

**TUGAS AKHIR**

***AIRCRAFT FUEL SIMULATOR* UNTUK PENERBANGAN *VISUAL FLIGHT*  
*RULE (VFR) MENGGUNAKAN RUMUS FLIGHT PLANNING***

**Untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana Strata 1 (S1)**



Diajukan Oleh :

**AJENG RYANDA PRATIKA SUHANDA**

**13030030**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
DEPARTEMEN INFORMATIKA  
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI ADISUTJIPTO  
YOGYAKARTA**

**2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**AIRCRAFT FUEL SIMULATOR UNTUK PENERBANGAN VISUAL  
FLIGHT RULE (VFR) MENGGUNAKAN RUMUS FLIGHT PLANNING**

**Disusun Oleh :**

**AJENG RYANDA PRATIKA SUHANDA**

**NIM : 13030030**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 20 Agustus 2018 dan dinyatakan telah memenuhi syarat guna memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Indro Lukito, S.T., M.Eng.

(  )

Pembimbing II

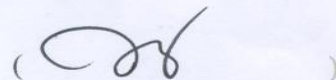
Yuliani Indrianingsih, S.T., M.Kom.

(  )

Susunan Tim Penguji

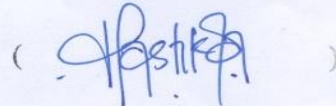
Ketua Penguji

Haruno Sajati, S.T., M.Eng.

(  )

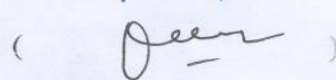
Penguji I

Astika Ayuningtyas, S.Kom., M.Cs.

(  )

Penguji II

Asih Pujiastuti, S.Kom., M.Cs.

(  )

Mengetahui,

a.n Ketua STTA

Waket I



Dedet Hermawan S., S.T., M.T.

NIP. 010202007

Kepala Departemen

Informatika



Anggraini Kusumaningrum, S.Kom., M.Cs.

NIP. 011210095

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ajeng Ryanda Pratika Suhandu  
NIM : 13030030  
Jurusan : Departemen Informatika  
Judul Tugas Akhir : AIRCRAFT FUEL SIMULATOR UNTUK PENERBANGAN  
VISUAL FLIGHT RULE MENGGUNAKAN RUMUS  
FLIGHT PLANNING

Dengan ini menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang disebutkan didalam daftar pustaka. Meleburnya garis pembatas antar pimpinan dan karyawan menimbulkan poin tersendiri dalam skripsi.

Yogyakarta, Agustus 2018  
Yang menyatakan,



Ajeng Ryanda Pratika Suhandu

13030030

## **MOTTO**

Mimpi tidak mempunyai tanggal kadaluarsa, ambil nafas dalam – dalam dan coba lagi, tidak ada kata terlambat untuk kita mencoba.

(Mayor Tek Kerta Suhanda)

Hiduplah secara sederhana, bermimpilah yang besar, berilah cinta, bersyukur dan ikut sertakan Allah di dalamnya.

(Ibu Mujiyantini)

Jika kamu berani bermimpi, maka kamu harus berani mewujudkannya

(Ragil Andaruwati., S.Kom)

Sukses itu bukan soal umur, modal besar, bahkan pintar di kelas, tapi sukses itu dari jaringan pertemanan, motivasi yang kuat, dan sikap yang baik.

(Fikry Maulana., S.T)

Sukses itu bukan lah final, kegagalan tak terllu fatal. Niat dan keberanian untuk melanjutkannya lah yang lebih penting.

(Ajeng Ryanda Pratik Suhanda)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya terbaik ini saya persembahkan kepada :

- ✚ Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia – nya yang telah memberikan saya kemudahan sehingga Skripsi ini dapat selesai.
- ✚ Kepada kedua orang tua terkasih, Bapak Kerta Suhanda, Ibu Mujiyantini dan Adik – adik tersayang Bagus Patria Bhatara Suhanda, Candhika Anisa Wiranda Suhanda, Diaz Divarea Rahmawila Suhanda, dan orang yang special setelah mereka Fