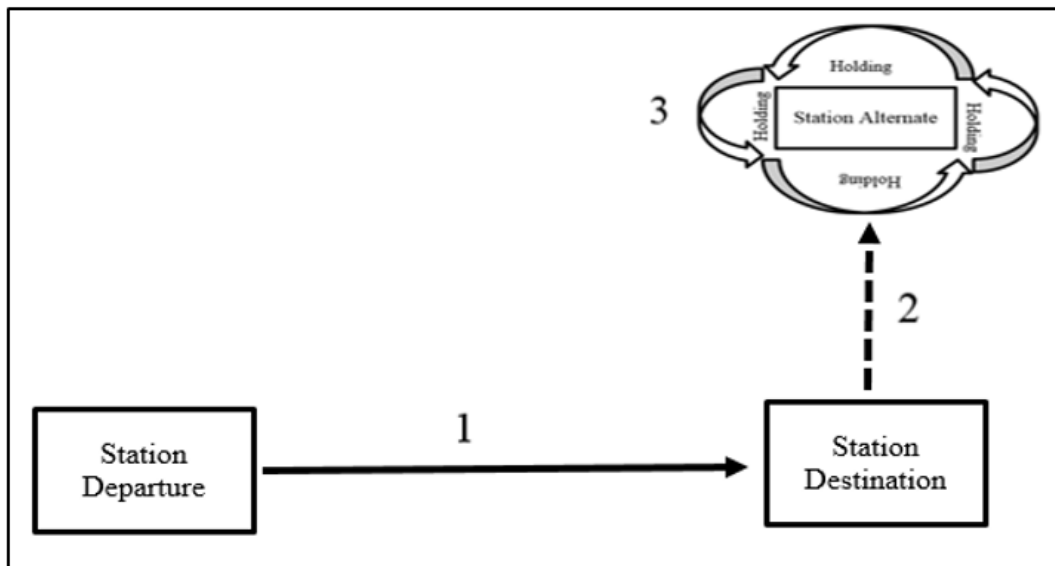
$$GS = TAS - wind\ speed \quad \dots (2.6)$$

Untuk kondisi *head wind* dimana angin yang bekerja pada pesawat berlawanan arah dan sejajar dengan arah gerak pesawat (*aircraft track*).

2.3.3 *Minimum Fuel Required*

Minimum Fuel Required menurut CASR (*civil aviation safety regulation*) adalah kebutuhan bahan bakar minimum yang harus disiapkan kedalam pesawat terbang pada saat setiap melakukan operasi penerbangan. *Minimum fuel required* terdiri dari sejumlah bahan bakar yang cukup untuk menuju ke bandara tujuan, dan sejumlah bahan bakar yang cukup untuk ke bandara alternative jika penerbangan ke bandara tujuan tidak dapat dilaksanakan dengan selamat, sejumlah bahan bakar yang cukup untuk proses holding selama 30 menit. *Fuel required minimum* di dalamnya juga terdapat sejumlah bahan bakar tambahan berupa *route reserve fuel* dan *taxi fuel* yang nilainya disesuaikan dengan kebutuhan penerbangan masing-masing operator penerbangan.

Secara umum dalam CASR 121 untuk penerbangan sipil berjadwal kebutuhan minimum bahan bakar untuk setiap operasi penerbangan diatur dalam *minimum fuel requirement*. *Minimum fuel requirement* dapat di visualisasikan menggunakan gambar berikut ini:



Gambar 2.2 *Minimum Fuel Requirement*, 2009

Dari gambar diatas terlihat bahwa kebutuhan bahan bakar minimum yang harus tersedia dalam satu misi penerbangan terdiri dari:

- (1) Sejumlah bahan bakar yang cukup untuk penerbangan dari bandara asal ke bandara tujuan,
- (2) Sejumlah bahan bakar yang cukup untuk persiapan penerbangan dari bandara tujuan ke bandara *alternative* jika bandara tujuan tidak dapat di darati dengan selamat (*safe*), dan
- (3) Sejumlah bahan bakar yang cukup untuk persiapan bertahan di udara (*holding*) di sekitar bandara *alternative* jika pendaratan di bandara *alternative* juga tidak dapat di darati dengan segera.

Selanjutnya masih ditambahkan juga sejumlah bahan bakar yang cukup untuk pergerakan *taxi* yaitu pergerakan pesawat antar area *apron* dan *runway*. Pada kondisi tertentu dan alasan tertentu juga perlu dilakukan penambahan bahan bakar

untuk antisipasi kondisi tertentu seperti faktor cuaca, kepadatan lalu lintas penerbangan dan sebagainya.

Secara umum penerbangan ke bandara tujuan terdiri dari beberapa tahap gerak terbang, yaitu: (a) *Taxi-out*, (b) *Takeoff*, (c) *Climb*, (d) *Cruise*, (e) *Descent*, (f) *Approach*, dan (d) *Landing*.

a. *Taxi Out*

Adalah gerak pesawat dari apron saat parkir menuju ujung landas pacu (*runway*) dalam proses line-up untuk mengawali gerak terbang selanjutnya yaitu *takeoff*. Secara matematis formula yang terdapat dalam gerak *taxi out* ini adalah

$$t_{taxi} = \frac{D_{grnd}}{v_{grnd}} \times 60 \quad \dots (2.7)$$

$$f_{taxi} = \frac{t_{taxi}}{60} \times f_{cons_{grnd\ taxi}} \quad \dots (2.8)$$

Keterangan:

- t_{taxi} = Waktu pergerakan pesawat melakukan *taxi* (Menit)
- D_{grnd} = Jarak pergerakan pesawat selama *taxi* (*Nautical Mile* atau NM)
- v_{grnd} = Kecepatan pesawat saat bergerak *taxi* (Knot)
- f_{taxi} = Fuel saat melakukan *taxi* (kg)
- t_{taxi} = Waktu pergerakan pesawat melakukan *taxi* (menit)
- $f_{cons_{grnd\ taxi}}$ = *Fuel consumption ground taxi* (kg)

b. *Takeoff*

Dalam COM Maskapai Penerbangan Chapter 1 General disebutkan bahwa *takeoff* adalah pergerakan pesawat berupa *takeoff roll* hingga ketinggian 35 feet dan selanjutnya menanjak hingga ketinggian 1500 feet. Saat proses *takeoff roll* pesawat melakukan gerak dipercepat beraturan hingga mendapatkan nilai kecepatan $v_{liftoff}$ yaitu kecepatan pesawat dimana menghasilkan gaya angkat yang lebih besar dari gaya beratnya. Sehingga berlaku formula sebagai berikut:

$$v_{liftoff} = v_0 + (Ac \times t_{takeoff-roll}) \quad \dots (2.9)$$

$$D_{takeoff-roll} = (v_0 \times t_{takeoff-roll}) + \frac{1}{2} \times Ac \times (t_{takeoff-roll})^2 \quad \dots (2.10)$$

$$Ac = \frac{Acft\ thrust}{aircraft\ mass} \quad \dots (2.11)$$

Keterangan

$D_{takeoff-roll}$	= Jarak saat <i>take off roll</i> (m)
$v_{liftoff}$	= Kecepatan mulai terangkat (m/dt)
v_0	= Kecepatan 0 (m/dt)
Ac	= Accelrate (m/dt ²)
$t_{takeoff-roll}$	= Waktu pada saat <i>takeoff roll</i> (dt)
Acft thrust	= Gaya dorong pesawat (kg)
Aircraft mass	= Berat pesawat (kg)

Saat takeoff berlaku kondisi dimana:

$$Lift > weight \quad \dots (2.12)$$

$$Lift = \frac{1}{2} \times \rho \times v_{liftoff}^2 \times S \times Cl \quad \dots (2.13)$$

$$Weight = Aircraft\ mass \times Specific\ Gravity \quad \dots (2.14)$$

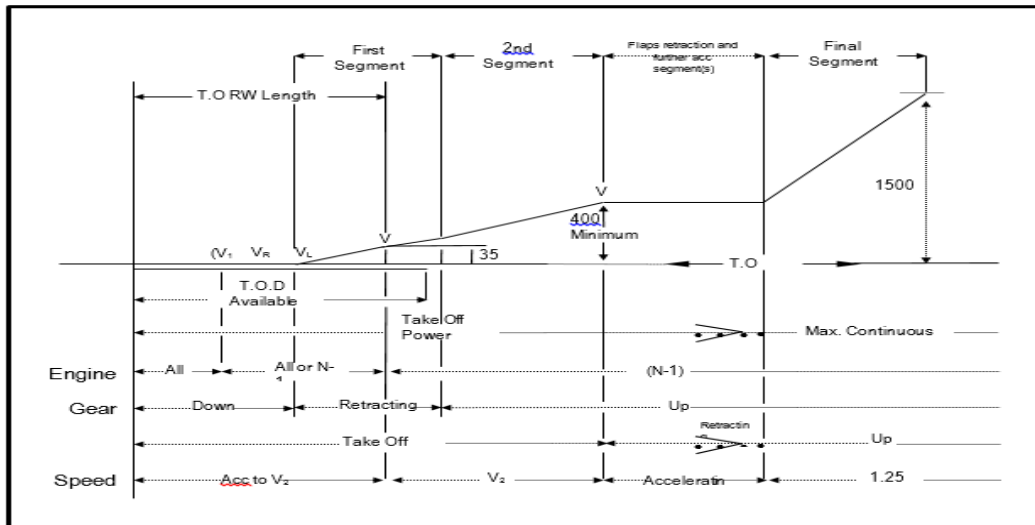
Keterangan:

Lift	= Gaya angkat (N)
Weight	= Gaya berat (N)
ρ	= Kerapatan udara (kg/m ³)
$v_{liftoff}$	= Kecepatan pesawat mulai terangkat (m/dt)
S	= Luas permukaan sayap (m ²)
Cl	= Koefisien of lift

Aircraft mass = Berat pesawat saat *takeoff* (*takeoff weight*) (Kg)

Spec gravity = 8.9 (m/dt²)

Selanjutnya pesawat menanjak hingga ketinggian 1500 feet melalui proses *first segment*, *second segment* dan *final segment* yang tidak kurang dari ketentuan *takeoff path minimum*.



Gambar 2.3 Take Off Flight Path

Sumber: *Company Operasional Manual, 2008*

- First segment* adalah proses dimana pergerakan pesawat mulai terangkat sampai mulai roda pendarat terlipat (*landing gear retracted*).
- Second segment* adalah proses dimana pesawat melanjutkan terbang sampai ketinggian minimum 400 feet.
- Flaps retraction and further acc segment (s)* adalah proses pesawat terbang mendarat pada ketinggian 400 feet dengan *flap* mulai terlipat.
- Final segment* adalah proses pesawat menanjak hingga ketinggian 1500 feet.

c. Climb

Climb adalah bagian dari *flight path* yang menunjukkan pesawat bergerak dari *lift off* sampai *top of climb*. Dengan menggunakan Referensi Metode FPPM (*Flight Plan and Performance Manual*) B737-800 NG Chapter 3.2.1 Enroute Climb secara matematis terdapat formula untuk penghitungan waktu, jarak, kecepatan, dan laju pemakaian bahan bakar (*fuel consumption rate*). Formula yang digunakan adalah

$$t_{clb} = \frac{FL}{ROC} \text{ atau } t_{clb} = \frac{A}{ROC} \quad \dots (2.15)$$

$$D_{clb} = \frac{t_{clb} \times GS_{clb}}{60} \quad \dots (2.16)$$

$$GS_{clb} = v_{clb} \pm \text{wind speed} \quad \dots (2.17)$$

$$fuel_{clb} = \frac{t_{clb}}{60} \times FCR_{clb} \quad \dots (2.18)$$

Keterangan:

t_{clb} = waktu yang diperlukan pesawat menanjak hingga ketinggian jelajah yang direncanakan (minutes)

Alt = ketinggian terbang atau altitude (feet)

ROC = rata-rata laju menanjak atau Rate of Climb (feet/minute)

Dist_{clb} = jarak horizontal dari lift off sampai top of climb (NM)

GS_{clb} = ground speed (kecepatan pesawat) saat menanjak (knot)

v_{clb} = rata-rata kecepatan menanjak (knot)

v_{head} = kecepatan head wind (knot)

v_{tail} = kecepatan tail wind (knot)

fuel_{clb} = fuel burn climb (kg)

FCR_{clb} = fuel consumption rate climb (kg)

d. Cruise

Cruise adalah keadaan terbang pesawat dalam kondisi kecepatan dan ketinggian yang relatif konstan, formula secara umum adalah:

$$TAS = \left(\frac{Alt}{1000} \times 2\% \times 0,98 \times IAS \right) + IAS \quad \dots (2.19)$$

$$GS_{crz} = TAS + v_{tail} \quad \dots (2.20)$$

$$GS_{crz} = TAS - v_{head} \quad \dots (2.21)$$

$$t_{crz} = \frac{Dist_{crz}}{GS_{crz}} \times 60 \quad \dots (2.22)$$

$$fuel_{crz} = \frac{t_{crz}}{60} \times FCR_{crz} \quad \dots (2.23)$$

Keterangan:

TAS = true air speed (knot)

IAS = indicated air speed (knot)

GS_{crz} = ground speed (kecepatan pesawat saat menjelajah (knot)

v_{tail} = kecepatan tail wind (knot)

v_{head} = kecepatan head wind (knot)

e. Descent

Descent adalah pesawat saat melakukan pergerakan turun dengan kecepatan konstan dengan mengatur daya mesin maupun *pitch*. Formula nya secara umum adalah:

$$t_{dist} = \frac{Alt}{ROD} \quad \dots (2.24)$$

$$Dist_{clb} = \frac{t_{dist} \times GS_{dist}}{60} \quad \dots (2.25)$$

$$GS_{dist} = v_{dist} + v_{tail} \quad \dots (2.26)$$

$$GS_{dist} = v_{dist} - v_{head} \quad \dots (2.27)$$

Keterangan:

t_{dist} = waktu menurun atau time descent (minutes)

Alt = ketinggian terbang atau altitude (feet)

ROD = rata-rata laju menurun atau Rate of Distance (feet/minute)

Dist_{clb} = jarak horizontal dari lift off sampai top of climb (NM)

GS_{dist} = Ground speed (kecepatan pesawat) saat menurun (knot)

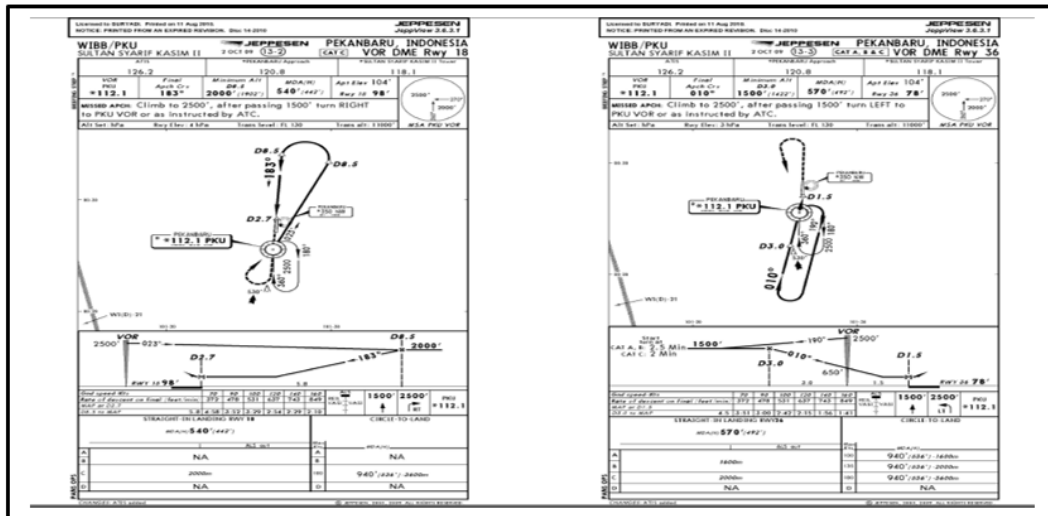
V_{dist} = rata-rata kecepatan menurun (knot)

V_{head} = kecepatan head wind (knot)

V_{tail} = kecepatan tail wind (knot)

f. Approach

Approach adalah pesawat terbang menuju *runway* setelah melakukan proses descent, prosedur approach masing-masing bandara berbeda-beda sesuai dengan standar approach atau yang disebut dengan *standar terminal arrival procedur* (STARs). Approach procedure secara umum terdiri dari *procedure turn approach* dan *down-wind approach*. Perbedaan kedua procedur tersebut dapat dilihat dengan gambar di bawah ini:



Gambar 2.4 Procedure Approach

Sumber: Indonesia Jeppesen Approach, 2010

Standar Approach Procedur (STARs) dalam penelitian ini dengan tujuan bandara singapura sebagai bandara tujuan dan *Standar Approach Procedur* Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru sebagai bandara *alternative*, sedangkan bandara Soekarno Hatta sebagai bandara tujuan dan *Standar Approach Procedur* bandara juanda Surabaya sebagai bandara *alternative*. Formula yang digunakan adalah

$$r_{turn} = \frac{v_{turn}^2}{11.26 \times \tan \alpha} \quad \dots (2.28)$$

$$Weight = lift \quad \dots (2.29)$$

$$aircraft \ mass \ x \ spec \ gravity = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \times s \times CL \quad \dots (2.30)$$

$$Weight = lift \times \cos \text{ bank Angle} \quad \dots (2.31)$$

$$aircraft \ mass \ x \ spec \ gravity = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \times s \times CL \times \cos \text{ bank angel} \quad (2.32)$$

Keterangan:

r_{turn} = Jarak (m)

v_{turn} = Kecepatan (knot)

$\tan \alpha$ = Sudut kemiringan saat berputar

Weight = Berat pesawat (N)

Lift = Gaya angkat (N)

g. Landing

Landing adalah saat pesawat *touch down* dengan di perlambat secara beraturan karena proses pengereman dan *revers* (mengembalikan gaya dorong dari belakang ke depan)

$$v_{stop} = v_{touch\ down} + (Dc \times t_{ld-roll}) \quad \dots (2.33)$$

$$D_{ld\ roll} = (v_{touchdown} \times t_{ld-roll}) + \frac{1}{2} \times Dc \times (t_{ld-roll})^2 \quad \dots (2.34)$$

$$Dc = \frac{Acft\ brake\ force}{aircraft\ mass} \quad \dots (2.35)$$

$$v_{touch\ down} \leq Lift \quad \dots (2.36)$$

Keterangan

$D_{ld-roll}$ = Jarak saat *landing roll* (m)

$V_{touchdown}$ = Kecepatan mulai menyentuh daratan (m/dt)

V_{stop} = Kecepatan 0 (m/dt)

Dc = Decelerate (m/dt²)

$t_{ld-roll}$ = Waktu pada saat *landing roll* (dt)

Acft brake force = Pengereman pesawat (kg)

Aircraft mass = Berat pesawat (kg)

h. Flight Time

Menurut Nur Feriyanto et al (2016) tentang *flight time* adalah waktu terbang yang di hitung dari jarak yang di bagi dengan kecepatan pesawat dan di tambah 6 menit atau 0.1 jam bermanuver (*holding*) di udara. Penentuan waktu terbang dapat dilakukan dengan formula berikut ini:

$$t_{flight} = \frac{range}{speed} + air\ manuver\ time \quad \dots (2.37)$$

$$t_{block} = taxi\ out + flight\ time + taxi\ in \quad \dots (2.38)$$

$$v_{block} = \frac{range}{speed} \quad \dots (2.39)$$

i. Trip Fuel

Trip fuel adalah jumlah bahan bakar yang terbakar untuk penerbangan ke bandara tujuan. Formula yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$f_{trip} = \frac{time_{trip}}{60} \times fuel_{consratetrip} \quad \dots (2.40)$$

$$f_{trip} = f_{takeoff} + f_{climb} + f_{cruise} + f_{descent} + f_{approach} + f_{landing} \quad \dots (2.41)$$

$$time_{takeoff} = \frac{flight\ level}{rate\ of\ takeoff} \quad \dots (2.42)$$

$$time_{climb} = \frac{flight\ level}{rate\ of\ climb} \quad \dots (2.43)$$

$$time_{cruise} = \frac{flight\ level}{rate\ of\ cruise} \quad \dots (2.44)$$

$$time_{descent} = \frac{flight\ level}{rate\ of\ descent} \quad \dots (2.45)$$

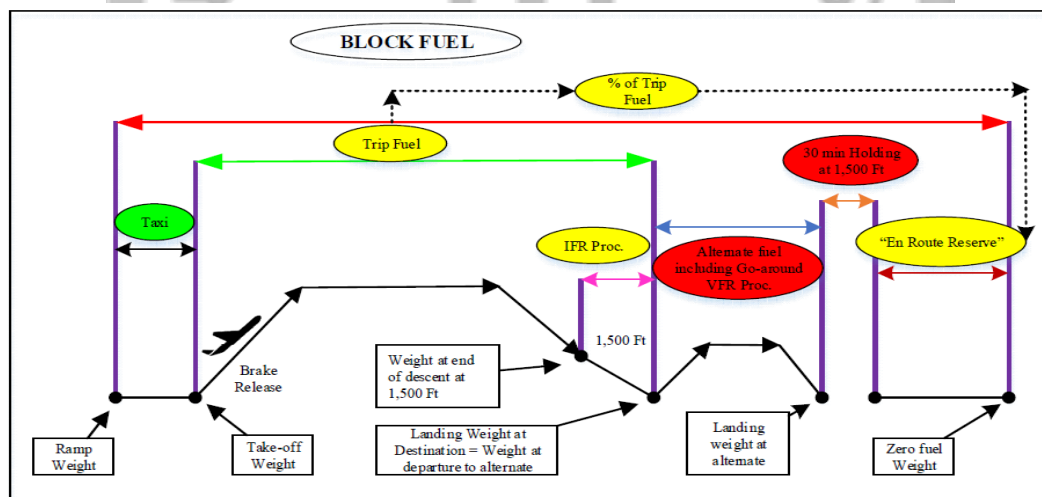
$$time_{approach} = \frac{flight\ level}{rate\ of\ approach} \quad \dots (2.46)$$

$$time_{landing} = \frac{flight\ level}{rate\ of\ landing} \quad \dots (2.47)$$

j. Block Fuel

Block fuel adalah total bahan bakar untuk melakukan suatu penerbangan. Formula yang di gunakan untuk menghitung block fuel adalah sebagai berikut:

$$f_{block} = fuel_{trip} + f_{holding} + f_{alt} + f_{taxi} \quad \dots (2.48)$$



Gambar 2.5 Block fuel

Sumber: Nur Feriyanto et al, 2016

k. Alternate Fuel

Alternate fuel adalah sejumlah bahan bakar yang dibutuhkan dari bandara tujuan hingga bandara alternatifnya. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut ini:

$$f_{alt} = f_{climb} + f_{cruise} + f_{descent} + f_{app} + f_{landing} \quad \dots (2.49)$$

l. Holding Fuel

Holding adalah jumlah bahan bakar yang dibutuhkan selama bermanuver di udara. Dengan menggunakan referensi FPPM (*flight performance planning manual*) 737-800/CFM56-7B26 maka didapatkan formula untuk perhitungan holding sebagai berikut:

$$f_{hold} = \frac{t_{hold}}{60} \times 2 \frac{fuel_{flow}}{eng} \quad \dots (2.50)$$

m. Fuel Extra

Fuel extra adalah fuel permintaan dari crew sebagai bentuk penambahan ke bandara tujuan. Permintaan *fuel extra* di sebabkan karena cuaca yang kurang bagus, tinggkat konsumsi bahan bakar yang berlebih dan ketinggian yang tidak sesuai prosedur. Saat cuaca buruk umumnya pilot akan meminta fuel yang lebih banyak sebagai *trial fuel*. *Trial fuel* adalah bahan bakar yang dipakai untuk mencoba pendaratan di bandara apabila tidak memungkinkan akan kembali terbang. Sehingga tidak memiliki formula khusus untuk mencari *fuel extra*.

Dari penjelasan diatas maka dapat diformulakan tentang kebutuhan bahan bakar minimum untuk suatu kegiatan penerbangan sebagai nilai *Minimum Fuel Requirement*. *Minimum Fuel Requirement* di ambil dari panduan maskapai Garuda Indonesia *Basic Operation Manual*. Formula tersebut sebagai berikut:

$$FR_{min} = Fl_{tx} + Fl_{trp} + Fl_{alt} + Fl_{hld} + Fl_{exr} \quad \dots (2.51)$$

Keterangan:

FR_{min} = *Minimum fuel requirement* (kg)

Fl_{tx} = Bahan bakar saat taxi dari *apron* menuju *runway* (kg)

Fl_{trp} = Bahan bakar untuk perjalanan ke bandara tujuan (kg)

- Flat* = Bahan bakar untuk perjalanan ketempat bandara *alternate* (kg)
- Flhd* = Bahan bakar untuk pesawat saat *holding* (kg)
- Flexr* = Bahan bakar yang diperlukan diluar dari alasan diatas (kg)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dipaparkan metodologi penelitian yang mengandung beberapa sub bab sebagai berikut:

3.1 Fokus dan Tempat Penelitian

Pada sub-bab ini dipaparkan fokus penelitian, serta dibahas objek, subjek dan tempat penelitian, Sehingga memudahkan bagi peneliti untuk menganalisa apa yang menjadi tujuan penelitian.

Untuk fokus penelitian sendiri dilakukan dengan menganalisis jarak rute yang digunakan dalam penelitian, menganalisis *break release weight*, mengukur suhu yang berada dilandasan khususnya pada musim kemarau serta mengetahui ketinggian terbang yang digunakan secara maksimum untuk pesawat GA B737-800 NG. Tempat penelitian di lakukan di bandara Adisutjipto Yogyakarta dengan di bantu oleh beberapa bagian sebagai pelengkap analisis baik berupa data sekunder maupun data primer yang dapat digunakan oleh peneliti.

3.2 Model *Fuel Tankering*

Model dimasukan untuk menghitung konsumsi bahan bakar pesawat yang tepat, mengelola dan menangani arus lalu lintas dalam metode yang akurat serta juga desain prosedur penerbangan yang sangat penting sesuai aturan dan memberikan efisiensi optimal dalam konsumsi bahan bakar. Salah satu contoh suatu metode

untuk mengurangi konsumsi bahan bakar adalah merancang prosedur penerbangan operasional yang optimal seperti *Optimized Profile Descent* (OPD) dan juga sering disebut *Continuous Descent Operation* (CDO). Selain itu dapat dicatat bahwa rute kedatangan berdasarkan navigasi area (RNAV), seperti *Point Marge Sistem* juga mengurangi konsumsi bahan bakar, karena prosedur ini memungkinkan pesawat turun dari posisi optimal dengan dorongan mesin minimum.

Industri penerbangan (maskapai penerbangan, pabrik pembuatan pesawat, peraturan organisasi dan lain-lain) dipengaruhi oleh konsumsi bahan bakar dan biaya ekonomi. Dalam beberapa tahun, beberapa solusi telah diteliti untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan meminimalkan biaya ekonomi terhadap pesawat. Dalam pembahasan ini ada beberapa penelitian terdahulu yang membahas tentang model konsumsi bahan bakar.

Para pihak terpenting dalam penerbangan telah berupaya dalam mengembangkan model algoritma untuk konsumsi bahan bakar. Collins, (1982) telah membuat model konsumsi bahan bakar yang lebih akurat untuk meningkatkan pengukuran efisiensi bahan bakar maskapai. Trani et al, (2004) telah meneliti penggunaan neural network (NN) pada pesawat Fokker F-100 untuk memperkirakan konsumsi bahan bakar.

Menurut Jose´ A.T.G.F et al (2011), menampilkan desain model pemrograman yang menjelaskan pengoptimalisasi pengisian bahan bakar pesawat untuk sepanjang satu atau dua rute penerbangan. Jose Alexander meneliti fuel tankering pada maskapai penerbangan di Brazil. Dengan mengasumsikan bahwa depo pengisian bahan bakar bisa memenuhi kebutuhan pengisian bahan bakar dan tidak ada pembatasannya pada setiap stasiun pengisian bahan bakar pesawat udara.

Secara umum penerbangan yang melakukan misi terbang multi rute akan melakukan pengisian bahan bakar di setiap stasiun pendaratan transit, dimana

jumlah bahan bakar yang diisikan ke dalam pesawat untuk setiap rute terbang dari multi terbang yang dijalaninya berbeda besarnya. Di sisi lain harga per satuan bahan bakar untuk masing masing stasiun bandar udara berbeda satu dengan lainnya. Operator penerbangan khususnya maskapai penerbangan berupaya melakukan penghematan biaya bahan bakar. Upaya penghematan bahan bakar banyak sekali bentuknya. Bagi penerbang upaya penghematan bahan bakar dilakukan dalam bentuk penerapan operasi penerbangan yang berbasis pada sistem optimasi *flight performance*. Upaya lain yang bias dilakukan adalah dengan memanfaatkan selisih harga bahan bakar di setiap station bandar udara yang harganya saling berbeda. Prinsip umum yang biasa dilakukan adalah melakukan pengisian bahan bakar yang semaksimal mungkin di bandar udara dengan tarif fuel yang rendah dan meminimalkan pengisian bahan bakar di bandar udara dengan tarif fuel yang tinggi.

A. Penerbangan *single leg*

Untuk penerbangan dengan satu leg rute terbang berlaku regulasi penerbangan tentang jumlah bahan bakar minimum yang diisikan ke dalam pesawat. Kebutuhan bahan bakar minimum yang harus termuat untuk menjalankan misi terbang satu leg atau satu terbang harus terdiri dari beberapa unsur yaitu:

1. *Fuel to destination*

Sejumlah bahan bakar yang digunakan untuk pesawat melakukan *taxi, climb, cruise, descent* di bandar udara tujuan. *Fuel to destination* di dalamnya juga terdapat bahan bakar yang cukup untuk melakukan deviasi rute hal ini disebut dengan *route reserve*. Sehingga di dalam *Fuel to destination* terdiri dari unsur fuel *taxi, climb, cruise, descent* dan *route reserve*.

2. *Fuel to Alternate*

Sejumlah bahan bakar yang cukup untuk pesawat melakukan dari bandara tujuan ke bandara alternative jika dirasakan pendaratan di bandara tujuan tidak dapat dilakukan dengan selamat bagi seorang pilot. *Fuel to Alternate*

Juga terdiri dari fuel *climb*, *cruise*, dan *descent*.

3. *Fuel Holding*

Sejumlah bahan bakar yang cukup untuk melakukan holding apabila pesawat tidak dapat melakukan pendaratan secara langsung di bandara alternative. CASR part 121 (*minimum fuel required*) disebutkan bahwa jumlah bahan bakar yang cukup untuk fuel holding minimum adalah 30 menit.

Dari uraian kalimat diatas dapat dijabarkan menjadi formula formula berikut ini:

$$FR_{min} = Fuel_{dest} + Fuel_{alt} + Fuel_{Hold} \quad \dots (3.1)$$

$$Fuel_{dest} = Fuel_{taxi} + Fuel_{clb_{dest}} + Fuel_{crz_{dest}} + Fuel_{desc_{dest}} + Fuel_{rr} \quad \dots (3.2)$$

$$Fuel_{alt} = Fuel_{clb_{alt}} + Fuel_{crz_{alt}} + Fuel_{desc_{alt}} \quad \dots (3.3)$$

$$fuel_{hold} = \frac{t_{hold}}{60} \times 2 \text{ fuel flow/eng} \quad \dots (3.4)$$

Keterangan:

FR_{min} Sejumlah bahan bakar yang terdiri dari *fuel destination*, *fuel to alternate* dan *fuel holding* (kg)

$Fuel_{dest}$ Sejumlah bahan bakar terdiri dari *fuel taxi*, *climb*, *cruise*, *descent* dan *fuel route reserve* (kg)

$Fuel_{alt}$ Sejumlah bahan bakar yang cukup untuk melakukan *fuel climb*, *cruise*, dan *descent* (kg)

$Fuel_{hold}$ Sejumlah bahan bakar yang digunakan untuk holding dengan minimum waktu 30 menit (kg)

$Fuel_{taxi}$ Sejumlah bahan bakar yang digunakan pesawat saat menuju dari *apron* ke ujung *runway* untuk melakukan *take off* (kg)

$Fuel_{rr}$ Sejumlah bahan bakar untuk melakukan deviasi rute ke bandara tujuan (kg)

B. Penerbangan *multi leg*

Saat pesawat melakukan penerbangan dengan jumlah rute yang lebih dari satu dimana masing masing rute tetap memiliki bandar udara alternative. Dengan simulasi dimana penerbangan dari bandara A ke bandara B dengan bandara alternative adalah bandara F dan penerbangan dilanjutkan dari bandara B ke bandara C dengan bandara alternative adalah bandara G. Pada umumnya penerbangan dengan *multi leg* dilakukan penghitungan kebutuhan bahan bakar dengan dua kali penghitungan yaitu penghitungan kebutuhan bahan bakar untuk leg satu dan penghitungan bahan bakar untuk leg ke dua.

Dimana dapat di ilustrasikan formula sebagai berikut ini:

$$FR_{minAB} = Fuel_{destAB} + Fuel_{alt BF} + Fuel_{Hold} \quad \dots (3.5)$$

$$Fuel_{destAB} = Fuel_{clb destAB} + Fuel_{crz destAB} + Fuel_{desc destAB} + Fuel_{rrAB} \quad \dots (3.6)$$

$$Fuel_{destBC} = Fuel_{taxiBC} + Fuel_{clb destBC} + Fuel_{crz destBC} + Fuel_{desc destBC} + Fuel_{rrBC} \quad \dots (3.7)$$

$$Fuel_{altAB} = Fuel_{clb altAB} + Fuel_{crz altAB} + Fuel_{desc altAB} \quad \dots (3.8)$$

$$Fuel_{altBC} = Fuel_{clb altBC} + Fuel_{crz altBC} + Fuel_{desc altBC} \quad \dots (3.9)$$

$$fuel_{hold} = \frac{t_{hold}}{60} \times 2 \text{ fuel flow/eng} \quad \dots (3.10)$$

Keterangan:

FR_{minAB} Sejumlah bahan bakar yang terdiri dari *fuel destination*, *fuel to alternate* dan *fuel holding* (kg)

$Fuel_{destAB}$ Sejumlah bahan bakar dari bandara asal (A) menuju Bandara tujuan (B) terdiri dari *climbAB*, *cruiseAB*, *descentAB* dan *fuel route reserveAB* (kg)

$Fuel_{altAB}$ Sejumlah bahan bakar yang cukup untuk melakukan *fuel climb*, *cruise*, dan *descent to alternate* (kg)

$Fuel_{hold}$ Sejumlah bahan bakar yang digunakan untuk *holding* dengan minimum waktu 30 menit (kg)

$Fuel_{taxi}$ Sejumlah bahan bakar yang digunakan pesawat saat menuju dari *apron* ke ujung *runway* untuk melakukan *take off* (kg)

$Fuel_{rr}$ Sejumlah bahan bakar untuk melakukan deviasi rute ke bandara tujuan (kg)

Pada kenyataannya terdapat perbedaan tarif harga fuel per liter di masing masing bandar udara. Dengan mensimulasikan penerbangan multi leg dari bandar udara A ke bandar udara B dan selanjutnya penerbangan melanjutkan ke bandara C maka di temui kondisi dimana:

1. Tarif fuel bandar udara A lebih tinggi dari bandar udara B

Pada kondisi gambar diatas, harga fuel per liter di bandara A lebih besar dari bandara B sehingga pengisian bahan bakar di bandar udara A dibuat seminimum mungkin yaitu mendekati nilai minimum fuel required penerbangan dari Bandara A ke bandara B karena untuk menghindari pembelian fuel yang besar di bandara A.

2. Tarif fuel per liter di bandar udara A lebih rendah dari tarif fuel per liter di bandar udara B.

Pada kondisi gambar diatas terjadi harga fuel per liter di bandara A lebih rendah dibandingkan bandara B. Sehingga semaksimal mungkin terjadi pengisian bahan bakar di bandara A untuk terbang ke bandara B, dan pengisian bahan bakar di bandara B seminimum atau tidak sama sekali karena harga fuel yang tinggi.

Formula yang digunakan untuk penghitungan kebutuhan bahan bakar minimum dari bandara B ke bandara tujuan C adalah sebagai berikut:

$$FR_{minBC} = Fuel_{destBC} + Fuel_{altBC} + Fuel_{Hold} \quad \dots (3.11)$$

$$Fuel_{destBC} = Fuel_{clb destBC} + Fuel_{crz destBC} + Fuel_{desc destBC} + Fuel_{rrBC} \quad \dots (3.12)$$

$$Fuel_{altBC} = Fuel_{clb altBC} + Fuel_{crz altBC} + Fuel_{desc altBC} \quad \dots (3.13)$$

$$fuel_{hold} = \frac{t_{hold}}{60} \times 2 \text{ fuel flow/eng} \quad \dots (3.14)$$

Keterangan:

FR_{minAB} Sejumlah bahan bakar yang terdiri dari *fuel destination*, *fuel to alternate* dan *fuel holding* (kg)

$Fuel_{destBC}$	Sejumlah bahan bakar dari bandara (B) menuju Bandara tujuan (C) terdiri dari <i>fuel taxi</i> , <i>climb</i> , <i>cruise</i> , <i>descent</i> dan <i>fuel route reserve</i> (kg)
$Fuel_{altBC}$	Sejumlah bahan bakar yang cukup untuk melakukan <i>fuel climb</i> , <i>cruise</i> , dan <i>descent to alternate</i> (kg)
$Fuel_{holdBC}$	Sejumlah bahan bakar yang digunakan untuk <i>holding</i> dengan minimum waktu 30 menit (kg)
$Fuel_{taxiBC}$	Sejumlah bahan bakar yang digunakan pesawat saat menuju dari <i>apron</i> ke ujung <i>runway</i> untuk melakukan <i>take off</i> (kg)
$Fuel_{rrBC}$	Sejumlah bahan bakar untuk melakukan deviasi rute ke bandara tujuan (kg)

Formula *fuel tankering* dapat di aplikasikan dengan menggunakan rumus. Rumus ini di ambil dari penjabaran panduan buku milik Garuda Indonesia *Basic Opertaion Manual (fuel required)*, 2011 bawah ini:

$$f_{trip} = f_{trip1} + f_{trip2} + f_{trip3} \quad \dots (3.15)$$

$$F_{trip} = (Trip_{(A)} + F_{(taxi)}) + (FR_{(req)-(3)}) \quad \dots (3.16)$$

$$F_{tk} = (Trip_{(A)} + FH_{(A)} + F_{(taxi A)}) + (Trip_{(B)} + F_{(alt B)} + FH_{(B)} + F_{(taxi B)}) + (Trip_{(C)} + F_{(alt C)} + FH_{(C)} + F_{(taxi C)}) \quad \dots (3.17)$$

$$f_{hld} = f_{hldA} + f_{hldB} \quad \dots (3.18)$$

$$f_{taxi} = \frac{f_{taxi}}{60} \times f_{conmgrdtaxi} \quad \dots (3.19)$$

$$f_{alt} = f_{clm} + f_{cru} + f_{des} + f_{app} + f_{lan} \quad \dots (3.20)$$

Maka formula yang digunakan untuk menghitung jumlah kebutuhan fuel B737-800 NG rute Yogyakarta-Singapura-Jakarta dengan menggunakan metode *fuel tankering* adalah sebagai berikut:

$$Fuel_{Tankering} = FR_{min(BC)} + Fuel_{dest(AB)} + Fuel_{taxi} \quad \dots (3.21)$$

Keterangan:

F_{tk}	<i>Fuel Tankering</i> (kg)
FR_{req}	<i>Fuel required</i> (kg)
$Trip\ fuel$	Jumlah bahan bakar yang diperlukan dari tahap perencanaan terbang ke bandara tujuan (kg)
$Fuel_{taxi}$	Jumlah bahan bakar yang diperlukan saat <i>taxi</i> dari <i>apron</i> menuju <i>runway</i> (kg)
$F_{Holding}$	Jumlah bahan bakar yang diperlukan selama <i>holding</i> di udara (kg)
$Fuel_{Tankering}$	Sejumlah bahan bakar yang digunakan yang terdiri dari fuel required BC, fuel destination AB dan fuel taxi.
FR_{minBC}	Sejumlah bahan bakar yang terdiri dari fuel destination BC, fuel alternate BC dan fuel holding.
$Fuel_{destAB}$	Sejumlah bahan bakar yang terdiri dari fuel destination BC, fuel alternate BC dan fuel holding.
$Fuel_{taxi}$	Sejumlah bahan bakar yang digunakan pesawat saat menuju dari apron ke ujung runway.

Untuk menghitung jarak terbang dari stasiun bandara ke bandara tujuan sendiri memiliki penggunaan formula sebagai berikut:

$$Jarak_{antar\ chek\ point} = (Jarak\ Vertikal\ (2) + Jarak\ horizontal\ (2)) \times \left(\frac{1}{2}\right) \quad (3.22)$$

$$Jarak\ vertikal = selisih\ atitud \times 60.1079 \quad \dots (3.23)$$

$$Jarak\ horizontal = selisih\ longitudo \times 60.1079 \quad \dots (3.24)$$

3.3 Analisa Model

Pada sub bab ini peneliti akan menganalisa model *fuel tankering* yang di pakai sebagai model penelitian. Dengan berbagai analisis dan penghitungan meliputi:

- a. Analisis rute berupa arah terbang berupa *heading*, *track* dan *Aircraft wind effect*
- b. Analisis dan pemilihan ketinggian terbang
- c. Penghitungan *Brake Release Weight*
- d. Penghitungan kondisi penerbangan normal:
 - a. kebutuhan bahan bakar minimum yang harus tersisi ke dalam pesawat
 - b. kapasitas muat pesawat
- e. Penghitungan kondisi penerbangan *fuel tankering*:
 - a) kebutuhan bahan bakar minimum yang harus tersisi ke dalam pesawat
 - b) kapasitas muat pesawat
- f. Analisis komparasi flight dalam kondisi *normal preparation* dan *fuel tankering preparation*.

3.4 Perancangan Penelitian

- a. Kajian literature
- b. Penyusunan permasalahan
- c. Observasi penerbangan
- d. Pengambilan data primer dan sekunder
- e. Validasi data
- f. Analisis Rute terbang berupa arah jarak dan ketinggian terbang
- g. Analisis dan penghitungan *brake release weight*
- h. Penghitungan *takeoff*, *climb*, *cruise*, *descent*, dan *landing*
- i. Analisis pengaruh *fuel tankering* terhadap *fuel consumption rate*
- j. Analisis aplikasi pada riil muatan penerbangan.

3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan observasi dan penghitungan saat proses penelitian maupun setelah proses penelitian.

3.6 Analisis Data

Analisis data terdiri dari analisis data primer dan data sekunder.



BAB IV

PENGOLAHAN DATA

4.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 21 Agustus 2019 sampai dengan tanggal 30 September 2019 yang di lakukan secara paralel pada beberapa instansi yang terkait dengan penelitian ini. Berikut ini daftar yang menunjukkan kegiatan penelitian:

Tabel 4.1 Daftar Kegiatan Penelitian

DAFTAR KEGIATAN PENELITIAN

Periode Penelitian	Waktu Penelitian	Tempat penelitian	Kegiatan	Hasil Penelitian	Keterangan
I	1 sd 20 Agustus 2019	PT Angkasa Pura I JOG	Pengurusan Perijinan	Mendapatkan konfirmasi Persetujuan	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
		DPPU Pertamina	Pengurusan Perijinan	Mendapatkan konfirmasi Persetujuan	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
		Lanud Adisutjipto	Pengurusan Perijinan	Mendapatkan konfirmasi Persetujuan	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
		Dishub DIY	Pengurusan Perijinan	Mendapatkan konfirmasi Persetujuan	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
		Airnav Yogyakarta	Pengurusan Perijinan	Mendapatkan konfirmasi Persetujuan	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
		PT Gapura Angkasa	Pengurusan Perijinan	Mendapatkan konfirmasi Persetujuan	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
II	21 s/d 25 Agustus 2019	PT Gapura Angkasa	Penyebaran kuisioner	Perolehan kuisisioner	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
		DPPU Pertamina	Penyebaran kuisioner	Perolehan kuisisioner	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
III	25 s/d 27 Agustus 2019	Lanud Adisutjipto	observasi dan permintaan data ke Unit Meteo	Ijin untuk observasi di airside untuk pelaksanaan tanggal 1 sd 30 September	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
		Airnav Yogyakarta	Permintaan data dimensi ruang udara Adisutjipto dan Indonesia West	1. Data Ruang Udara 2. Dara Airways rute penerbangan sipil	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
IV	28 s/d 31 Agustus 2019	PT Angkasa Pura I JOG	Obssservasi permintaan data pelayanan terminal	Data pemuatan dan sistim pelayanan	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
		Dishub DIY	Observasi dan permintaan data regulasi penerbangan	Aerinautical Information Publication Dokumen regulasi penerbangan	Kegiatan paralel pada beberapa instansi
V	1 s/d 30 September	Met Office Lanud	Observasi cuaca	Data cuaca	Kegiatan paralel pada
		PT Garuda Angkasa JOG	Observasi pergerakan dan perolehan muatan penerbangan	Data muatan Penerbangan Garuda Indonesia	Kegiatan paralel pada beberapa instansi

Tabel tersebut menunjukkan waktu, tempat penelitian, jenis kegiatan, hasil penelitian yang dilakukan pada beberapa instansi, yaitu: (1) PT Angkasa Pura I JOG, (2) PT Gapura Angkasa Cabang Adisutjipto, (3) Depo Pengisian Bahan Bakar Pesawat Udara (DPPU) Pertamina Yogyakarta, (4) Airnav Yogyakarta, (5) Dinas Perhubungan DIY, dan (6) Pangkalan Lanud TNI-AU Adisutjipto Yogyakarta.

4.2 Perolehan Data

Dari penelitian yang dilakukan terhadap beberapa instansi diatas didapatkan data data sebagai berikut:

4.2.1 Data Primer

1. Angka isian tentang pendapatan dan proses pelaksanaan fuel tankering di instansi PT Garura Angkasa Yogyakarta dan PT Pertamina DPPU Yogyakarta. Data terlampir.
2. Data observasi cuaca perperiodik hari di bandar udara Adisutjipto dan Lanud Adisutjipto. Data terlampir.

4.2.2 Data Sekunder

1. Data muatan penumpang bagasi dan kargo yang di dapat dari Airlines oleh PT Angkasa Pura Yogyakarta. Airlines yang dimaksudkan adalah Garuda Indonesia Airways. Data terlampir
2. Data harga per liter fuel untuk masing masing masing DPPU di PT Pertamina. Data terlampir
3. Schedule (jadwal) penerbangan dari Unit Informasi Bandar Udara Yogyakarta
4. Flight planning dari Flight Dispatch Control Gapura Angkasa Yogyakarta.

5. Data Laporan cuaca per skala bulan September 2019
6. Flight Performance Manual B737-800NG
7. Jeppesen Enroute Chart
8. Jeppesen Approach Chart

Dari data yang didapatkan diketahui bahwa penerbangan pesawat Garuda Indonesia dari Yogyakarta tidak memiliki penerbangan secara langsung ke tujuan singapura, yang ada adalah penerbangan dari Yogyakarta transit ke Jakarta dan melanjutkan penerbangan ke Singapura. Data lain yang menjadi masukan penting dalam penelitian ini adalah bahwa harga fuel di Yogyakarta lebih tinggi dengan harga fuel di Jakarta, sehingga jika penerbangan di lakukan dengan rute Yogyakarta-Jakarta-Singapura maka kecil sekali pengisian bahan bakar lebih banyak karena mengingat harga fuel atau bahan bakar di Yogyakarta lebih mahal. Pengisian bahan bakar dengan metode fuel tankering hanya bisa di lakukan untuk rute Jakarta-Singapura-Jakarta. Sehingga dikatakan pengisian bahan bakar rute dari Yogyakarta-Jakarta-Singapura hanya di lakukan pengisian secara optimum di lakukan di bandara Cengkareng (Jakarta). Dalam penelitian ini di analisa membuat fuel tankering dengan rute Yogyakarta- Singapura-Jakarta dan rute alternative setiap bandara.

4.3 Penentuan Rute Terbang

Penentuan rute terbang terdiri dari beberapa aspek maupun data sekunder sebagai contoh menggunakan data *Jeppesen*. Sehingga di dapat total *distance* dengan rute penelitian dari data tersebut. Dimana untuk menganalisa jarak terbang menggunakan formula sebagai berikut:

4.3.1 Rute Yogyakarta – Singapura dengan Bandara Alternative Pekanbaru

Berdasarkan rute penerbangan dari *Jeppesen Enroute Chart* dari data sekunder sehingga dapat di analisis sesuai rute yang didapatkan diketahui penerbangan dari Yogyakarta (JOG) – Singapura (SIN) dengan bandara alternative Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru (PKU) maka di dapat total jarak seperti terlihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.2 Tabel Total Distance Rute Yogyakarta – Singapura

FLIGHT ROUTE ADISUTJIPTO (JOG) YOGYAKARTA - CHANGI (SIN) SINGAPORE										
No	ROUTE						Air Ways	Track deg M	Distance NM	Remarks
	1	Adisutjipto Airport		112.8 VOR JOG						
	S 7	47.2 E 110 25.9	-	S 7	48 E 110 18.6					
2	112.8 VOR JOG		GEPAK				W17	276.5	7	Instrument Flight Route Chart
	S 7	48 E 110 18.6	-	S 7	46 E 110 1					
3	GEPAK		114.9 VOR CLP				W17	277.0	59	Instrument Flight Route Chart
	S 7	46 E 110 1	-	S 7	38.7 E 109 2.1					
4	114.9 VOR CLP		CA				W17S	333.0	63	Instrument Flight Route Chart
	S 7	38.7 E 109 2.1	-	S 6	41.9 E 108 33.6					
5	CA		116.4 IMU				W17S	330.8	27	Instrument Flight Route Chart
	S 6	41.9 E 108 33.6	-	S 6	18.3 E 108 20.34					
6	116.4 IMU		KIMON				W13	359.7	39	Instrument Flight Route Chart
	S 6	18.3 E 108 20.34	-	S 6	57.3 E 107 80.16					
7	KIMON		114.6 DKI				W13	307.2	98	Instrument Flight Route Chart
	S 6	57.3 E 107 80.16	-	S 5	57.7 E 107 2.1313					
8	114.6 DKI		TULIP				G462	290.8	90	Instrument Flight Route Chart
	S 5	57.7 E 107 2.1313	-	S 5	25.4 E 105 37.79					
9	TULIP		115.0 TKG				G462	290.3	28	Instrument Flight Route Chart
	S 5	25.4 E 105 37.79	-	S 5	15.6 E 105 11.481					
10	115.0 TKG		TERKA				W21	347.0	63	Instrument Flight Route Chart
	S 5	15.6 E 105 11.481	-	S 4	14 E 104 57.619					
11	TERKA		115.5 PLB				W21	347.0	83	Instrument Flight Route Chart
	S 4	14 E 105 57	-	S 2	52.7 E 104 39.2					
12	115.5 PLB		PARDI				G579	349.0	141	Instrument Flight Route Chart
	S 2	52.7 E 104 39.2	-	S 0	34 E 104 13					
13	PARDI		REPOV				G579	330.4	20	Remes Six Bravo (Remes 6B) Arrival
	S 0	34 E 104 13	-	N 0	16.4 E 104 3					
14	REPOV		REMES				SID	348.8	27	Remes Six Bravo (Remes 6B) Arrival
	N 0	16.4 E 104 3	-	N 0	43.7 E 103 57.6					
15	REMES		116.0 BTM				SID	246.9	26	Remes Six Bravo (Remes 6B) Arrival
	N 0	43.7 E 103 57.6	-	N 1	8.2 E 104 8					
16	116.0 BTM		DOVAN				SID	247.1	12	Remes Six Bravo (Remes 6B) Arrival
	N 1	8.2 E 104 8	-	N 1	31.4 E 104 12.8					
17	DOVAN		BIPOP				SID	348.0	12	Remes Six Bravo (Remes 6B) Arrival
	N 1	19.6 E 104 12.8	-	N 1	31.4 E 104 10.3					
18	BIPOP		NYLON				SID	325.0	6	Remes Six Bravo (Remes 6B) Arrival
	N 1	31.4 E 104 10.3	-	N 1	37 E 104 6.4					
19	NYLON		116.5 VTK				SID	337.1	13	Remes Six Bravo (Remes 6B) Arrival
	N 1	37 E 104 6.4	-	N 1	24.9 E 104 1.3					
20	116.5 VTK		Changi Airport				STAR	ENT	3	IPS ILS DME RWY 20
	N 1	24.9 E 104 1.3	-	N 1	21.3 E 103 54.2					
Total Distance								755		

4.3.2 Rute Singapura-Jakarta dengan Bandara Alternative Surabaya

Dengan menggunakan *Jeppesen Enroute Chart* yang telah di analisis sesuai rute yang digunakan maka hasil total jarak yang didapatkan untuk rute penerbangan dari Singapura (SIN) – Jakarta (CGK) dengan bandara alternatifnya dapat dilihat seperti tabel dibawah ini:

Tabel 4.3 Total Distance Rute Singapore – Jakarta

FLIGHT ROUTE CHANGI (SIN) SINGAPORE - SOEKARNO HATTA (CGK) JAKARTA

No	ROUTE						Air Ways	Track deg M	Distance NM	Remarks
1	116.5 VTK			TOKIM			SID	EXT	5	ANITO FIVE ALPHA ANI 5A
	N	1	24.9 E 104 1.3	N	1	29.9 E 104 2.5				
2	TOKIM			DOKTA			SID	152.3	9	ANITO FIVE ALPHA ANI 5A
	N	1	29.9 E 104 2.5	N	1	26.1 E 104 10.7				
3	DOKTA			DOBLU			SID	96.7	22	ANITO FIVE ALPHA ANI 5A
	N	1	26.1 E 104 10.7	N	1	3.8 E 104 13.3				
4	DOBLU			DOSNO			SID	93.3	16	ANITO FIVE ALPHA ANI 5A
	N	1	3.8 E 104 13.3	S	0	48 E 104 14.2				
5	DOSNO			ANITO			SID	140.7	48	ANITO FIVE ALPHA ANI 5A
	S	0	48 E 104 14.2	S	0	17 E 104 52				
6	ANITO			128.6 PKP			B470	124.2	135	Instrument Flight Route Chart
	S	0	17 E 104 52	S	2	9.4 E 106 8.4				
7	128.6 PKP			LEPAR			W26	99.7	39	Instrument Flight Route Chart
	S	2	9.4 E 106 8.4	S	2	48.1 E 106 15.02				
8	LEPAR			BOSLO			W26	99.7	89	Instrument Flight Route Chart
	S	2	48.1 E 106 15	S	3	37 E 105 31				
9	BOSLO			BUNIK			W26	100.6	75	Instrument Flight Route Chart
	S	3	37.6 E 105 31.3	S	4	51.7 E 106 37.4				
10	BUNIK			DKI 44			W26	119.1	27	Instrument Flight Route Chart
	S	4	51.7 E 106 37.4	S	5	15.5 E 106 50.6				
11	DKI 44			NOKTA			W26	105.2	14	ILS RWY 25 R
	S	5	15.5 E 106 50.6	S	5	28.4 E 106 54.1				
12	NOKTA			114.6 DKI			SID	110.5	30	ILS RWY 25 R
	S	5	28.4 E 106 54.1	S	5	57.7 E 107 2.1				
13	114.6 DKI			113.6 CGK			SID	ENT	5	ILS RWY 25 R
	S	5	57.7 E 107 2.1	S	6	7 E 106 39.7				
							Total Distance	500		

4.4 Tabel Total Distance Rute Alternative Singapore – Pekanbaru

FLIGHT ROUTE ALTERNATIVE CHANGI (SIN) SINGAPORE - SULTAN SYARIF KASIM II (PKU) PEKANBARU

No	ROUTE						Air Ways	Track deg M	Distance NM	Remarks
21	116.5 VTK			SUNVA			SID	EXT	8	BOG IV Departure
	N 1	24.9	E 104	1.3	N 1	17.9				
22	SUNVA			SUSIN			SID	262.6	5	BOG IV Departure
	N 1	17.9	E 103	57.4	N 1	12.5				
23	SUSIN			DUNAL			SID	360/000	11	BOG IV Departure
	N 1	12.5	E 103	58.1	N 1	1.6				
24	DUNAL			BOBAG			SID	312.0	28	BOG IV Departure
	N 1	1.6	E 103	58.1	N 1	2.5				
25	BOBAG			ASUNA			R469	271.7	20	Instrument Flight Route Chart
	N 1	2.5	E 103	29.9	N 0	59.8				
26	ASUNA			TAROS			R469	288	56	Instrument Flight Route Chart
	N 0	59.8	E 103	9.9	N 0	42				
27	TAROS			112.1 PKU			R469	278	52	Instrument Flight Route Chart
	N 0	42	E 102	16.2	N 0	25.4				
28	112.1 PKU			SULTAN S Airport			STAR	ENT	2	VOR DME RWY 36
	N 0	25.4	E 101	26.5	N 0	27.8				
Total Distance								182		

Tabel 4.5 Total Distance Rute Alternative Jakarta - Surabaya

FLIGHT ROUTE ALTERNATIVE SOEKARNO HATTA (CGK) JAKARTA - JUANDA (SUB) SURABAYA

No	ROUTE						Air Ways	Track deg M	Distance NM	Remarks
14	114.6 DKI			324 GL			SID	EXT	29	HALIM ONE JULIET DEPARTURE
	S 5	57.7	E 107	2.1	S 6	8.8				
15	324 GL			113.3 HLM			SID	201.8	20	HALIM ONE JULIET DEPARTURE
	S 6	8.8	E 106	34.5	S 1	29.6				
16	113.3 HLM			PW			SID	207.5	38	HALIM ONE JULIET DEPARTURE
	S 1	29.6	E 104	3.3	S 6	34				
17	PW			KASAL			W17	177.7	29	Instrument Flight Route Chart
	S 6	34	E 107	27	S 6	32.6				
18	KASAL			CA			W45	166.5	38	Instrument Flight Route Chart
	S 6	32.6	E 107	56.4	S 6	41.9				
19	CA			PIALA			W45	170.9	35	Instrument Flight Route Chart
	S 6	41.9	E 108	33.6	S 6	47.4				
20	PIALA			115.2 ANY			W45	172.0	45	Instrument Flight Route Chart
	S 6	47.4	E 109	8.21	S 6	58.5				
21	115.2 ANY			BA			W45	179	62	Instrument Flight Route Chart
	S 6	58.5	E 110	22.8	S 6	59.6				
22	BA			D30 SBR			W45	165	54	STAR RWY 10 ARRIVAL BLORA 1 A
	S 6	59.6	E 111	25.1	S 7	14.1				
23	D30 SBR			NIMAS			W45	159	12	STAR RWY 10 ARRIVAL BLORA 1 A
	S 7	14.1	E 112	17.3	S 7	20.1				
24	NIMAS			113.1 SBR			STAR	ENT	13	ILS RWY 10
	S 7	20.1	E 112	32.4	S 7	22.4				
Total Distance								375		

4.4 Analisis isian muat penerbangan Yogyakarta - Singapura

Dari data AMC sheet yang diolah menjadi data informasi tentang tingkat muatan penerbangan yang ada di Bandara Adisutjipto Yogyakarta dengan tujuan Bandara Changi Singapura sebagai contoh penerbangan Airasia.

Dari data lampiran dapat disimpulkan nilai rata-rata tingkat isian seperti terlihat pada table dibawah ini:

4.6 Tabel nilai rata-rata *Seat Factor* dan *Load Factor* data AMC sheet Bandara Yogyakarta

Tanggal	JAM 05.00-10.59		Tanggal	JAM 11.00-14.59		Tanggal	JAM 15.00-22.00	
	SF	LF		SF	LF		SF	LF
1	91	86	1	94	84	1	93	83
2	91	84	2	90	80	2	90	81
3	90	80	3	89	79	3	91	86
4	90	87	4	90	82	4	90	87
5	90	87	5	90	82	5	89	85
6	91	99	6	90	81	6	89	88
7	90	86	7	90	82	7	91	87
8	91	85	8	90	82	8	90	84
9	92	88	9	93	82	9	92	85
10	91	81	10	93	83	10	93	88
11	93	88	11	94	87	11	92	84
12	90	80	12	91	82	12	90	86
13	91	88	13	91	82	13	90	86
14	90	87	14	93	85	14	91	85
15	91	87	15	92	81	15	92	85
16	112	103	16	91	80	16	91	92
17	91	81	17	91	83	17	90	86
18	91	87	18	90	80	18	89	85
19	91	87	19	90	81	19	90	97
20	90	87	20	92	81	20	90	85
21	91	84	21	90	81	21	90	84
22	90	85	22	89	79	22	91	85
23	92	85	23	92	82	23	92	83
24	90	81	24	91	81	24	90	85
25	90	86	25	89	79	25	90	88
26	90	87	26	90	82	26	90	87
27	91	90	27	90	81	27	89	84
28	92	88	28	90	81	28	90	86
29	90	86	29	90	79	29	91	83
30	92	85	30	91	81	30	91	83
31	90	86	31	89	80	31	91	97
Rata-Rata	91.452	86.48387	Rata-Rata	90.80645	81.45161	Rata-Rata	90.58065	86.12903

Diketahui dari table diatas bahwa:

- a. Untuk penerbangan jam 05.00 sd jam 10.59 tingkat isian:
Seat Factor = 91.45 %
Load Factor = 86.48 %
- b. Untuk penerbangan jam 11.00 sd jam 14.59 tingkat isian:
Seat Factor = 90.86 %
Load Factor = 81.45%
- c. Untuk penerbangan jam 15.00 sd jam 22.00 tingkat isian:
Seat Factor = 90.58 %
Load Factor = 86.12 %

4.5 Penghitungan Perencanaan Terbang

Sehubungan dengan tidak terdapatnya penerbangan GIA yang melayani rute Yogyakarta Singapura maka juga tidak didapatkan data eksisting jumlah muatan dan actual berat pesawat saat takeoff di bandar udara Adisutjipto. Namun telah diketahui dari data sebelumnya bahwa jumlah penumpang dan muatan lainnya dari penerbangan lain yaitu Airasia dapat diketahui besarnya pasar untuk rute tersebut. Sehingga acuan penghitungan perencanaan terbang (*Flight Planning*) dilakukan dengan mengasumsikan bahwa pesawat takeoff dengan berat maksimum. Berat maksimum saat pesawat take off diketahui sebagai *Maximum Takeoff Weight*. Berdasarkan FPPM B737-800 NG didapatkan nilai *Maximum Takeoff Weight* pesawat jenis tersebut adalah nilai terkecil dari *Maximum Takeoff Weight* pesawat yang dibatasi oleh: (a) *Field Length*, (b) *Climb performance*, (c) *Obstacle*, (d) *Tire speed*.

4.5.1 Menentukan *Maximum Takeoff Weight* Bandara Yogyakarta (JOG) dan Singapura (SIN)

- A. *Restricted Takeoff Weight (RTOW)* Yogyakarta

Dry Runway Flaps 1 dan Flaps 5 Periode waktu DAY dan AFTERNOON (Adisutjipto - Yogyakarta). Berdasarkan FPPM 737-800/CFM56-7B26 tentang *Flight Performance Takeoff and Landing (Takeoff alternate rating)*. Data yang diperlukan untuk melakukan analisis ini adalah: (a) *Runway Azimuth*, (b) *Air Pressure Altitude (feet)*, (c) *Runway Length*, (d) *Runway Slope*, (e) *Obstacle Height*, (f) *Obstacle Distance*, (g) *Everage Temperature (C)*, dan (h) *Everage Wind (Knot)*.

Tabel 4.7 *Restricted Takeoff Weight (RTOW) Limited by Field Length, Climb Limit, Obstacle Limit and Tire Speed Yogyakarta.*

Time Periode	Everage Temp deg (C)	Everage Wind Knot	Flaps	Restrctited Takeoff Weight (kg) Limited by				
				Field Length (a)	Climb limit (b)	Obstacle limit (c)	Tire Speed Limit (d)	Lowest of (a) (b) (c) (d)
Day	29°C	12	1	72000	83600	59000	>88000	59000
			5	75000	81000	60000	>88000	
Afternoon	28°C	11	1	72000	83600	59000	>88000	59000
			5	75000	81000	60000	>88000	

Dengan menggunakan Grafik FFPM Flaps 1 dan Flaps 5 Dry Runway. Sehingga didapatkan nilai RTOW yang dibatasi oleh *field length*, *climb limit*, *obstacle limit* dan *tire speed limit* baik di siang hari maupun sore hari dapat dilihat pada table diatas dan hasil penentuan nilai RTOW dapat dilihat pada lampiran.

B. *Restricted Takeoff Weight (RTOW) Singapura*

Dry Runway Flaps 1 dan Flaps 5 Periode waktu DAY dan AFTERNOON (Adisutjipto - Yogyakarta). Berdasarkan FPPM 737-800/CFM56-7B26 tentang *Flight Performance Takeoff and Landing (Takeoff alternate rating)*. Data yang diperlukan untuk melakukan analisis ini adalah: (a) *Runway Azimuth*, (b) *Air Pressure Altitude (Feet)*, (c) *Runway Length*, (d)

Runway Slope, (e) Obstacle Height, (f) Obstacle Distance, (g) Everage Temperature (C), dan (h) Everage Wind (Knot).

Tabel 4.8 *Restricted Takeoff Weight (RTOW) Limited by Field Length, Climb Limit, Obstacle Limit and Tire Speed Singapura*

Time Periode	Everage Temp deg (C)	Everage Wind Knot	Flaps	Restrcited Takeoff Weight (kg) Limited by				
				Field Length (a)	Climb limit (b)	Obstacle limit (c)	Tire Speed Limit (d)	Lowest of (a) (b) (c) (d)
Day	28°C	11	1	>88000	84000	No Correction	>88000	81000
			5	>88000	81000	No Correction	>88000	
Afternoon	27°C	12	1	>88000	84000	No Correction	>88000	81000
			5	>88000	81000	No Correction	>88000	

Dengan menggunakan Grafik FFPM Flaps 1 dan Flaps 5 Dry Runway. Sehingga didapatkan nilai RTOW yang dibatasi oleh *field length*, *climb limit*, *obstacle limit* dan *tire speed limit* baik di siang hari maupun sore hari dapat dilihat pada table dan hasil penentuan nilai RTOW dapat dilihat pada lampiran.

4.5.2 Penghitungan terbang

A. Periode Terbang Rute Yogyakarta – Singapura alt Pekanbaru

Penghitungan ini berdasarkan pada rata-rata suhu udara siang dan sore hari di Yogyakarta antara 28 sampai dengan 29°C sehingga menggunakan table (ISA + 15) dan didasarkan juga pada analisis pergerakan pesawat dengan menggunakan *Flight Radar* bahwa ketinggian terbang pada rute JOG-SIN adalah 32000 feet. Penghitungan terbang ini dengan Break Release Weight (BRW) 59000 kg Flaps 5

a. Climb RTOW 59000 kg

Dengan menggunakan metode tabel FPPM B737-800 NG dengan suhu udara 29°C (ISA+15) dan dengan ketinggian terbang (*Flight level*) 32.000 feet. Sehingga didapatkan nilai-nilai sebagai berikut:

Dari hasil analisis didapatkan nilai Interpolasi hasil nilai *time climb*, *fuel climb*, *distance climb* dan *speed climb* dengan formula sebagai berikut:

Everage Temp (C) : 29 °C

Time Periode : Day

Referensi batas bawah data : 55000 kg

Referensi Batas atas data : 60000 kg

RTOW : 59000 kg

$$t_{clb} = 14 + \left(\frac{59000 - 55000}{60000 - 55000} \times (15 - 14) \right)$$

$t_{clb} = 14.8$ menit

$$f_{clb} = 1250 + \left(\frac{59000 - 55000}{60000 - 55000} \times (1400 - 1250) \right)$$

$f_{clb} = 1370$ kg

$$d_{clb} = 78 + \left(\frac{59000 - 55000}{60000 - 55000} \times (88 - 78) \right)$$

$d_{clb} = 78.8$ NM

$$spd_{clb} = 388 + \left(\frac{59000 - 55000}{60000 - 55000} \times (389 - 388) \right)$$

$spd_{clb} = 388.8$ kg/NM

b. Cruise ketinggian 32000 feet

Berat pesawat saat diposisi puncak ketinggian jelajah atau *Top of Climb (TOC)* adalah

$$\begin{aligned} \text{Aircraft Weight in TOC} &= \text{BRW} - \text{fuel climb} \\ &= 59000 - 1370 \end{aligned}$$

$$= 57630 \text{ kg}$$

Dengan menggunakan metode tabel FPPM B737-800 NG ketinggian terbang (*Flight level*) 32000 feet di dapatkan data sebagai berikut:

Fuel flow dengan nilai interpolasi:

$$f_{flow} = 1248 + \left(\frac{59000 - 55000}{60000 - 55000} \times (1282 - 1248) \right)$$

$$f_{flow} = 1275.2 \text{ kg / engine / hour}$$

$$\text{Fuel flow} = 1275.2 \text{ kg / engine / hour}$$

Or

$$\text{Fuel Flow both of engine} = 2 \times 1275.2 \text{ kg}$$

$$= 2550.4 \text{ kg/ hour}$$

$$\text{Aircraft speed on cruise} = 462 \text{ knot}$$

Dengan melihat *table descent* pada lampiran dengan berat pesawat antara 50000 dan 60000 kg didapatkan data *distance descent* hasil interpolasi (pada lampiran)

Jarak total JOG ke SIN adalah 755 NM

Jarak atau *distance cruise* didapatkan dengan cara

$$\text{Dist Cruise} = \text{Dist Total} - (\text{Dist Climb} + \text{Dist Desc})$$

$$d_{dsnt1} = 93 + \left(\frac{59000 - 50000}{60000 - 50000} \times (98 - 93) \right)$$

$$d_{dsnt1} = 97 \text{ NM}$$

$$d_{dsnt2} = 103 + \left(\frac{59000 - 50000}{60000 - 50000} \times (109 - 103) \right)$$

$$d_{dsnt2} = 107.8 \text{ NM}$$

$$disc_{dsnt} = 97 + \left(\frac{59000 - 50000}{60000 - 50000} \times (107.8 - 97) \right)$$

$$disc_{dsnt} = 105.64 \text{ NM}$$

$$\text{Dist cruise} = 755 - (78.8 + 105.64)$$

$$= 570.56 \text{ NM}$$

Dengan menggunakan formula:

$$t_{crz} = \frac{Dist_{crz}}{Speed_{crz}} \times 60$$

$$t_{crz} = \frac{570.56}{462} \times 60 = 74.09 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } fuel_{cruise} &= (74.09/60) \times 2550.4 \text{ kg} \\ &= 3136.99 \text{ kg} \end{aligned}$$

c. Descent dari ketinggian 32000 feet

Berat pesawat saat memulai *descent* (*Top of Descent*) adalah sebesar

$$\begin{aligned} TOD \text{ Weight} &= TOC \text{ weight} - fuel_{cruise} \\ &= 57630 - 3136.99 \\ &= 54493.01 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan *table descent* didapatkan nilai *time descent* dan *fuel descent* dengan interpolasi

$$t_{dsnt} = 22 + \left(\frac{32000 - 31000}{33000 - 31000} \times (23 - 22) \right)$$

$$t_{dsnt} = 22.5 \text{ menit}$$

$$f_{dsnt} = 310 + \left(\frac{32000 - 31000}{33000 - 31000} \times (320 - 310) \right)$$

$$f_{dsnt} = 315 \text{ kg}$$

d. Climb to alternate Pekanbaru ketinggian 26000 feet

Berat pesawat saat *climb to alternate*:

$$\begin{aligned} Aircraft \text{ Weight to alt} &= TOD \text{ weight} - Fuel_{descent} \\ &= 54493.01 - 315 \text{ kg} \\ &= 54178.01 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan metode tabel FPPM B737-800 NG (ISA+15) dan dengan ketinggian terbang (*Flight level*) 26000 feet. Sehingga didapatkan nilai-nilai sebagai berikut:

Dari hasil analisis di dapatkan nilai Interpolasi hasil nilai *time climb*, *fuel climb*, *distance climb* dan *speed climb* dengan formula sebagai berikut:

Referensi batas bawah data : 55000 kg

Referensi Batas atas data : 60000 kg

RTOW : 59000 kg

$$t_{clbalt} = 10 + \left(\frac{59000 - 55000}{60000 - 55000} \times (11 - 10) \right)$$

$$t_{clbalt} = 10.8 \text{ menit}$$

$$f_{clbalt} = 950 + \left(\frac{59000 - 55000}{60000 - 55000} \times (1100 - 950) \right)$$

$$f_{clbalt} = 1070 \text{ kg}$$

$$d_{clbalt} = 49 + \left(\frac{59000 - 55000}{60000 - 55000} \times (55 - 49) \right)$$

$$d_{clbalt} = 49.8 \text{ NM}$$

$$spd_{clbalt} = 360 + \left(\frac{59000 - 55000}{60000 - 55000} \times (361 - 360) \right)$$

$$spd_{clbalt} = 364.8 \text{ kg/NM}$$

e. Cruise to alternate ketinggian 26000 feet

Berat pesawat saat diposisi puncak ketinggian jelajah atau *Top of Climb (TOC)* adalah

$$\begin{aligned} \text{Aircraft weight in TOC} &= \text{BRW} - \text{fuel climb (alt)} \\ &= 59000 - 1070 \\ &= 57930 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan metode tabel FPPM B737-800 NG ketinggian terbang (*Flight level*) 26000 feet seperti pada didapatkan data *Fuel flow* dengan nilai interpolasi sebagai berikut:

$$f_{flow} = 1531 + \left(\frac{59000 - 55000}{60000 - 55000} \times (1550 - 1531) \right)$$

$$f_{flow} = 1546.2 \text{ kg / engine / hour}$$

$$\text{Fuel flow} = 1546.2 \text{ kg / engine / hour}$$

Or

$$\begin{aligned} \text{Fuel Flow both of engine} &= 2 \times 1546.2 \\ &= 3092.4 \text{ kg/ hour} \end{aligned}$$

$$\text{Aircraft speed on cruise} = 474 \text{ knot}$$

Dengan melihat *table descent* dengan berat pesawat antara 50000 dan 60000 kg didapatkan data *distance descent* hasil interpolasi sebesar

Jarak total ke SIN-PKU adalah 182 NM

Jarak atau *Dist cruise* didapatkan dengan cara

$$\text{Dist cruise} = \text{Dist total} - (\text{Dist climb} + \text{Dist Descent})$$

$$d_{dsnt1} = 76 + \left(\frac{26000 - 25000}{27000 - 25000} \times (82 - 76) \right)$$

$$d_{dsnt1} = 79 \text{ NM}$$

$$d_{dsnt2} = 84 + \left(\frac{26000 - 25000}{27000 - 25000} \times (90 - 84) \right)$$

$$d_{dsnt2} = 87 \text{ NM}$$

$$disc_{dsnt} = 79 + \left(\frac{26000 - 25000}{27000 - 25000} \times (87 - 79) \right)$$

$$disc_{dsnt} = 83 \text{ NM}$$

$$\begin{aligned} \text{Dist cruise} &= 182 - (49.8 + 83) \\ &= 49.2 \text{ NM} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan formula:

$$t_{crz} = \frac{\text{Dist}_{crz}}{\text{Speed}_{crz}} \times 60$$

$$t_{crz} = \frac{49.2}{474} \times 60 = 6.22 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka fuel cruise} &= (6.22/60) \times 3092.4 \text{ kg} \\ &= 309.24 \text{ kg} \end{aligned}$$

f. Descent dari ketinggian 26000 feet

Berat pesawat saat memulai *descent* (*Top of Descent*) adalah sebesar

$$\begin{aligned} \text{TOD weight} &= \text{TOC weight} - \text{fuel cruise} \\ &= 57930 - 309.24 \text{ kg} \\ &= 57620.76 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan *table descent* pada gambar 4.5.2.6 yang terlampir pada lampiran didapatkan nilai

$$t_{dsnt} = 19 + \left(\frac{26000 - 25000}{27000 - 25000} \times (20 - 19) \right)$$

$$t_{dsnt} = 19.5 \text{ menit}$$

$$f_{dsnt} = 290 + \left(\frac{26000 - 25000}{27000 - 25000} \times (300 - 290) \right)$$

$$f_{dsnt} = 295 \text{ kg}$$

g. Holding

Dengan diketahui berat pesawat saat pada posisi *Top of Descent* (*aircraft weight in TOD*) sebesar 57620.76 kg dan keputusan ketinggian terbang saat *holding* ditetapkan 4500 feet maka didapatkan nilai *fuel flow/engine*.

1) Dengan menggunakan data-data referensi untuk ketinggian *holding* 5000 feet didapatkan data sebagai berikut:

Referensi batas bawah data : 50000 kg

Nilai batas bawah *fuel flow/engine* : 950 kg/eng/hr

Referensi batas atas data : 55000 kg

Nilai batas atas *fuel flow/engine* : 1030 kg/eng/hr

Aircraft weight in TOD : 57620.76 kg

Maka penghitungan interpolasi untuk nilai *Fuel flow/eng/hr* (FF/eng/hr):

$$\text{FF/eng/hr} = 950 + \left(\frac{57620.76 - 50000}{55000 - 50000} \times (1030 - 950) \right)$$

$$FF/eng/hr = 950 + \left(\frac{7620.76}{5000} \times 80 \right)$$

$$FF/eng/hr = 950 + 121.93$$

$$FF/eng/hr = 1071.93 \text{ kg}$$

- 2) Dengan menggunakan data-data referensi untuk ketinggian holding 1500 feet didapatkan data sebagai berikut:

Referensi batas bawah data : 50000 kg

Nilai batas bawah *fuel flow/engine* : 970 kg/eng/hr

Referensi batas atas data : 55000 kg

Nilai batas atas *fuel flow/engine* : 1050 kg/eng/hr

Aircraft weight in TOD : 57620.76 kg

Maka penghitungan interpolasi untuk nilai *Fuel flow/eng/hr* (FF/eng/hr):

Nilai *Fuel flow/eng/hr* (FF/eng/hr):

$$FF/eng/hr = 970 + \left(\frac{57620.76 - 50000}{55000 - 50000} \times (1050 - 970) \right)$$

$$FF/eng/hr = 970 + \left(\frac{7620.76}{5000} \times 80 \right)$$

$$FF/eng/hr = 970 + 121.93$$

$$FF/eng/hr = 1091.93 \text{ kg}$$

- 3) Dengan ditetapkan ketinggian saat holding 4500 feet maka didapatkan *fuel flow/engine*. Data-data referensi untuk ketinggian holding didapatkan data sebagai berikut:

Referensi batas bawah data : 1500 feet

Nilai batas bawah *fuel flow/engine* : 1091.93 kg/eng/hr

Referensi batas atas data : 5000 kg

Nilai batas atas *fuel flow/engine* : 1071.93 kg/eng/hr

Air pressure : 4500 feet

Maka penghitungan interpolasi untuk nilai ketinggian *Fuel flow/eng/hr* (FF/eng/hr):

$$FF/\text{eng/hr} = 1071.93 + \left(\frac{4500 - 1500}{5000 - 1500} \times (1091.93 - 1071.93) \right)$$

$$FF/\text{eng/hr} = 1071.93 + \left(\frac{3000}{3500} \times 20 \right)$$

$$FF/\text{eng/hr} = 1071.93 + 17.14$$

$$FF/\text{eng/hr} = 1089.07 \text{ kg}$$

$$\text{Fuel flow} = 1089.07 \text{ kg / engine}$$

Or

$$\begin{aligned} \text{Fuel Flow both of engine} &= 2 \times 1089.07 \\ &= 2178.14 \text{ kg} \end{aligned}$$

B. Periode Terbang Rute Singapura – Jakarta alt Surabaya

Penghitungan ini berdasarkan pada rata-rata suhu udara siang dan sore hari di Yogyakarta antara 27 sampai dengan 28°C (ISA + 15) dan didasarkan juga pada analisis pergerakan pesawat dengan menggunakan *Flight Radar* bahwa ketinggian terbang pada rute JOG-SIN adalah 32000 feet. Penghitungan terbang ini dengan Break Release Weight (BRW) 81000 kg Flaps 5, Dengan menggunakan *Weight and Balance Control and Loading Manual* karena melebihi kapasitas Boieng 737 800 NG sehingga didapatkan nilai RTOW 73708 kg.

a. Climb RTOW 73708 kg

Dengan menggunakan *Weight and Balance Control and Loading Manual* didapatkan RTOW yakni 73708 kg dengan suhu udara 28°C (ISA+15) dan dengan ketinggian terbang (*Flight level*) 32.000 feet. Sehingga didapatkan nilai-nilai sebagai berikut:

Dari hasil analisis didapatkan nilai Interpolasi hasil nilai *time climb*, *fuel climb*, *distance climb* dan *speed climb* dengan formula sebagai berikut:

Everage Temp (C) : 28°C

Time Periode : Day
 Referensi batas bawah data : 70000 kg
 Referensi batas atas data : 75000 kg
 RTOW : 73708 kg

$$t_{clb} = 19 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (22 - 19) \right)$$

$$t_{clb} = 21.22 \text{ menit}$$

$$f_{clb} = 1750 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (1900 - 1750) \right)$$

$$f_{clb} = 1861 \text{ kg}$$

$$d_{clb} = 112 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (127 - 112) \right)$$

$$d_{clb} = 123.1 \text{ NM}$$

$$spd_{clb} = 391 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (393 - 391) \right)$$

$$spd_{clb} = 392.48 \text{ kg/NM}$$

b. Cruise ketinggian 32000 feet

Berat pesawat saat diposisi puncak ketinggian jelajah atau *Top of Climb (TOC)* adalah

$$\begin{aligned} \text{Aircraft weight in TOC} &= \text{BRW} - \text{fuel climb} \\ &= 73708 - 1861 \\ &= 71847 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan metode tabel FPPM B737-800 NG ketinggian terbang (*Flight level*) 32000 feet didapatkan data sebagai berikut:

Fuel flow dengan nilai interpolasi

$$f_{flow} = 1373 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (1429 - 1373) \right)$$

$$f_{flow} = 1414.44 \text{ kg / engine / hour}$$

$$\text{Fuel flow} = 1414.44 \text{ kg / engine / hour}$$

Or

$$\begin{aligned} \text{Fuel flow both of engine} &= 2 \times 1414.44 \\ &= 2828.88 \text{ kg/ hour} \end{aligned}$$

$$\text{Aircraft speed on cruise} = 462 \text{ knot}$$

Dengan melihat *table descent* dengan berat pesawat antara 75000 dan 70000 kg didapatkan data *distance descent* hasil interpolasi (pada lampiran)

Jarak total ke SIN-CGK adalah 500 NM

Jarak atau *distance cruise* didapatkan dengan cara

$$\text{Dist cruise} = \text{Dist total} - (\text{Dist climb} + \text{Dist Descent})$$

$$d_{dsnt} = 110 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (116 - 110) \right)$$

$$d_{dsnt} = 114.44 \text{ NM}$$

$$\begin{aligned} \text{Dist cruise} &= 500 - (123.1 + 114.44) \\ &= 262.46 \text{ NM} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan formula:

$$t_{crz} = \frac{\text{Dist}_{crz}}{\text{Speed}_{crz}} \times 60$$

$$t_{crz} = \frac{262.46}{462} \times 60 = 34.08 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka fuel cruise} &= (34.08/60) \times 2828.88 \text{ kg} \\ &= 1606.80 \text{ kg} \end{aligned}$$

c. Descent dari ketinggian 32000 feet

Berat pesawat saat memulai *descent* (*Top of Descent*) adalah sebesar

$$\begin{aligned} \text{TOD weight} &= \text{TOC weight} - \text{fuel cruise} \\ &= 71847 - 1606.80 \text{ kg} \\ &= 70240.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan *table descent* didapatkan nilai interpolasi:

Dengan menggunakan *table descent* terlampir didapatkan nilai

$$t_{dsnt} = 22 + \left(\frac{32000 - 31000}{33000 - 31000} \times (23 - 22) \right)$$

$$t_{dsnt} = 22.5 \text{ menit}$$

$$f_{dsnt} = 310 + \left(\frac{32000 - 31000}{33000 - 31000} \times (320 - 310) \right)$$

$$f_{dsnt} = 315 \text{ kg}$$

- d. Climb to alternate Surabaya ketinggian 26000 feet

Berat pesawat saat *climb to alternate*:

$$\begin{aligned} \text{Aircraft weight to alternate} &= \text{TOD weight} - \text{fuel descent} \\ &= 70240.2 - 315 \text{ kg} \\ &= 69925.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan metode tabel FPPM B737-800 NG (ISA+15) dan dengan ketinggian terbang (*Flight level*) 26000 feet. Sehingga didapatkan nilai-nilai sebagai berikut:

Dari hasil analisis didapatkan nilai Interpolasi hasil nilai *time climb*, *fuel climb*, *distance climb* dan *speed climb* dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Referensi batas bawah data} : 70000 \text{ kg}$$

$$\text{Referensi Batas atas data} : 75000 \text{ kg}$$

$$\text{RTOW} : 73708 \text{ kg}$$

$$t_{clb} = 13 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (15 - 13) \right)$$

$$t_{clb} = 14.48 \text{ menit}$$

$$f_{clb} = 1300 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (1450 - 1300) \right)$$

$$f_{clb} = 1411 \text{ kg}$$

$$d_{clb} = 68 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (75 - 68) \right)$$

$$d_{clb} = 73.18 \text{ NM}$$

$$spd_{clb} = 362 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (363 - 362) \right)$$

$$spd_{clb} = 362.74 \text{ kg/NM}$$

e. Cruise ketinggian 26000 feet

Berat pesawat saat diposisi puncak ketinggian jelajah atau *Top of Climb (TOC)* adalah

$$\begin{aligned} \text{Aircraft weight in TOC} &= \text{BRW} - \text{fuel climb} \\ &= 73708 - 1411 \text{ kg} \\ &= 72297 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan metode tabel FPPM B737-800 NG ketinggian terbang (*Flight level*) 26000 feet didapatkan nilai interpolasi data sebagai berikut:

Fuel flow dengan nilai interpolasi

$$f_{flow} = 1610 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (1643 - 1610) \right)$$

$$f_{flow} = 1634.42 \text{ kg / engine / hour}$$

$$\text{Fuel flow} = 1634.42 \text{ kg / engine / hour}$$

Or

$$\begin{aligned} \text{Fuel Flow both of engine} &= 2 \times 1634.42 \text{ kg} \\ &= 3268.84 \text{ kg/ hr} \end{aligned}$$

$$\text{Aircraft speed on cruise} = 474 \text{ knot}$$

Dengan melihat *table descent* dengan berat pesawat antara 70000 dan 75000 kg didapatkan data distance descent hasil interpolasi sebesar:

Jarak total ke CGK- SUB adalah 375 NM

Jarak atau Distance cruise didapatkan dengan cara

$$\text{Dist cruise} = \text{Dist total} - (\text{Dist climb} + \text{Dist Descent})$$

$$d_{dsnt} = 90 + \left(\frac{73708 - 70000}{75000 - 70000} \times (96 - 90) \right)$$

$$d_{dsnt} = 94.44 \text{ NM}$$

$$\begin{aligned} \text{Dist cruise} &= 375 - (73.18 + 94.44) \\ &= 207.38 \text{ NM} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan formula:

$$t_{crz} = \frac{\text{Dist}_{crz}}{\text{Speed}_{crz}} \times 60$$

$$t_{crz} = \frac{207.38}{474} \times 60 = 26.25 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } fuel \text{ cruise} &= (26.25/60) \times 3268.84 \text{ kg} \\ &= 1430.11 \text{ kg} \end{aligned}$$

f. Descent dari ketinggian 26000 feet

Berat pesawat saat memulai *descent* (*Top of Descent*) adalah sebesar

$$\begin{aligned} TOD \text{ weight} &= TOC \text{ weight} - fuel \text{ cruise} \\ &= 72297 - 1430.11 \text{ kg} \\ &= 70866.89 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan *table descent* pada gambar 4.5.2.15 pada lampiran didapatkan nilai

Dengan menggunakan *table descent* terlampir didapatkan nilai

$$t_{dsnt} = 19 + \left(\frac{26000 - 25000}{27000 - 25000} \times (20 - 19) \right)$$

$$t_{dsnt} = 19.5 \text{ menit}$$

$$f_{dsnt} = 290 + \left(\frac{26000 - 25000}{27000 - 25000} \times (300 - 290) \right)$$

$$f_{dsnt} = 295 \text{ kg}$$

g. Holding

Dengan diketahui berat pesawat saat pada posisi *Top of Descent* (*aircraft weight in TOD*) sebesar 70866.89 kg dan keputusan ketinggian terbang saat *holding* ditetapkan 4500 feet maka didapatkan nilai *fuel flow/engine*.

1) Dengan menggunakan data-data referensi untuk ketinggian holding 5000 feet didapatkan data sebagai berikut:

Referensi batas bawah data : 70000 kg

Nilai batas bawah *fuel flow/engine* : 1270 kg/eng/hr

Referensi batas atas data : 75000 kg

Nilai batas atas *fuel flow/engine* : 1350 kg/eng/hr

Aircraft weight in TOD : 70866.89 kg

Maka penghitungan interpolasi untuk nilai *Fuel flow/eng/hr* (FF/eng/hr):

$$\text{FF/eng/hr} = 1270 + \left(\frac{70866.89 - 70000}{75000 - 70000} \times (1350 - 1270) \right)$$

$$\text{FF/eng/hr} = 1270 + \left(\frac{866.89}{5000} \times 80 \right)$$

$$\text{FF/eng/hr} = 1270 + 13.87$$

$$\text{FF/eng/hr} = 1283.87 \text{ kg}$$

2) Dengan menggunakan data-data referensi untuk ketinggian holding 1500 feet didapatkan data sebagai berikut:

Referensi batas bawah data : 70000 kg

Nilai batas bawah *fuel flow/engine* : 1290 kg/eng/hr

Referensi batas atas data : 75000 kg

Nilai batas atas *fuel flow/engine* : 1370 kg/eng/hr

Aircraft weight in TOD : 70866.89 kg

Maka penghitungan interpolasi untuk nilai *Fuel flow/eng/hr* (FF/eng/hr):

Nilai *Fuel flow/eng/hr* (FF/eng/hr):

$$\text{FF/eng/hr} = 1290 + \left(\frac{70866.89 - 70000}{75000 - 70000} \times (1350 - 1290) \right)$$

$$\text{FF/eng/hr} = 1290 + \left(\frac{866.89}{5000} \times 80 \right)$$

$$\text{FF/eng/hr} = 1290 + 13.87$$

$$\text{FF/eng/hr} = 1303.87 \text{ kg}$$

3) Dengan ditetapkan ketinggian saat holding 4500 feet maka didapatkan *fuel flow/engine*. Data-data referensi untuk ketinggian holding didapatkan data sebagai berikut:

Referensi batas bawah data : 1500 feet

Nilai batas bawah *fuel flow/engine* : 1303.87 kg/eng/hr

Referensi batas atas data : 5000 kg

Nilai batas atas *fuel flow/engine* : 1283.87 kg/eng/hr

Air pressure : 4500 feet

Maka penghitungan interpolasi untuk nilai ketinggian *Fuel flow/eng/hr* (FF/eng/hr):

$$FF/eng/hr = 1283.87 + \left(\frac{4500 - 1500}{5000 - 1500} \times (1303.87 - 1283.87) \right)$$

$$FF/eng/hr = 1283.87 + \left(\frac{3000}{3500} \times 20 \right)$$

$$FF/eng/hr = 1283.87 + 17.14$$

$$FF/eng/hr = 1301.01 \text{ kg}$$

$$\text{Fuel flow} = 1301.01 \text{ kg / engine}$$

Or

$$\begin{aligned} \text{Fuel Flow both of engine} &= 2 \times 1301.01 \\ &= 2602.02 \text{ kg} \end{aligned}$$

4.6 Minimum Fuel Required

Dari uraian diatas maka FR_{min} untuk penerbangan *nonfuel tankering* dinyatakan dalam formula sebagai berikut:

$$FR_{min} = Fuel_{dest} + RR + Fuel_{alt} + Fuel_{hold} + Fuel_{taxi}$$

- 1) *Minimum Fuel Required* Rute Yogyakarta (JOG) ke Singapura (SIN) dengan bandara *alternative* Pekanbaru (PKU)

Dari penghitungan sebelumnya diketahui:

- a. $fuel_{destAB} = fclimb_{destAB} + fcruise_{destAB} + fdescent_{destAB}$

$$fuel_{dest} = 1370 + 3136.99 + 315$$

$$fuel_{dest} = 4821.99 \text{ kg}$$

- b. $fuel_{route\ reserveAB} = 2.5 \% \times fuel_{dest}$

$$fuel_{route\ reserveAB} = 2.5 \% \times 4821.99$$

$$fuel_{route\ reserveAB} = 120.54 \text{ kg}$$

- c. $fuel_{altBF} = fclimb_{altBF} + fcruise_{altBF} + fdescent_{altBF}$

$$fuel_{altBF} = 1070 + 309.24 + 295$$

$$fuel_{altBF} = 1674.24 \text{ kg}$$

$$d. \quad fuel_{holdAB} = \frac{t_{hold}}{60} \times 2 \text{ fuel flow/eng}$$

$$fuel_{holdAB} = \frac{30}{60} \times 2 \times 1089.07$$

$$fuel_{holdAB} = 1089.07 \text{ kg}$$

$$e. \quad fuel_{taxiAB} = 250 \text{ kg}$$

$$f. \quad time_{destAB} = t_{climb_{destAB}} + t_{cruise_{destAB}} + t_{descent_{destAB}}$$

$$time_{destAB} = 14.8 + 74.09 + 22.5$$

$$time_{destAB} = 111.39 \text{ menit}$$

$$g. \quad time_{altBF} = t_{climb_{altBF}} + t_{cruise_{altBF}} + t_{descent_{altBF}}$$

$$time_{altBF} = 10.8 + 6.22 + 19.5$$

$$time_{altBF} = 36.52 \text{ menit}$$

$$h. \quad time_{holdAB} = 30 \text{ menit}$$

$$i. \quad time_{taxiAB} = 10 \text{ menit}$$

- 2) *Minimum Fuel Required* Rute Singapura (SIN) ke Jakarta (CGK) dengan bandara *alternative* Surabaya (SUB)

Dari penghitungan sebelumnya diketahui:

$$a. \quad fuel_{destBC} = f_{climb_{destBC}} + f_{cruise_{destBC}} + f_{descent_{destBC}}$$

$$fuel_{destBC} = 1861 + 1606.80 + 315$$

$$fuel_{destBC} = 3782.8 \text{ kg}$$

$$b. \quad fuel_{route \ reserveBC} = 2.5 \% \times fuel_{dest}$$

$$fuel_{route \ reserveBC} = 2.5 \% \times 3782.8 \text{ kg}$$

$$fuel_{route \ reserveBC} = 94.57 \text{ kg}$$

$$c. \quad fuel_{altCG} = f_{climb_{altCG}} + f_{cruise_{altCG}} + f_{descent_{altCG}}$$

$$fuel_{altCG} = 1411 + 1430.11 + 295$$

$$fuel_{altCG} = 3136.11 \text{ kg}$$

$$d. \quad fuel_{holdCG} = \frac{t_{hold}}{60} \times 2 \text{ fuel flow/eng}$$

$$fuel_{holdCG} = \frac{30}{60} \times 2 \times 1301.01$$

$$fuel_{holdCG} = 1301.01$$

$$e. \quad fuel_{taxiCG} = 250 \text{ kg}$$

- f. $time_{destBC} = tclimb_{destBC} + tcruise_{destBC} + tdescent_{destBC}$
 $time_{destBC} = 21.22 + 34.08 + 22.5$
 $time_{destBC} = 78.79$ menit
- g. $time_{altCG} = tclimb_{altCG} + tcruise_{altCG} + tdescent_{altCG}$
 $time_{altCG} = 14.48 + 26.25 + 19.5$
 $time_{altCG} = 60.23$ menit
- h. $time_{holdBC} = 30$ menit
- i. $time_{taxiBC} = 10$ menit

4.7 Fuel Required Fuel Tankering

Dari analisis diatas untuk penerbangan *fuel required fuel tankering* penerbangan Yogyakarta (JOG) – Singapura (SIN) – Jakarta (CGK) dinyatakan dalam formula sebagai berikut:

$$F_{tankeringA} = FR_{minBC} + Fuel_{destAB} + fuel_{taxi}$$

Untuk:

$$1) FR_{minBC} = fuel_{destBC} + fuel_{altBC} + fuel_{hold}$$

$$FR_{minBC} = 3782.8 + 3136.11 + 250$$

$$FR_{minBC} = 7168.91\text{kg}$$

$$2) Fuel_{destAB} = 4821.99 \text{ kg}$$

$$3) F_{taxi} = 250 \text{ kg}$$

Sehingga:

$$F_{tankeringA} = 7168.91 \text{ kg} + 4821.99 \text{ kg} + 250 \text{ kg}$$

$$F_{tankeringA} = 12240.9 \text{ kg}$$

BAB V

PEMBAHASAAN

Pada bab ini akan di bahas tentang pengambilan data, analisis data, table, grafik, dan gambar yang ada di bab 4 (bab sebelumnya).

5.1 Pengambilan data

Pengambilan data di tujukan kepada beberapa instansi yang terkait seperti yang telah di tampilkan pada bab sebelumnya yakni: PT Angkasa Pura I JOG, DPPU pertamina cabang bandara Adisutjipto Yogyakarta, Lanud Adisutjipto, Dishub DIY, Airnav Yogyakarta dan PT Gapura Angkasa.

Adapun penelitian yang untuk keperluan data adalah sebagai berikut: analisa jarak (rute) tempuh dari bandara asal ke bandara tujuan dengan bandara alternative nya, suhu atau temperature cuaca rata-rata di area landasan, data muat penumpang dan harga Avtur (bahan bakar pesawat udara, jika diperlukan).

5.2 Analisis Data

Adapun analisis data menggunakan Microsoft excel yang tersedia di komputer. Analisis data yang di maksud meliputi analisis data rute terbang, analisis cuaca dan data muat penumpang sebagai contoh (Airasia) apakah layak melakukan penerbangan langsung menggunakan Boieng 737-800 NG.

5.3 Penentuan Rute Terbang

Dengan menggunakan pedoman jeppesen sehingga mendapatkan distance rute terbang dari bandara asal ke bandara tujuan dengan bandara alternatifnya sebagai berikut: Rute JOG-SIN sebesar 755 NM dengan bandara alternative sebesar 182 NM, SIN-CGK sebesar 500 NM dengan bandara alternative sebesar 375 NM.

5.4 Analisis Isian Muat penerbangan Yogyakarta – Singapura

Dengan menggunakan data AMC sheet yang didapatkan di bandara Adisutjipto Yogyakarta dengan tujuan Singapore maka pada table tingkat isian dibagi menjadi 3 waktu penerbangan yakni:

- a. Pagi (05.00-10.59) dengan *seat factor* 91.45% dan *load factor* 86.48 %
- b. Siang (11.00-14.59) dengan *seat factor* 90.86% dan *load factor* 81.45 %
- c. Sore (15.00-18.00) dengan *seat factor* 91.45% dan *load factor* 86.48 %.

Dengan melihat *seat factor* dan *load factor* diatas sehingga penerbangan langsung menggunakan Garuda Indonesia B737-800 NG layak untuk membuka penerbang dari bandara JOG (Yogyakarta) ke bandara tujuan SIN (Singapore).

5.5 Penghitungan Perencanaan Terbang

Penghitungan perencanaan terbang (*Flight Planning*) dilakukan dengan mengasumsikan bahwa pesawat takeoff dengan berat maksimum. Berat maksimum saat pesawat take off diketahui sebagai *Maximum Takeoff Weight*. Berdasarkan FPPM B737-800 NG didapatkan nilai *Maximum Takeoff Weight* pesawat jenis tersebut adalah nilai terkecil dari *Maximum Takeoff Weight* pesawat yang dibatasi oleh: (a) *Field Length*, (b) *Climb performance*, (c) *Obstacle*, (d) *Tire speed*.

5.5.1 Menentukan *Maximum Takeoff Weight* Bandara Yogyakarta dan Singapura

A. *Restricted Takeoff Weight (RTOW)* Adisutjipto

Dengan menggunakan Grafik FFPM Flaps 1 dan Flaps 5 Dry Runway. Sehingga didapatkan nilai RTOW yang dibatasi oleh *field length*, *climb limit*, *obstacle limit* dan *tire speed limit* baik di siang hari maupun sore hari. Dengan mengambil nilai terkecil dari masing-masing flaps yakni: pada siang hari dengan flaps terkecil adalah 59000 dan sore hari dengan nilai terkecil adalah 59000.

B. *Restricted Takeoff Weight (RTOW)* Singapura

Pada penerbangan tujuan ke singapura RTOW yang dibatasi oleh *field length*, *climb limit*, *obstacle limit* dan *tire speed limit* baik di siang hari maupun sore hari. Dengan mengambil nilai terkecil dari masing-masing flaps yakni: pada siang hari dengan flaps terkecil adalah 81000 dan sore hari dengan nilai terkecil adalah 81000.

5.5.2 Perhitungan Terbang

A. Periode Terbang Rute Yogyakarta – Singapura alt Pekanbaru

Penghitungan ini berdasarkan pada rata-rata suhu udara siang dan sore hari di Yogyakarta antara 28 sampai dengan 29°C sehingga menggunakan table (ISA + 15) dan didasarkan juga pada analisis pergerakan pesawat dengan menggunakan *Flight Radar* bahwa ketinggian terbang pada rute JOG-SIN adalah 32000 feet. Penghitungan terbang ini dengan Break Release Weight (BRW) 59000 kg Flaps 5.

a. Climb RTOW 59000 kg

Dari perhitungan analisis yang sudah di kerjakan di ketahu bahwa:

Time climb = 14.8 menit

Fuel climb = 1370 kg

Distance climb = 78.8 NM

$$\text{Speed climb} = 388.8 \text{ kg/NM}$$

b. Cruise ketinggian 32000 feet

Ketinggian jelajah pada *Top of Climb (TOC)* adalah sebesar sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Top of Climb (TOC)} &= 57630 \text{ kg} \\ 2 \text{ fuel flow engine} &= 2550.4 \text{ kg/hour} \\ \text{aircraft speed on cruise} &= 462 \text{ knot} \\ \text{jarak total JOG-SIN} &= 755 \text{ NM} \end{aligned}$$

maka didapatkan nilai interpolasi

$$\begin{aligned} \text{Distance descent 1} &= 97 \text{ NM} \\ \text{Distance descent 2} &= 107.8 \text{ NM} \\ \text{Total distance} &= 105.64 \text{ NM} \end{aligned}$$

Di dapatkan *distance cruise* untuk penerbangan ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Distance cruise} &= 570.56 \text{ NM} \\ \text{Time cruise} &= 74.09 \text{ menit} \\ \text{Fuel cruise} &= 3136.99 \text{ kg} \end{aligned}$$

c. Desent ketinggian 32000 feet

Berat pesawat saat mulai *descent (Top of Descent)* sehingga didapatkan nilai *Top of Descent, time descent, dan fuel descent*

adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{TOD weight} &= 54493.01 \text{ kg} \\ \text{Time descent} &= 22.5 \text{ menit} \\ \text{Fuel descent} &= 315 \text{ kg} \end{aligned}$$

d. Climb to alternate Pekanbaru ketinggian 26000 ft

Di ketahui berat pesawat pada saat climb to alternate adalah sebagai berikut:

Aircraft weight to alt = 54178.01 kg

Dengan menggunakan FPPM dan ketinggian terbang (*flight level*) 26000 ft maka diketahui nilai interpolasi sebagai berikut:

Time climb to alt = 10.8 menit

Fuel climb to alt = 1070 kg

Descent climb to alt = 49.8 NM

Speed climb to alt = 364.8 kg/ NM

e. Cruise to alternate

Berat pesawat saat ketinggian jelajag *Top of climb (TOC)* adalah sebagai berikut:

Aircraft weight in TOC = 57930 kg

2 fuel flow engine = 3092.4 kg/hour

Aircraft speed on cruise = 474 knot

Jarak total SIN-PKU = 182 NM

maka didapatkan nilai interpolasi

Distance descent 1 = 79 NM

Distance descent 2 = 87 NM

Total distance = 83 NM

Di dapatkan *distance cruise* untuk penerbangan ini adalah sebagai berikut:

Distance cruise = 49.2 NM

Time cruise = 6.22 menit

Fuel cruise = 309.24 kg

f. Descent to alternate

Berat pesawat saat memulai *descent (Top of Descent)* adalah sebesar sebagai berikut:

Top of descent = 57620.76 kg

Time descent = 19.5 menit

Fuel descent = 295 kg

g. Holding

Berat *TOD weight* 57620.76 kg didapatkan data *holding FF/ENG* adalah sebagai berikut:

2 Fuel flow engines = 2178.14 kg
Time holding = 30 menit (sudah ketentuan tertentu)

B. Periode Terbang Rute Singapura – Jakarta alt Surabaya

Penghitungan ini berdasarkan pada rata-rata suhu udara siang dan sore hari di Yogyakarta antara 27 sampai dengan 28°C sehingga menggunakan table (ISA + 15) dan didasarkan juga pada analisis pergerakan pesawat dengan menggunakan *Flight Radar* bahwa ketinggian terbang pada rute SIN - CGK adalah 32000 feet. Dengan menggunakan *Weight and Balance Control and Loading Manual* karena melebihi kapasitas Boieng 737 800 NG sehingga didapatkan nilai RTOW 73708 kg.

a. Climb RTOW 73708 kg

Dari perhitungan analisis yang sudah di kerjakan di ketahu bahwa:

Time climb = 21.22 menit

Fuel climb = 1861 kg

Distance climb = 123.1 NM

Speed climb = 392.48 kg/NM

b. Cruise ketinggian 32000 feet

Ketinggian jelajah pada *Top of Climb (TOC)* adalah sebesar sebagai berikut:

Top of Climb (TOC) = 71847 kg

2 fuel flow engine = 2828.88 kg/hour

aircraft speed on cruise = 462 knot

jarak total JOG-SIN = 500 NM

maka didapatkan nilai interpolasi

Distance descent = 114.44 NM

Di dapatkan *distance cruise* untuk penerbangan ini adalah sebagai berikut:

Distance cruise = 262.46 NM

Time cruise = 34.08 menit

Fuel cruise = 1606.80 kg

c. Descent ketinggian 32000 feet

Berat pesawat saat mulai *descent* (*Top of Descent*) sehingga didapatkan nilai *Top of Descent*, *time descent*, dan *fuel descent* adalah sebagai berikut:

TOD weight = 70240.2 kg

Time descent = 22.5 menit

Fuel descent = 315 kg

d. Climb to alternate Surabaya (SUB) ketinggian 26000 ft

Di ketahui berat pesawat pada saat climb to alternate adalah sebagai berikut:

Aircraft weight to alt = 69925.2 kg

Dengan menggunakan FPPM dan ketinggian terbang (*flight level*) 26000 ft maka diketahui nilai interpolasi sebagai berikut:

Time climb to alt = 14.48 menit

Fuel climb to alt = 1411 kg

Descent climb to alt = 73.18 NM

Speed climb to alt = 362.74 kg/ NM

e. Cruise to alternate

Berat pesawat saat ketinggian jelajag *Top of climb (TOC)* adalah sebagai berikut:

<i>Aircraft weight in TOC</i>	= 72297 kg
<i>2 fuel flow engine</i>	= 3268.84 kg/hour
<i>Aircraft speed on cruise</i>	= 474 knot
Jarak total SIN-PKU	= 375 NM

maka didapatkan nilai interpolasi

<i>Distance descent</i>	= 94.44 NM
-------------------------	------------

Di dapatkan *distance cruise* untuk penerbangan ini adalah sebagai berikut:

<i>Distance cruise</i>	= 207.38 NM
<i>Time cruise</i>	= 26.25 menit
<i>Fuel cruise</i>	= 1430.11 kg

f. Descent to alternate

Berat pesawat saat memulai *descent (Top of Descent)* adalah sebesar sebagai berikut:

<i>Top of descent</i>	= 70866.89 kg
<i>Time descent</i>	= 19.5 menit
<i>Fuel descent</i>	= 295 kg

g. Holding

Berat *TOD weight* 57498.51 kg didapatkan data *holding FF/ENG* adalah sebagai berikut:

<i>2 Fuel flow engines</i>	= 2602.02 kg
<i>Time holding</i>	= 30 menit (sudah ketentuan tertentu)

5.6 Minimum fuel required

Minimum fuel required pada penerbangan Yogyakarta (JOG) – Singapura (SIN) alt Pekanbaru (PKU) sebagai berikut:

1. *Fuel dest* = 4821.99 kg
Time dest = 111.39 menit
2. *Route reserve* = 120.54 kg
3. *Fuel alt* = 1674.24 kg
Time alt = 36.52 menit
4. *Fuel holding* = 1089.07 kg
Time holding = 30 menit
5. *Fuel taxi* = 250 (ketentuan yang sudah ada)
Time taxi = 10 menit

Minimum fuel required pada penerbangan Singapura (SIN) – Jakarta (CGK) alt Surabaya (SUB) sebagai berikut:

1. *Fuel dest* = 3782.8 kg
Time dest = 78.79 menit
2. *Route received* = 94.57 kg
3. *Fuel alt* = 3136.11 kg
Time alt = 60.23 menit
4. *Fuel holding* = 1301.01 kg
Time holding = 30 menit
5. *Fuel taxi* = 250 (ketentuan yang sudah ada)
Time taxi = 10 menit

5.7 Fuel Required Full Tankering

Fuel required full tankering pada penerbangan JOG-SIN-CGK adalah sebagai berikut:

1. $FR_{min BC} = 7168.91 \text{ kg}$
2. $Fuel_{destAB} = 4821.99 \text{ kg}$
3. $F_{taxi} = 250 \text{ kg}$

Sehingga:

Fuel required full tankering pada penerbangan ini adalah sebagai berikut:

$$F_{\text{tankeringA}} = 12240.9 \text{ kg}$$



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan di bahas tentang kesimpulan dari penelitian serta saran yang akan diberikan penulis untuk penelitian ini.

6.1 Kesimpulan

1. Dari hasil analisis yang di perhitungkan terdapat beberapa perbedaan antara pengisian secara umum dengan pengisian menggunakan metode *fuel tankering*, dimana pengisian secara umum hanya mengisi bahan bakar di setiap stasiun untuk menuju bandara tujuan dengan standar *fuel required* di setiap bandara. Pengisian secara umum dapat diartikan dengan pengisian sesuai kebutuhan yang diperlukan dari bandara asal menuju bandara tujuan dengan pengisian normal tidak melihat nilai tarif atau harga fuel di setiap bandara, jumlah kebutuhan pengisian secara normal dengan tujuan rute Yogyakarta-Singapura-Jakarta ini sebesar 13884.95 kg, sedangkan pengisian dengan metode *fuel tankering* yakni pengisian bahan bakar dengan melihat tarif atau harga fuel yang berbeda di setiap bandara sehingga mengurangi biaya operasi di bagian bahan bakar. Dapat di tarik dari hasil analisis di bab sebelumnya bahwa jumlah kebutuhan bahan bakar untuk pengisian dengan menggunakan metode *fuel tankering* B737-800 NG untuk penerbangan rute JOG (Yogyakarta) – SIN (Singapura) – CGK (Jakarta) dengan rute *alternative* PKU (Pekanbaru) dan SUB (Surabaya) adalah sebesar 12240.9 kg.
2. Variabel yang menjadi penentu dalam *fuel tankering* tidak hanya *fuel required* tetapi ada beberapa variabel yang berpengaruh terhadap *fuel tankering*. Variabel yang menjadi ketentuan penggunaan *fuel tankering* berupa:

- a. *Fuel required* BC (Singapura-Jakarta) dimana *fuel required* ini meliputi *fuel destination* BC (Singapura-Jakarta), *fuel alternative* BC (Jakarta-Surabaya) dan *fuel holding*.
- b. *Fuel destination* AB (Yogyakarta-Singapura), sejumlah bahan bakar yang di bawa dari bandara asal (Yogyakarta) menuju bandara tujuan (Singapura) dengan bandara alternative (Pekanbaru).
- c. *Fuel taxi*, sejumlah bahan bakar yang di gunakan di bandara dari apron (*parking stand*) menuju ujung *runway* (landasan terbang).

Variable-variable diatas menjadi penentu kebijakan *fuel tankering* dikarenakan perbedaan harga bahan bakar ke bandara tujuan lebih besar daripada bandara asal, sehingga kebijakan penggunaan *fuel tankering* ini bisa di aplikasikan bagi rute dengan harga fuel yang berbeda.

3. Jumlah keuntungan yang diperoleh jika menggunakan *fuel tankering* dengan rute JOG-SIN-CGK adalah dengan melihat pengisian kebutuhan bahan bakar secara normal sebesar 13884.95 kg dengan pengisian kebutuhan bahan bakar dengan metode *fuel tankering* sebesar 12240.9 kg. Maka selisih keuntungan yang diperoleh oleh maskapai atau airline sebesar 1644.05 kg, sehingga perusahaan dapat mengurangi biaya operasional di bagian kebutuhan bahan bakar.

6.2 Saran

1. Untuk penelitian ini hanya berasumsi dengan menggunakan rute yang sudah di analisa oleh peneliti rute tersebut Yogyakarta-Singapura-Jakarta menggunakan B737-800 NG Garuda Indonesia. Dimana analisa ini memiliki keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan metode *fuel tankering*, sehingga sangatlah membantu dalam mengurangi biaya konsumsi bahan bakar yang seperti kita lihat bahwa harga fuel di bandara tujuan (singapura) tergolong sangat mahal dibandingkan di bandara asal (Yogyakarta). Serta didukung dengan melihat seat factor dan load factor yang sudah di analisa membuktikan bahwa profit atau keuntungan yang

akan didapatkan oleh maskapai Garuda Indonesia sangatlah besar, dan kemungkinan besar asumsi rute tersebut bisa dipergunakan.

2. Penelitian ini memiliki kekurangan peneliti hanya membahas hal-hal yang mendasar dalam konsumsi bahan bakar pesawat, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya bisa dijadikan referensi sehingga bisa melengkapi dengan penelitian yang berkelanjutan.



Daftar Pustaka

- Abdelghany K, Abdelghany A, Raina S (2005) A model for airline fuel management strategies. *J Air Transp Manag* 11: 199–206.
- Babikian R, Lukachko SP, Waitz IA (2002) The historical fuel efficiency characteristics of regional aircraft from technological, operational, and cost perspectives. *J Air Transp Manag* 8:389–400.
- Basic Operations Manual (BOM), 2011, Flight Operations.
- Civil Aviation Safety Regulation (CASR) part 121, 2009, Certification and Operating Requirement: Domestic, Flag, and Supplemental Air Carrier.
- Civil Aviation Safety Regulation (CASR) part 91 amendment 4, 2015, General Operating and Flight Rules.
- Collins BP (1982) Estimation of aircraft fuel consumption. *J Aircraft* 19(11):969–975. DOI:10.2514/3.44799.
- Correia AR, Alves CJ (2005) Optimal configuration of airport passenger terminals. 9th Annual World Conference Air Transport Research Society, Issue 31, 1–5.
- Covey RR, Mascetti GJ, Roesler WU, Bowles RL (1979) Operational energy conservation strategies in commercial aviation. *Decision and Control Including the Symposium on Processes*, 18th IEEE Conference, vol. 18, 408–414.
- Darnell DW, Loflin C (1977) National airline fuel management and allocation model. *Interfaces* 7(2):1–16.
- David A. Senzig and Gregg G. Fleming, (2009), *Modeling of Terminal-Area Airplane Fuel Consumption*.
- Drake JW (1974) Social, political and economic constraints on airline fuel optimization. *Transp Res* 8:443–449.
- Embraer. *Embraer 170/190 fuel conservation*, Sa˜o Jose´ dos Campos, 2005.

- Greene DL (1990) Commercial aircraft fuel efficiency potential through 2010. Proceedings of the 25th Intersociety Energy Conservation Engineering Conference- IECEC 90, vol. 4:106–111.
- Jose` A.T.G.F et al (2011), A Fuel Tankering Model Applied To a Domestic Airline Network.
- Harshad Khadilkar and Hamsa Balakrishnan, (2011), Estimation of Aircraft Taxi-out Fuel Burn using Flight Data Recorder Archives.
- Kazda A, Caves RE (2000) Airport design and operation. Elsevier Sciences Ltd, Oxford.
- Lee JJ, Lukachko SP, Waitz IA, Schafer A (2001) Historical and future trends in aircraft performance cost and emission. *Annu Rev Energy Environ* 26:167–200
- Lee JJ (2010) Can we accelerate the improvement of energy efficiency in aircraft systems? *Energy Conserv Manag* 51:189–196.
- Majka A, Brusow V, Klepack Z (2007) Fuel Consumption and transportation energy effective analysis. European Personal Air Transportation System Study, EP- D4.3, SFC-V0, pp. 1–23.
- Mazraati M, Alyousif OM (2009) Aviation fuel demand modeling in OECD and developing countries: impacts of fuel efficiency. *OPEC Energy Rev* 33(1):23–46.
- Mazraati M (2010) World aviation fuel demand outlook. *OPEC Energy Rev* 34:42–71.
- Nash B (1981) A simplified alternative to current airline fuel allocation models. *Interfaces* 11(1):1–9.
- Nur feriyanto et al (2016), The Route Analysis Based On Flight Plan.
- Pilati DA (1974) Energy use and conservation alternatives for airplanes. *Transp Res* 8:433–441.
- Senzig DA, Fleming GG, Iovinelli RJ (2009). Modeling of terminal- area airplane fuel consumption. *J Aircraft* 46(4):1089–1093.

- Singh V, Sharma SK, Vaibhav S (2012) Identification of dimensions of the optimization of fuel consumption in air transport industry: a literature review. *J Energy Technology Policy* 2(7):24–33.
- Stroup JS, Wollmer RD (1992) A fuel management model for airline industry. *Inform* 40(2):229–237.
- Trani, A., Wing-Ho, F, Schilling, G, Baik, H, and Seshadri, A, A Neural network model to estimate aircraft fuel consumption, in *4th AIAA Aviation Technology, Integration and Operations (ATIO) Forum*, AIAA, Chicago, USA, 2004.
- Tyas E.R.P et al, (2017), *Optimalisasi Fuel Tankering Untuk Seluruh Rute Penerbangan PT. Sriwijaya Air dari Bandar Udara Soekarno Hatta*.
- Van Cleave DA (2009) Green air space: reducing fuel burn. *The MITRE Digest*.
- Vedant Singh et al (2014), *Evolving Base for the Fuel Consumption Optimization in Indian Air Transport: Application of Structural Equation Modeling*.
- Zouein PP, Abillama WR, Tohme E (2002) A multiple period capacitated inventory model for airline fuel management: a case study. *J Oper Res Soc* 53(4):379–386.

الجامعة الإسلامية
الاستراتيجية
الاندونيسية

Lampiran I

EVERAGE WEATHER DATA						EVERAGE WEATHER DATA						EVERAGE WEATHER DATA					
Airfield Runway : 9						Airfield Runway : 9						Airfield Runway : 9					
Time 10.00 LT			03.00 Z			Time 11.00 LT			03.00 Z			Time 12.00 LT			03.00 Z		
Date	OAT	Air Press	RH	Wind		Date	OAT	Air Press	RH	Wind		Date	OAT	Air Press	RH	Wind	
	degC	hPa	%	Dir	Speed		degC	hPa	%	Dir	Speed		degC	hPa	%	Dir	Speed
1	27	998.2	65.4	92	8.5	1	29	997.4	65.3	94	11.2	1	31	997.5	54.4	97	12.5
2	28	998.3	65.4	91	8	2	29	997.3	65.4	93	11.4	2	32	997.4	54.5	95	12.6
3	27	998.2	65.5	93	9.4	3	29	997.3	65.4	96	11.6	3	32	997.4	54.5	97	13
4	28	998.2	65.5	92	10	4	30	997.3	65.3	97	12.6	4	31	997.5	54.4	99	13
5	28	998.3	65.5	97	8.4	5	30	997.4	65.4	99	11.4	5	31	997.4	54.4	101	12.3
6	27	998.3	65.4	90	9.5	6	29	997.4	65.4	97	12.2	6	31	997.5	54.5	94	12.6
7	27	998.3	65.4	92	8.2	7	29	997.4	65.4	95	11.2	7	32	997.5	54.5	98	12.5
8	28	998.2	65.5	91	8.4	8	30	997.3	65.3	94	11.7	8	32	997.4	54.4	98	12.5
9	27	998.2	65.5	89	8.6	9	30	997.3	65.4	92	11.5	9	31	997.4	54.5	96	12.4
10	28	998.3	65.5	90	9.3	10	29	997.4	65.4	97	11.5	10	32	997.4	54.4	94	13
11	27	998.3	65.5	90	9.5	11	29	997.3	65.3	92	12.3	11	32	997.5	54.4	94	12.9
12	28	998.3	65.4	91	9.3	12	29	997.3	65.4	97	11.2	12	31	997.5	54.5	94	12.7
13	27	998.2	65.4	93	10	13	30	997.3	65.4	95	12.8	13	32	997.4	54.5	98	12.5
14	28	998.2	65.5	90	9.5	14	30	997.4	65.4	97	11.6	14	31	997.5	54.4	94	13
15	28	998.2	65.5	92	8.2	15	30	997.4	65.3	97	12.6	15	31	997.4	54.4	94	12.3
16	27	998.3	65.5	90	8.4	16	29	997.4	65.3	94	11.4	16	31	997.5	54.5	98	12.6
17	28	998.3	65.4	90	8.6	17	30	997.3	65.4	94	12.2	17	31	997.4	54.5	97	12.5
18	27	998.2	65.4	94	9.3	18	30	997.3	65.4	99	12.3	18	32	997.4	54.4	101	12.5
19	28	998.3	65.5	89	9.3	19	29	997.3	65.4	97	11.7	19	32	997.5	54.5	99	12.4
20	28	998.3	65.5	92	9.5	20	29	997.4	65.3	96	11.5	20	32	997.5	54.4	97	13
21	27	998.2	65.5	91	9.3	21	30	997.4	65.4	92	11.5	21	31	997.5	54.4	96	12.9
22	28	998.2	65.5	90	10	22	29	997.3	65.4	95	12.3	22	32	997.4	54.5	98	12.7
23	28	998.3	65.5	94	9.5	23	29	997.3	65.3	97	11.4	23	32	997.4	54.5	99	12.5
24	27	998.3	65.4	90	8.2	24	29	997.4	65.4	97	11.6	24	31	997.4	54.5	94	12.7
25	27	998.2	65.4	90	8.4	25	30	997.3	65.4	95	12.6	25	32	997.5	54.4	98	12.5
26	28	998.2	65.5	90	8.7	26	30	997.3	65.4	97	11.4	26	31	997.4	54.5	94	13
27	27	998.3	65.5	96	8.7	27	29	997.3	65.3	98	11.2	27	31	997.5	54.4	100	12.3
28	28	998.3	65.5	102	8.3	28	29	997.4	65.4	99	11.2	28	32	997.4	54.4	98	12.6
29	28	998.2	65.4	90	9.3	29	30	997.4	65.4	92	11.7	29	30	997.4	54.5	94	12.5
30	27	998.2	65.4	94	9.3	30	30	997.4	65.3	97	11.5	30	32	997.4	54.5	99	12.5
Mean	28	998.25	65.5	91.83	8.99	Mean	29	997.347	65.4	95.7	11.7	Mean	31	997.443	54.5	96.83	12.6

Tabel data observasi cuaca waktu 10.00-12.00 Bandara Adisutjipto Yogyakarta Runway

EVERAGE WEATHER DATA						EVERAGE WEATHER DATA						EVERAGE WEATHER DATA					
Airfield Runway : 9						Airfield Runway : 9						Airfield Runway : 9					
Time		01.00 Z		03.00 Z		Time		02.00 Z		03.00 Z		Time		03.00 Z		03.00 Z	
Date	OAT	Air Press	RH	Wind		Date	OAT	Air Press	RH	Wind		Date	OAT	Air Press	RH	Wind	
	degC	hPa	%	Dir	Speed		degC	hPa	%	Dir	Speed		degC	hPa	%	Dir	Speed
	DegM	Knot					DegM	Knot					DegM	Knot			
1	31	997.5	54.4	96	14.1	1	30	998.4	65.3	98	15.2	1	27	998.5	64.5	101	9.3
2	30	997.6	54.3	97	15.2	2	30	998.3	65.2	93	13.2	2	27	998.6	64.4	100	11.3
3	31	997.6	54.3	101	15.3	3	29	998.4	65.3	93	13.4	3	26	998.6	64.5	104	9.2
4	30	997.6	54.3	95	14.2	4	29	998.3	65.3	96	13.2	4	27	998.5	64.5	90	11.4
5	30	997.6	54.4	98	15.3	5	29	998.3	65.2	97	13.6	5	26	998.5	64.4	96	11.2
6	31	997.5	54.3	98	14.6	6	29	998.4	65.2	93	13.5	6	26	998.6	64.4	104	9.4
7	30	997.5	54.4	102	15.5	7	30	998.3	65.2	96	13.7	7	27	998.6	64.5	103	9.3
8	31	997.6	54.3	110	15.1	8	30	998.4	65.3	94	14.5	8	26	998.5	64.5	89	9.5
9	30	997.6	54.3	98	14.9	9	29	998.3	65.3	93	14.2	9	27	998.5	64.4	104	9.4
10	31	997.6	54.3	98	15.2	10	29	998.3	65.2	93	13.2	10	26	998.6	64.4	91	9.3
11	30	997.6	54.4	98	14.9	11	29	998.4	65.3	91	13.1	11	27	998.5	64.4	90	11.3
12	31	997.5	54.3	98	14.3	12	30	998.3	65.3	92	13.2	12	27	998.5	64.4	102	9.4
13	30	997.5	54.4	97	14.2	13	30	998.3	65.2	96	13.6	13	26	998.6	64.5	92	9.6
14	31	997.6	54.3	98	15.2	14	29	998.4	65.2	93	13.6	14	27	998.6	64.5	104	11.4
15	30	997.6	54.3	98	14.6	15	30	998.3	65.2	92	13.4	15	26	998.5	64.4	102	11.2
16	31	997.6	54.4	110	15.2	16	29	998.4	65.3	94	15.3	16	27	998.5	64.4	89	9.4
17	30	997.6	54.3	96	15.3	17	29	998.3	65.2	98	15.6	17	27	998.5	64.5	101	9.3
18	30	997.5	54.4	98	14.9	18	30	998.3	65.2	97	13.2	18	26	998.6	64.5	96	9.5
19	31	997.5	54.3	95	14.6	19	30	998.4	65.3	96	13.6	19	27	998.6	64.4	90	9.4
20	31	997.6	54.3	101	15.2	20	29	998.3	65.3	93	13.6	20	26	998.5	64.4	104	9.3
21	30	997.6	54.3	98	15.2	21	30	998.3	65.2	93	13.5	21	27	998.5	64.4	104	11.3
22	30	997.5	54.3	102	15.4	22	29	998.4	65.3	96	14.3	22	26	998.6	64.4	103	9.4
23	31	997.6	54.4	95	14.3	23	30	998.3	65.3	96	14.2	23	27	998.5	64.5	90	9.4
24	30	997.6	54.3	98	14.2	24	30	998.3	65.2	93	13.2	24	26	998.5	64.5	104	9.3
25	30	997.6	54.4	97	15.2	25	29	998.4	65.2	96	13.7	25	27	998.6	64.4	92	9.5
26	31	997.6	54.3	98	15.5	26	29	998.3	65.2	93	13.2	26	26	998.6	64.4	104	9.4
27	30	997.5	54.3	100	14.9	27	30	998.4	65.3	90	14.3	27	27	998.5	64.5	83	9.3
28	31	997.5	54.4	108	15.4	28	30	998.3	65.3	103	13.6	28	27	998.5	64.4	101	11.3
29	30	997.5	54.3	98	14.9	29	29	998.3	65.2	91	13.7	29	27	998.6	64.4	90	9.4
30	31	997.5	54.4	104	14.6	30	30	998.3	65.2	90	13.2	30	26	998.6	64.5	92	9.2
Mean	30	997.56	54.3	99.33	14.9	Mean	30	998.337	65.2	94.3	13.8	Mean	27	998.547	64.4	97.17	9.89

Tabel data observasi cuaca waktu 01.00-03.00 Bandara Adisutjipto Yogyakarta Runway

EVERAGE WEATHER DATA						EVERAGE WEATHER DATA						EVERAGE WEATHER DATA					
Airfield Runway : 27						Airfield Runway : 27						Airfield Runway : 27					
Time 10.00 LT			03.00 Z			Time 11.00 LT			03.00 Z			Time 12.00 LT			03.00 Z		
Date	OAT	Air Press	RH	Wind		Date	OAT	Air Press	RH	Wind		Date	OAT	Air Press	RH	Wind	
	degC	hPa	%	Dir	Speed		degC	hPa	%	Dir	Speed		degC	hPa	%	Dir	Speed
	DegM	Knot		DegM	Knot		DegM	Knot		DegM	Knot		DegM	Knot		DegM	Knot
1	28	998.3	65	92	8.4	1	29	997.4	65	94	11.5	1	32	997.4	55	97	13
2	28	998.3	66	91	8.6	2	30	997.4	65	93	12.3	2	31	997.4	54	95	12.9
3	28	998.3	66	93	9.3	3	30	997.4	65	96	11.2	3	31	997.4	55	97	12.7
4	27	998.3	66	92	9.5	4	30	997.3	65	97	12.8	4	31	997.5	54	99	12.5
5	28	998.2	66	97	9.3	5	29	997.3	65	99	11.6	5	31	997.5	54	101	13
6	28	998.3	65	90	9.8	6	30	997.4	65	97	12.6	6	32	997.4	55	94	12.3
7	27	998.3	65	92	9.5	7	30	997.3	65	95	11.4	7	32	997.5	55	98	12.6
8	28	998.3	66	91	8.2	8	29	997.4	65	94	12.2	8	32	997.4	54	98	12.5
9	27	998.2	66	89	8.4	9	29	997.3	65	92	12.3	9	31	997.5	54	96	12.5
10	28	998.3	66	90	8.6	10	30	997.4	65	97	11.7	10	32	997.4	55	94	12.4
11	28	998.2	65	90	9.3	11	29	997.4	65	92	11.5	11	32	997.4	55	94	13
12	27	998.3	65	91	9.3	12	29	997.4	65	97	11.5	12	31	997.5	54	94	12.9
13	28	998.3	66	93	9.5	13	29	997.3	65	95	12.6	13	32	997.5	55	98	12.7
14	28	998.2	66	90	9.4	14	30	997.4	65	97	11.4	14	31	997.5	54	94	12.5
15	27	998.3	66	92	9.4	15	29	997.3	65	97	12.2	15	31	997.4	55	94	12.7
16	28	998.3	66	90	9.8	16	30	997.4	65	94	11.2	16	32	997.5	54	98	12.5
17	28	998.2	66	90	8.4	17	30	997.4	65	94	11.7	17	30	997.4	54	97	13
18	28	998.2	65	94	9.5	18	29	997.3	65	99	11.5	18	32	997.5	55	101	12.3
19	28	998.3	65	89	8.2	19	29	997.3	65	97	11.5	19	32	997.5	55	99	12.6
20	28	998.3	66	92	9.5	20	30	997.4	65	96	12.3	20	31	997.4	54	97	12.5
21	28	998.2	65	91	8.6	21	29	997.3	65	92	11.2	21	32	997.4	55	96	12.5
22	27	998.3	65	90	9.3	22	29	997.4	65	95	12.8	22	32	997.4	54	98	12.4
23	28	998.3	66	94	9.5	23	30	997.3	65	97	11.6	23	31	997.5	54	99	13
24	28	998.2	66	90	9.3	24	29	997.4	65	97	11.7	24	32	997.5	55	94	12.6
25	28	998.3	66	90	8.2	25	29	997.3	65	95	11.5	25	31	997.4	55	98	12.5
26	28	998.3	66	90	9.6	26	29	997.4	65	97	11.5	26	31	997.4	54	94	12.5
27	28	998.2	66	96	9.2	27	30	997.4	65	98	12.3	27	31	997.5	55	100	12.4
28	28	998.3	65	102	9.3	28	29	997.3	65	99	11.2	28	31	997.5	55	104	12.6
29	28	998.3	65	90	9.5	29	30	997.3	65	92	12.8	29	32	997.5	54	94	12.5
30	27	998.3	65	94	8.2	30	29	997.4	65	97	11.2	30	31	997.4	55	99	12.5
Mean	28	998.27	65	91.833	9.087	Mean	29	997.3567	65	95.7	11.83	Mean	31	997.45	54	97.033	12.6

Tabel data observasi cuaca waktu 10.00-12.00 Bandara Adisutjipto Yogyakarta Runway

EVERAGE WEATHER DATA						EVERAGE WEATHER DATA						EVERAGE WEATHER DATA					
Airfield Runway : 27						Airfield Runway : 27						Airfield Runway : 27					
Time 01.00 Z			03.00 Z			Time 02.00 Z			03.00 Z			Time 03.00 Z			03.00 Z		
Date	OAT	Air Press	RH	Wind		Date	OAT	Air Press	RH	Wind		Date	OAT	Air Press	RH	Wind	
	degC	hPa	%	Dir	Speed		degC	hPa	%	Dir	Speed		degC	hPa	%	Dir	Speed
				DegM	Knot					DegM	Knot					DegM	Knot
1	30	997.6	54	96	15.5	1	29	998.3	65	98	14.2	1	26	998.6	64	101	9.4
2	30	997.6	54	97	15.1	2	29	998.4	65	93	13.2	2	27	998.5	65	100	9.3
3	31	997.6	54	101	14.9	3	30	998.3	65	93	13.1	3	26	998.5	65	104	9.5
4	30	997.6	54	95	15.2	4	30	998.4	65	96	13.2	4	26	998.6	65	90	9.4
5	31	997.5	54	98	14.9	5	29	998.3	65	97	13.6	5	27	998.6	64	96	9.3
6	30	997.6	54	98	14.3	6	29	998.3	65	93	13.6	6	26	998.5	65	104	11.3
7	31	997.6	54	102	14.2	7	29	998.4	65	96	13.4	7	27	998.5	65	103	9.4
8	30	997.6	54	110	15.2	8	30	998.3	65	94	15.3	8	26	998.6	65	89	9.6
9	31	997.6	54	98	14.6	9	30	998.4	65	93	15.6	9	27	998.5	64	104	11.4
10	30	997.5	54	98	15.2	10	29	998.4	65	93	13.2	10	27	998.5	64	91	11.2
11	31	997.5	54	98	15.3	11	29	998.3	65	91	13.6	11	26	998.6	64	90	9.4
12	30	997.6	54	98	14.9	12	29	998.4	65	92	13.6	12	27	998.6	65	102	9.3
13	31	997.6	54	97	14.6	13	29	998.3	65	96	13.5	13	26	998.5	65	92	9.5
14	30	997.5	54	98	15.2	14	30	998.3	65	93	14.3	14	27	998.6	64	104	9.4
15	30	997.6	54	98	15.2	15	30	998.4	65	92	14.2	15	27	998.5	64	102	9.3
16	31	997.6	54	110	15.4	16	29	998.3	65	94	13.2	16	26	998.6	65	89	9.3
17	31	997.6	54	96	14.3	17	30	998.3	65	98	13.7	17	27	998.6	65	101	11.3
18	30	997.6	54	98	14.2	18	29	998.4	65	97	13.2	18	26	998.5	64	96	9.4
19	30	997.6	54	95	15.2	19	30	998.3	65	96	14.3	19	27	998.5	65	90	9.6
20	30	997.6	54	101	15.2	20	30	998.3	65	93	15.6	20	26	998.6	65	104	11.4
21	31	997.5	54	98	14.6	21	29	998.4	65	93	13.2	21	27	998.5	65	104	11.2
22	30	997.5	54	102	15.2	22	30	998.3	65	96	13.6	22	26	998.6	64	103	9.4
23	31	997.6	54	95	15.3	23	30	998.4	65	96	13.6	23	27	998.5	64	90	9.3
24	30	997.6	54	98	14.9	24	32	998.4	65	93	13.5	24	26	998.6	65	104	9.5
25	30	997.6	54	97	14.6	25	30	998.3	65	96	14.3	25	27	998.5	65	92	9.4
26	31	997.6	54	98	15.2	26	32	998.3	65	93	14.2	26	27	998.5	64	104	9.3
27	31	997.6	54	100	15.2	27	32	998.4	65	90	13.2	27	26	998.6	65	83	11.3
28	30	997.6	54	108	14.8	28	31	998.3	65	103	13.7	28	27	998.6	65	101	9.4
29	31	997.6	54	98	15.1	29	31	998.4	65	91	13.2	29	26	998.6	65	90	9.4
30	31	997.5	54	104	14.9	30	30	998.4	65	90	14.3	30	26	998.6	65	92	11.3
Mean	30	997.5767	54	99.333	14.95	Mean	30	998.3467	65	94.3	13.81	Mean	27	998.5533	64	97.167	9.91

Tabel data observasi cuaca waktu 01.00-03.00 Bandara Adisutjipto Yogyakarta Runway

Lampiran II

280/.78 Enroute Climb

ISA + 15°C

PRESSURE ALTITUDE (FT)	UNITS MN/KG NM/KTAS	BRAKE RELEASE WEIGHT (1000 KG)									
		85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
41000	TIME/FUEL						28/2050	23/1700	19/1450	16/1300	14/1100
	DIST/SPD						185/425	147/420	123/418	105/416	90/414
40000	TIME/FUEL					32/2300	25/1900	21/1600	18/1400	15/1250	13/1050
	DIST/SPD					211/426	160/420	134/416	114/414	98/413	84/411
39000	TIME/FUEL					27/2100	23/1800	19/1550	17/1350	15/1200	13/1050
	DIST/SPD					174/419	144/415	123/413	106/411	91/410	79/408
38000	TIME/FUEL				29/2300	24/1950	21/1700	18/1500	16/1300	14/1150	12/1000
	DIST/SPD				191/418	155/414	132/411	114/409	99/408	86/406	74/405
37000	TIME/FUEL			32/2500	26/2150	23/1850	20/1650	17/1450	15/1300	13/1150	12/1000
	DIST/SPD			209/418	166/413	141/410	122/408	106/406	93/405	81/403	70/402
36000	TIME/FUEL		36/2800	28/2300	24/2000	21/1800	19/1600	16/1400	14/1250	13/1100	11/950
	DIST/SPD		233/419	179/412	151/408	130/406	113/404	99/403	87/401	76/400	66/399
35000	TIME/FUEL		31/2550	26/2200	23/1950	20/1700	18/1550	16/1350	14/1200	12/1050	11/950
	DIST/SPD		196/411	162/407	139/404	121/402	106/401	94/399	82/398	72/397	63/396
34000	TIME/FUEL	34/2800	28/2400	24/2100	21/1850	19/1650	17/1500	15/1300	13/1150	12/1050	10/900
	DIST/SPD	216/411	176/406	149/402	130/400	114/399	100/397	88/396	78/395	68/394	59/393
33000	TIME/FUEL	31/2600	26/2250	23/2000	20/1800	18/1600	16/1450	14/1300	13/1150	11/1000	10/900
	DIST/SPD	191/404	161/401	138/398	121/396	107/395	94/394	83/392	73/391	64/390	56/390
32000	TIME/FUEL	28/2450	24/2150	22/1900	19/1750	17/1550	15/1400	14/1250	12/1100	11/950	9/850
	DIST/SPD	171/398	146/395	127/393	112/391	99/390	88/389	78/388	69/387	60/386	53/385
31000	TIME/FUEL	26/2300	23/2050	20/1850	18/1650	16/1500	14/1350	13/1200	11/1050	10/950	9/800
	DIST/SPD	152/391	131/389	115/387	102/386	91/385	81/384	72/383	63/382	56/381	49/380
30000	TIME/FUEL	24/2150	21/1950	19/1750	17/1550	15/1400	14/1250	12/1150	11/1000	10/900	8/800
	DIST/SPD	136/385	119/383	106/382	94/381	84/380	75/379	66/378	59/377	52/376	45/376

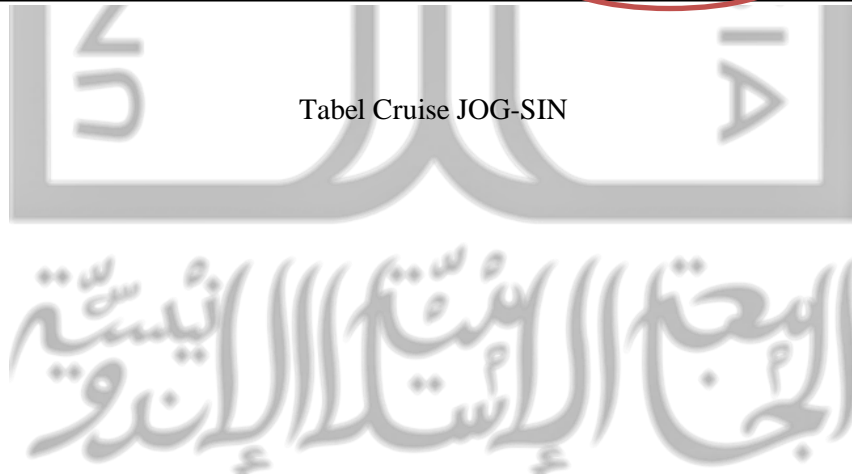
Tabel Climb JOG-SIN

الجمهورية الإسلامية الإندونيسية

.79M Cruise Table
41000 FT to 32000 FT

PRESS ALT (1000 FT)	KIAS STD TAT KTAS		WEIGHT (1000 KG)																	
			85	80	75	70	65	60	55	50	45	40								
41	233	%N1								90.3	88.0	86.5	85.3							
	-29	MAX TAT								-10	-3	2								
	453	FF/ENG								1064	982	923	888							
40	239	%N1						91.5		88.9	87.2	85.8	84.8							
	-29	MAX TAT						-13		-5	0									
	453	FF/ENG						1160		1060	992	940	900							
39	244	%N1					93.3		89.7	87.8	86.4	85.2	84.3							
	-29	MAX TAT					-17		-8	-2										
	453	FF/ENG					1273		1144	1065	1006	959	923							
38	250	%N1					90.6		88.4	86.9	85.7	84.7	83.9							
	-29	MAX TAT					-10		-3	2										
	453	FF/ENG					1232		1142	1076	1023	982	948							
37	256	%N1				91.5		89.0		87.4	86.1	85.1	84.2	83.4						
	-29	MAX TAT				-12		-5		0										
	453	FF/ENG				1330		1223		1149	1091	1044	1007	975						
36	262	%N1			92.8		89.6		87.9		86.6	85.5	84.6	83.8	83.1					
	-29	MAX TAT			-15		-7		-1		3									
	453	FF/ENG			1437		1307		1225		1161	1110	1068	1035	1004					
35	268	%N1		94.0		90.6		88.7		87.4		86.2		85.3	84.5	83.7	83.1			
	-27	MAX TAT		-16		-7		-1		3										
	455	FF/ENG		1554		1400		1309		1240		1185		1138		1101	1069	1041		
34	274	%N1		91.5		89.5		88.1		86.9		86.0		85.1		84.4		83.7	83.2	
	-25	MAX TAT		-8		-2		3		7										
	457	FF/ENG		1501		1398		1323		1263		1213		1171		1138		1106	1082	
33	281	%N1	92.4		90.2		88.8		87.6		86.6		85.8		85.0		84.4		83.7	83.3
	-23	MAX TAT	-9		-2		2		7		10									
	459	FF/ENG	1606		1491		1410		1345		1292		1245		1209		1176		1147	1127
32	287	%N1	90.9		89.4		88.2		87.3		86.4		85.6		85.0		84.3		83.8	83.5
	-20	MAX TAT	-3		1		6		9											
	462	FF/ENG	1385		1498		1429		1373		1323		1282		1248		1216		1190	1174

Tabel Cruise JOG-SIN



Descent

.78/280/250

PRESSURE ALTITUDE (FT)	TIME (MIN)	FUEL (KG)	DISTANCE (NM)			
			LANDING WEIGHT (1000 KG)			
			40	50	60	70
41000	26	340	101	118	130	137
39000	25	330	96	112	124	132
37000	24	330	92	107	119	127
35000	24	320	88	102	113	121
33000	23	320	84	98	109	116
31000	22	310	80	93	103	110
29000	21	310	75	87	96	103
27000	20	300	70	82	90	96
25000	19	290	66	76	84	90
23000	18	280	61	71	78	83
21000	17	270	57	65	72	76
19000	16	260	52	60	66	70
17000	15	250	48	55	60	63
15000	14	240	43	49	54	57
10000	10	200	30	34	36	38
5000	7	150	18	19	20	21
1500	4	110	9	9	9	9

Gambar Descent JOG-SIN

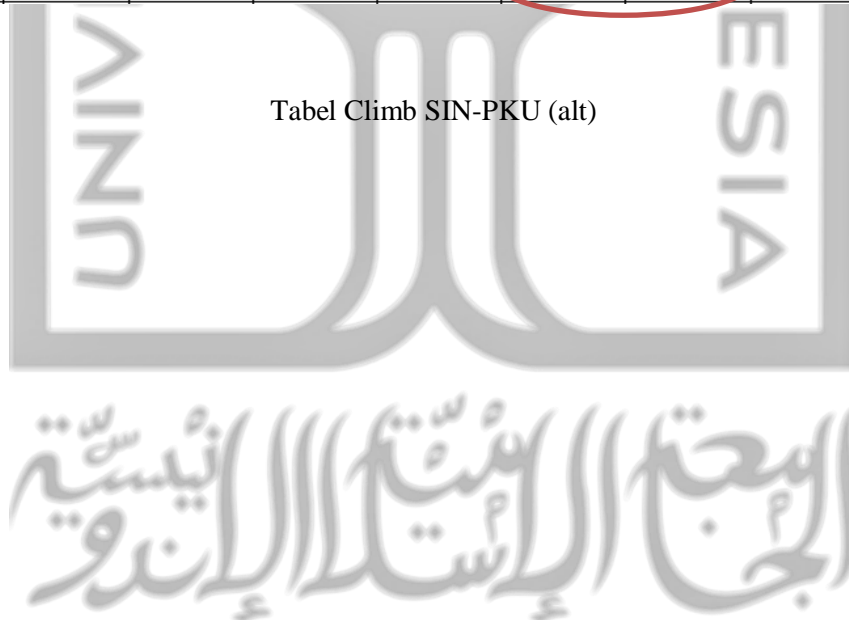


280/.78 Enroute Climb

ISA + 15°C

PRESSURE ALTITUDE (FT)	UNITS MIN/KG NM/KTAS	BRAKE RELEASE WEIGHT (1000 KG)									
		85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
41000	TIME/FUEL						28/2050	23/1700	19/1450	16/1300	14/1100
	DIST/SPD						185/425	147/420	123/418	105/416	90/414
40000	TIME/FUEL					32/2300	25/1900	21/1600	18/1400	15/1250	13/1050
	DIST/SPD					211/426	160/420	134/416	114/414	98/413	84/411
39000	TIME/FUEL					27/2100	23/1800	19/1550	17/1350	15/1200	13/1050
	DIST/SPD					174/419	144/415	123/413	106/411	91/410	79/408
38000	TIME/FUEL				29/2300	24/1950	21/1700	18/1500	16/1300	14/1150	12/1000
	DIST/SPD				191/418	155/414	132/411	114/409	99/408	86/406	74/405
37000	TIME/FUEL			32/2500	26/2150	23/1850	20/1650	17/1450	15/1300	13/1150	12/1000
	DIST/SPD			209/418	166/413	141/410	122/408	106/406	93/405	81/403	70/402
36000	TIME/FUEL		36/2800	28/2300	24/2000	21/1800	19/1600	16/1400	14/1250	13/1100	11/950
	DIST/SPD		233/419	179/412	151/408	130/406	113/404	99/403	87/401	76/400	66/399
35000	TIME/FUEL		31/2550	26/2200	23/1950	20/1700	18/1550	16/1350	14/1200	12/1050	11/950
	DIST/SPD		196/411	162/407	139/404	121/402	106/401	94/399	82/398	72/397	63/396
34000	TIME/FUEL	34/2800	28/2400	24/2100	21/1850	19/1650	17/1500	15/1300	13/1150	12/1050	10/900
	DIST/SPD	216/411	176/406	149/402	130/400	114/399	100/397	88/396	78/395	68/394	59/393
33000	TIME/FUEL	31/2600	26/2250	23/2000	20/1800	18/1600	16/1450	14/1300	13/1150	11/1000	10/900
	DIST/SPD	191/404	161/401	138/398	121/396	107/395	94/394	83/392	73/391	64/390	56/390
32000	TIME/FUEL	28/2450	24/2150	22/1900	19/1750	17/1550	15/1400	14/1250	12/1100	11/950	9/850
	DIST/SPD	171/398	146/395	127/393	112/391	99/390	88/389	78/388	69/387	60/386	53/385
31000	TIME/FUEL	26/2300	23/2050	20/1850	18/1650	16/1500	14/1350	13/1200	11/1050	10/950	9/800
	DIST/SPD	152/391	131/389	115/387	102/386	91/385	81/384	72/383	63/382	56/381	49/380
30000	TIME/FUEL	24/2150	21/1950	19/1750	17/1550	15/1400	14/1250	12/1150	11/1000	10/900	8/800
	DIST/SPD	136/385	119/383	106/382	94/381	84/380	75/379	66/378	59/377	52/376	45/376
29000	TIME/FUEL	22/2050	20/1850	18/1650	16/1500	14/1350	13/1200	11/1100	10/1000	9/850	8/750
	DIST/SPD	123/379	109/378	97/377	86/376	77/375	69/374	61/373	54/372	48/372	42/371
28000	TIME/FUEL	20/1950	18/1750	16/1600	15/1450	13/1300	12/1150	11/1050	10/950	9/850	8/750
	DIST/SPD	112/374	99/373	89/372	80/371	71/370	64/369	57/369	50/368	45/367	39/367
27000	TIME/FUEL	19/1850	17/1650	15/1500	14/1400	13/1250	11/1150	10/1000	9/900	8/800	7/700
	DIST/SPD	102/369	91/368	82/367	73/366	66/366	59/365	53/364	47/364	41/363	36/362
26000	TIME/FUEL	18/1750	16/1600	15/1450	13/1300	12/1200	11/1100	10/950	9/850	8/750	7/700
	DIST/SPD	93/364	83/363	75/363	68/362	61/361	55/361	49/360	43/360	38/359	34/358

Tabel Climb SIN-PKU (alt)



.79M Cruise Table

31000 FT to 25000 FT

PRESS ALT (1000 FT)	KIAS STD TAT KTAS		WEIGHT (1000 KG)									
			85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
31	293	%N1	90.0	88.9	87.8	87.0	86.2	85.5	84.9	84.3	83.9	83.7
	-18	MAX TAT	1	5	9	12						
	464	FF/ENG	1589	1516	1455	1403	1358	1322	1289	1259	1237	1225
30	300	%N1	89.4	88.4	87.6	86.7	86.1	85.5	84.9	84.4	84.0	83.9
	-16	MAX TAT	4	8	11	14						
	466	FF/ENG	1604	1540	1486	1437	1398	1364	1332	1305	1287	1277
29	306	%N1	88.9	88.1	87.3	86.6	86.0	85.4	84.9	84.5	84.2	84.1
	-14	MAX TAT	8	11	14	17	19					
	468	FF/ENG	1627	1570	1519	1476	1440	1407	1377	1354	1340	1332
28	313	%N1	88.6	87.8	87.1	86.5	85.9	85.4	84.9	84.6	84.4	84.3
	-11	MAX TAT	11	14	17	19	21					
	470	FF/ENG	1654	1602	1556	1518	1484	1452	1424	1406	1395	1389
27	320	%N1	88.3	87.6	87.0	86.4	85.9	85.4	85.0	84.8	84.7	84.6
	-9	MAX TAT	14	17	19	21	23					
	472	FF/ENG	1686	1638	1597	1563	1530	1499	1476	1461	1453	1449
26	326	%N1	88.1	87.4	86.9	86.4	85.9	85.5	85.2	85.0	84.9	84.8
	-7	MAX TAT	17	19	21	23	25					
	474	FF/ENG	1722	1679	1643	1610	1577	1550	1531	1520	1513	1511
25	333	%N1	87.9	87.3	86.8	86.4	85.9	85.6	85.3	85.2	85.1	85.1
	-5	MAX TAT	19	21	23	25	26	28				
	476	FF/ENG	1764	1726	1692	1659	1629	1606	1591	1582	1577	1576

Tabel Cruise SIN-PKU (alt)

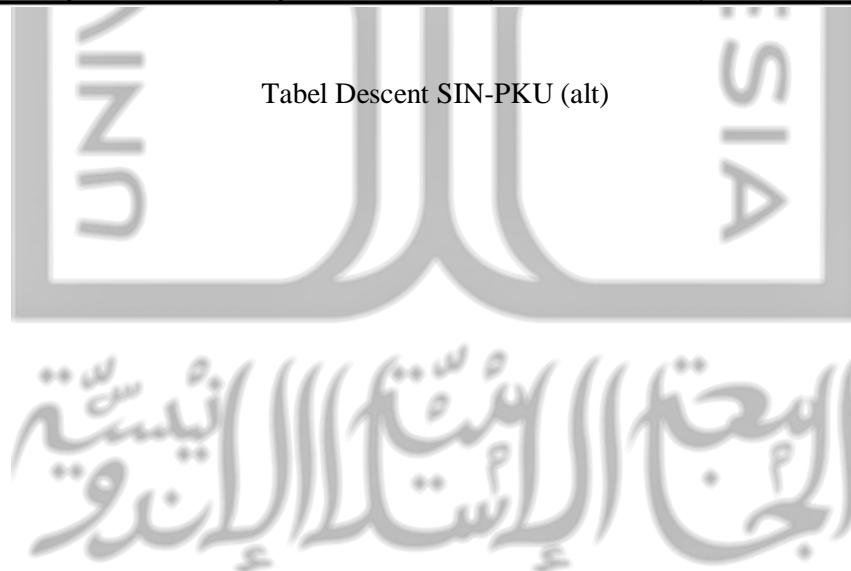
UNIVERSITY OF
SINJAYA
UNIVERSITY OF
SINJAYA

Descent

.78/280/250

PRESSURE ALTITUDE (FT)	TIME (MIN)	FUEL (KG)	DISTANCE (NM)			
			LANDING WEIGHT (1000 KG)			
			40	50	60	70
41000	26	340	101	118	130	137
39000	25	330	96	112	124	132
37000	24	330	92	107	119	127
35000	24	320	88	102	113	121
33000	23	320	84	98	109	116
31000	22	310	80	93	103	110
29000	21	310	75	87	96	103
27000	20	300	70	82	90	96
25000	19	290	66	76	84	90
23000	18	280	61	71	78	83
21000	17	270	57	65	72	76
19000	16	260	52	60	66	70
17000	15	250	48	55	60	63
15000	14	240	43	49	54	57
10000	10	200	30	34	36	38
5000	7	150	18	19	20	21
1500	4	110	9	9	9	9

Tabel Descent SIN-PKU (alt)

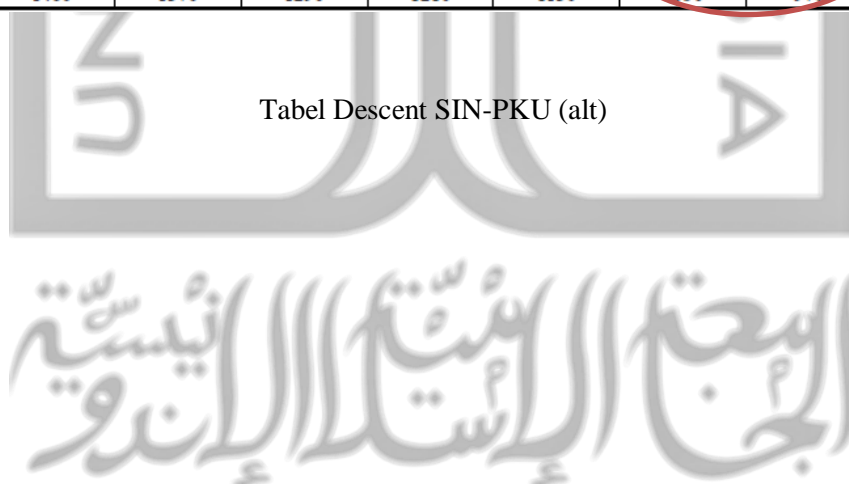


Holding

Flaps Up

PRESSURE ALTITUDE (FT)		WEIGHT (1000 KG)									
		85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
41000	%N1							89.8	86.9	84.0	81.1
	KIAS							214	203	192	180
	FF/ENG							1050	940	840	740
35000	%N1		94.0	90.2	88.0	85.9	83.9	81.7	79.4	76.8	73.9
	KIAS		250	249	240	230	220	210	200	189	178
	FF/ENG		1560	1400	1280	1170	1060	970	890	800	710
30000	%N1	88.4	86.8	85.1	83.4	81.5	79.5	77.4	75.0	72.2	69.4
	KIAS	263	254	246	236	227	218	208	198	187	178
	FF/ENG	1540	1430	1330	1230	1140	1050	950	880	790	720
25000	%N1	84.1	82.6	81.0	79.2	77.3	75.2	73.0	70.7	68.0	65.0
	KIAS	259	251	243	234	225	216	207	197	186	178
	FF/ENG	1490	1400	1300	1210	1120	1030	950	870	810	730
20000	%N1	79.9	78.3	76.5	74.7	72.9	71.0	68.7	66.2	63.8	61.1
	KIAS	257	249	241	233	224	215	205	195	185	178
	FF/ENG	1480	1390	1300	1220	1140	1050	970	890	820	740
15000	%N1	75.6	74.0	72.5	70.6	68.6	66.7	64.6	62.4	59.6	56.7
	KIAS	255	247	239	231	223	214	204	195	185	178
	FF/ENG	1500	1410	1330	1240	1150	1070	990	910	840	760
10000	%N1	71.6	69.9	68.3	66.6	64.9	62.9	60.5	58.1	55.7	53.0
	KIAS	254	246	238	230	222	213	203	194	185	178
	FF/ENG	1510	1420	1340	1250	1170	1090	1010	920	840	780
5000	%N1	67.7	66.2	64.7	62.8	60.7	58.7	56.7	54.5	52.1	49.5
	KIAS	253	245	238	229	221	212	203	193	185	178
	FF/ENG	1520	1430	1350	1270	1190	1110	1030	950	870	810
1500	%N1	65.1	63.4	61.6	59.8	58.1	56.2	54.2	52.0	49.6	47.1
	KIAS	252	244	236	229	221	211	202	192	185	178
	FF/ENG	1540	1460	1370	1290	1210	1130	1050	970	900	840

Tabel Descent SIN-PKU (alt)



280/.78 Enroute Climb

ISA + 15°C

PRESSURE ALTITUDE (FT)	UNITS MDN/KG NM/KTAS	BRAKE RELEASE WEIGHT (1000 KG)									
		85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
41000	TIME/FUEL						28/2050	23/1700	19/1450	16/1300	14/1100
	DIST/SPD						185/425	147/420	123/418	105/416	90/414
40000	TIME/FUEL					32/2300	25/1900	21/1600	18/1400	15/1250	13/1050
	DIST/SPD					211/426	160/420	134/416	114/414	98/413	84/411
39000	TIME/FUEL					27/2100	23/1800	19/1550	17/1350	15/1200	13/1050
	DIST/SPD					174/419	144/415	123/413	106/411	91/410	79/408
38000	TIME/FUEL				29/2300	24/1950	21/1700	18/1500	16/1300	14/1150	12/1000
	DIST/SPD				191/418	155/414	132/411	114/409	99/408	86/406	74/405
37000	TIME/FUEL			32/2500	26/2150	23/1850	20/1650	17/1450	15/1300	13/1150	12/1000
	DIST/SPD			209/418	166/413	141/410	122/408	106/406	93/405	81/403	70/402
36000	TIME/FUEL		36/2800	28/2300	24/2000	21/1800	19/1600	16/1400	14/1250	13/1100	11/950
	DIST/SPD		233/419	179/412	151/408	130/406	113/404	99/403	87/401	76/400	66/399
35000	TIME/FUEL		31/2550	26/2200	23/1950	20/1700	18/1550	16/1350	14/1200	12/1050	11/950
	DIST/SPD		196/411	162/407	139/404	121/402	106/401	94/399	82/398	72/397	63/396
34000	TIME/FUEL	34/2800	28/2400	24/2100	21/1850	19/1650	17/1500	15/1300	13/1150	12/1050	10/900
	DIST/SPD	216/411	176/406	149/402	130/400	114/399	100/397	88/396	78/395	68/394	59/393
33000	TIME/FUEL	31/2600	26/2250	23/2000	20/1800	18/1600	16/1450	14/1300	13/1150	11/1000	10/900
	DIST/SPD	191/404	161/401	138/398	121/396	107/395	94/394	83/392	73/391	64/390	56/390
32000	TIME/FUEL	28/2450	24/2150	22/1900	19/1750	17/1550	15/1400	14/1250	12/1100	11/950	9/850
	DIST/SPD	171/398	146/395	127/393	112/391	99/390	88/389	78/388	69/387	60/386	53/385
31000	TIME/FUEL	26/2300	23/2050	20/1850	18/1650	16/1500	14/1350	13/1200	11/1050	10/950	9/800
	DIST/SPD	152/391	131/389	115/387	102/386	91/385	81/384	72/383	63/382	56/381	49/380
30000	TIME/FUEL	24/2150	21/1950	19/1750	17/1550	15/1400	14/1250	12/1150	11/1000	10/900	8/800
	DIST/SPD	136/385	119/383	106/382	94/381	84/380	75/379	66/378	59/377	52/376	45/376

Tabel Climb SIN-CGK



.79M Cruise Table
41000 FT to 32000 FT

PRESS ALT (1000 FT)	KIAS STD TAT KTAS		WEIGHT (1000 KG)									
			85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
41	233	%N1							90.3	88.0	86.5	85.3
	-29	MAX TAT							-10	-3	2	
	453	FF/ENG							1064	982	923	888
40	239	%N1						91.5	88.9	87.2	85.8	84.8
	-29	MAX TAT						-13	-5	0		
	453	FF/ENG						1160	1060	992	940	900
39	244	%N1					93.3	89.7	87.8	86.4	85.2	84.3
	-29	MAX TAT					-17	-8	-2			
	453	FF/ENG					1273	1144	1065	1006	959	923
38	250	%N1					90.6	88.4	86.9	85.7	84.7	83.9
	-29	MAX TAT					-10	-3	2			
	453	FF/ENG					1232	1142	1076	1023	982	948
37	256	%N1				91.5	89.0	87.4	86.1	85.1	84.2	83.4
	-29	MAX TAT				-12	-5	0				
	453	FF/ENG				1330	1223	1149	1091	1044	1007	975
36	262	%N1			92.8	89.6	87.9	86.6	85.5	84.6	83.8	83.1
	-29	MAX TAT			-15	-7	-1	3				
	453	FF/ENG			1437	1307	1225	1161	1110	1068	1035	1004
35	268	%N1		94.0	90.6	88.7	87.4	86.2	85.3	84.5	83.7	83.1
	-27	MAX TAT		-16	-7	-1	3					
	455	FF/ENG		1554	1400	1309	1240	1185	1138	1101	1069	1041
34	274	%N1		91.5	89.5	88.1	86.9	86.0	85.1	84.4	83.7	83.2
	-25	MAX TAT		-8	-2	3	7					
	457	FF/ENG		1501	1398	1323	1263	1213	1171	1138	1106	1082
33	281	%N1	92.4	90.2	88.8	87.6	86.6	85.8	85.0	84.4	83.7	83.3
	-23	MAX TAT	-9	-2	2	7	10					
	459	FF/ENG	1606	1491	1410	1345	1292	1245	1209	1176	1147	1127
32	287	%N1	90.9	89.4	88.2	87.3	86.4	85.6	85.0	84.3	83.8	83.5
	-20	MAX TAT	-3	1	6	9						
	462	FF/ENG	1585	1498	1429	1373	1323	1282	1248	1216	1190	1174

Tabel Cruise SIN-CGK
 البجعة الاستلائية

Descent

.78/280/250

PRESSURE ALTITUDE (FT)	TIME (MIN)	FUEL (KG)	DISTANCE (NM)			
			LANDING WEIGHT (1000 KG)			
			40	50	60	70
41000	26	340	101	118	130	137
39000	25	330	96	112	124	132
37000	24	330	92	107	119	127
35000	24	320	88	102	113	121
33000	23	320	84	98	109	116
31000	22	310	80	93	103	110
29000	21	310	75	87	96	103
27000	20	300	70	82	90	96
25000	19	290	66	76	84	90
23000	18	280	61	71	78	83
21000	17	270	57	65	72	76
19000	16	260	52	60	66	70
17000	15	250	48	55	60	63
15000	14	240	43	49	54	57
10000	10	200	30	34	36	38
5000	7	150	18	19	20	21
1500	4	110	9	9	9	9

Tabel Descent SIN-CGK



280/.78 Enroute Climb

ISA + 15°C

PRESSURE ALTITUDE (FT)	UNITS MN/KG NM/KTAS	BRAKE RELEASE WEIGHT (1000 KG)									
		85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
41000	TIME/FUEL DIST/SPD						28/2050 185/425	23/1700 147/420	19/1450 123/418	16/1300 105/416	14/1100 90/414
40000	TIME/FUEL DIST/SPD					32/2300 211/426	25/1900 160/420	21/1600 134/416	18/1400 114/414	15/1250 98/413	13/1050 84/411
39000	TIME/FUEL DIST/SPD					27/2100 174/419	23/1800 144/415	19/1550 123/413	17/1350 106/411	15/1200 91/410	13/1050 79/408
38000	TIME/FUEL DIST/SPD				29/2300 191/418	24/1950 155/414	21/1700 132/411	18/1500 114/409	16/1300 99/408	14/1150 86/406	12/1000 74/405
37000	TIME/FUEL DIST/SPD			32/2500 209/418	26/2150 166/413	23/1850 141/410	20/1650 122/408	17/1450 106/406	15/1300 93/405	13/1150 81/403	12/1000 70/402
36000	TIME/FUEL DIST/SPD		36/2800 233/419	28/2300 179/412	24/2000 151/408	21/1800 130/406	19/1600 113/404	16/1400 99/403	14/1250 87/401	13/1100 76/400	11/950 66/399
35000	TIME/FUEL DIST/SPD		31/2550 196/411	26/2200 162/407	23/1950 139/404	20/1700 121/402	18/1550 106/401	16/1350 94/399	14/1200 82/398	12/1050 72/397	11/950 63/396
34000	TIME/FUEL DIST/SPD	34/2800 216/411	28/2400 176/406	24/2100 149/402	21/1850 130/400	19/1650 114/399	17/1500 100/397	15/1300 88/396	13/1150 78/395	12/1050 68/394	10/900 59/393
33000	TIME/FUEL DIST/SPD	31/2600 191/404	26/2250 161/401	23/2000 138/398	20/1800 121/396	18/1600 107/395	16/1450 94/394	14/1300 83/392	13/1150 73/391	11/1000 64/390	10/900 56/390
32000	TIME/FUEL DIST/SPD	28/2450 171/398	24/2150 146/395	22/1900 127/393	19/1750 112/391	17/1550 99/390	15/1400 88/389	14/1250 78/388	12/1100 69/387	11/950 60/386	9/850 53/385
31000	TIME/FUEL DIST/SPD	26/2300 152/391	23/2050 131/389	20/1850 115/387	18/1650 102/386	16/1500 91/385	14/1350 81/384	13/1200 72/383	11/1050 63/382	10/950 56/381	9/800 49/380
30000	TIME/FUEL DIST/SPD	24/2150 136/385	21/1950 119/383	19/1750 106/382	17/1550 94/381	15/1400 84/380	14/1250 75/379	12/1150 66/378	11/1000 59/377	10/900 52/376	8/800 45/376
29000	TIME/FUEL DIST/SPD	22/2050 123/379	20/1850 109/378	18/1650 97/377	16/1500 86/376	14/1350 77/375	13/1200 69/374	11/1100 61/373	10/1000 54/372	9/850 48/372	8/750 42/371
28000	TIME/FUEL DIST/SPD	20/1950 112/374	18/1750 99/373	16/1600 89/372	15/1450 80/371	13/1300 71/370	12/1150 64/369	11/1050 57/369	10/950 50/368	9/850 45/367	8/750 39/367
27000	TIME/FUEL DIST/SPD	19/1850 102/369	17/1650 91/368	15/1500 82/367	14/1400 73/366	13/1250 66/366	11/1150 59/365	10/1000 53/364	9/900 47/364	8/800 41/363	7/700 36/362
26000	TIME/FUEL DIST/SPD	18/1750 93/364	16/1600 83/363	15/1450 75/363	13/1300 68/362	12/1200 61/361	11/1100 55/361	10/950 49/360	9/850 43/360	8/750 38/359	7/700 34/358

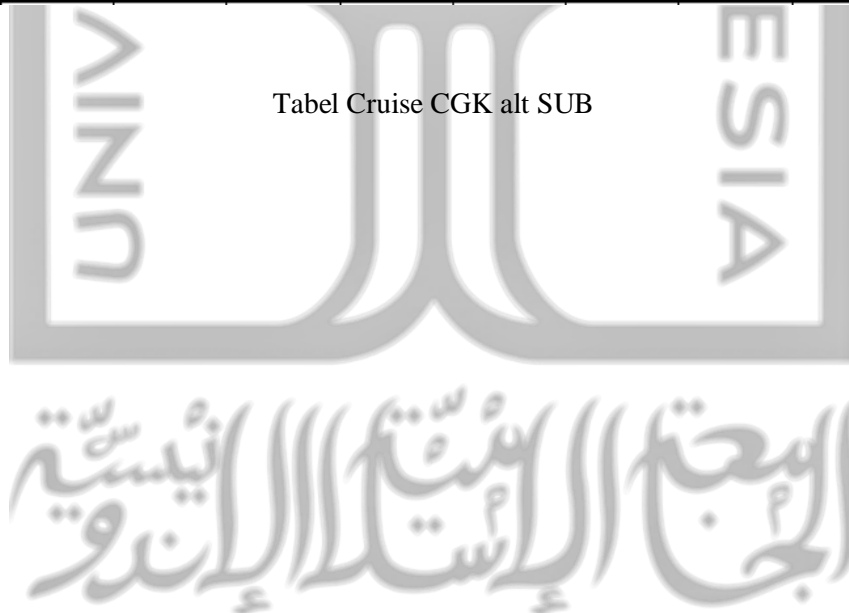
Tabel Climb CGK alt SUB

الجمهورية الإسلامية الأندلسية

.79M Cruise Table
31000 FT to 25000 FT

PRESS ALT (1000 FT)	KIAS STD TAT KTAS		WEIGHT (1000 KG)									
			85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
31	293	%N1	90.0	88.9	87.8	87.0	86.2	85.5	84.9	84.3	83.9	83.7
	-18	MAX TAT	1	5	9	12						
	464	FF/ENG	1589	1516	1455	1403	1358	1322	1289	1259	1237	1225
30	300	%N1	89.4	88.4	87.6	86.7	86.1	85.5	84.9	84.4	84.0	83.9
	-16	MAX TAT	4	8	11	14						
	466	FF/ENG	1604	1540	1486	1437	1398	1364	1332	1305	1287	1277
29	306	%N1	88.9	88.1	87.3	86.6	86.0	85.4	84.9	84.5	84.2	84.1
	-14	MAX TAT	8	11	14	17	19					
	468	FF/ENG	1627	1570	1519	1476	1440	1407	1377	1354	1340	1332
28	313	%N1	88.6	87.8	87.1	86.5	85.9	85.4	84.9	84.6	84.4	84.3
	-11	MAX TAT	11	14	17	19	21					
	470	FF/ENG	1654	1602	1556	1518	1484	1452	1424	1406	1395	1389
27	320	%N1	88.3	87.6	87.0	86.4	85.9	85.4	85.0	84.8	84.7	84.6
	-9	MAX TAT	14	17	19	21	23					
	472	FF/ENG	1686	1638	1597	1563	1530	1499	1476	1461	1453	1449
26	326	%N1	88.1	87.4	86.9	86.4	85.9	85.5	85.2	85.0	84.9	84.8
	-7	MAX TAT	17	19	21	23	25					
	474	FF/ENG	1722	1679	1643	1610	1577	1550	1531	1520	1513	1511
25	333	%N1	87.9	87.3	86.8	86.4	85.9	85.6	85.3	85.2	85.1	85.1
	-5	MAX TAT	19	21	23	25	26	28				
	476	FF/ENG	1764	1726	1692	1659	1629	1606	1591	1582	1577	1576

Tabel Cruise CGK alt SUB

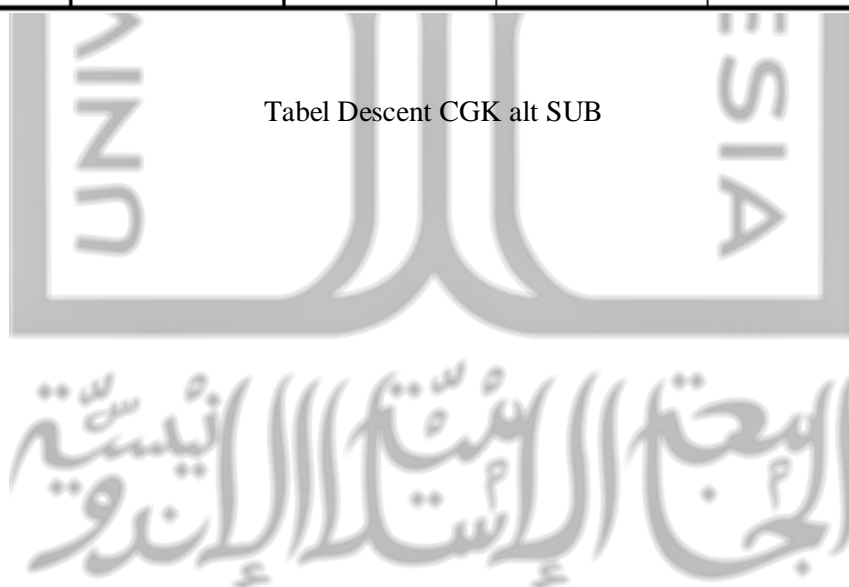


Descent

.78/280/250

PRESSURE ALTITUDE (FT)	TIME (MIN)	FUEL (KG)	DISTANCE (NM)			
			LANDING WEIGHT (1000 KG)			
			40	50	60	70
41000	26	340	101	118	130	137
39000	25	330	96	112	124	132
37000	24	330	92	107	119	127
35000	24	320	88	102	113	121
33000	23	320	84	98	109	116
31000	22	310	80	93	103	110
29000	21	310	75	87	96	103
27000	20	300	70	82	90	96
25000	19	290	66	76	84	90
23000	18	280	61	71	78	83
21000	17	270	57	65	72	76
19000	16	260	52	60	66	70
17000	15	250	48	55	60	63
15000	14	240	43	49	54	57
10000	10	200	30	34	36	38
5000	7	150	18	19	20	21
1500	4	110	9	9	9	9

Tabel Descent CGK alt SUB



Holding Flaps Up

PRESSURE ALTITUDE (FT)		WEIGHT (1000 KG)									
		85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
41000	%N1							89.8	86.9	84.0	81.1
	KIAS							214	203	192	180
	FF/ENG							1050	940	840	740
35000	%N1		94.0	90.2	88.0	85.9	83.9	81.7	79.4	76.8	73.9
	KIAS		250	249	240	230	220	210	200	189	178
	FF/ENG		1560	1400	1280	1170	1060	970	890	800	710
30000	%N1	88.4	86.8	85.1	83.4	81.5	79.5	77.4	75.0	72.2	69.4
	KIAS	263	254	246	236	227	218	208	198	187	178
	FF/ENG	1540	1430	1330	1230	1140	1050	950	880	790	720
25000	%N1	84.1	82.6	81.0	79.2	77.3	75.2	73.0	70.7	68.0	65.0
	KIAS	259	251	243	234	225	216	207	197	186	178
	FF/ENG	1490	1400	1300	1210	1120	1030	950	870	810	730
20000	%N1	79.9	78.3	76.5	74.7	72.9	71.0	68.7	66.2	63.8	61.1
	KIAS	257	249	241	233	224	215	205	195	185	178
	FF/ENG	1480	1390	1300	1220	1140	1050	970	890	820	740
15000	%N1	75.6	74.0	72.5	70.6	68.6	66.7	64.6	62.4	59.6	56.7
	KIAS	255	247	239	231	223	214	204	195	185	178
	FF/ENG	1500	1410	1330	1240	1150	1070	990	910	840	760
10000	%N1	71.6	69.9	68.3	66.6	64.9	62.9	60.5	58.1	55.7	53.0
	KIAS	254	246	238	230	222	213	203	194	185	178
	FF/ENG	1510	1420	1340	1250	1170	1090	1010	920	840	780
5000	%N1	67.7	66.2	64.7	62.8	60.7	58.7	56.7	54.5	52.1	49.5
	KIAS	253	245	238	229	221	212	203	193	185	178
	FF/ENG	1520	1430	1350	1270	1190	1110	1030	950	870	810
1500	%N1	65.1	63.4	61.6	59.8	58.1	56.2	54.2	52.0	49.6	47.1
	KIAS	252	244	236	229	221	211	202	192	185	178
	FF/ENG	1540	1460	1370	1290	1210	1130	1050	970	900	840

Tablel Holding CGK alt SUB

الجمهورية الإسلامية الأندلسية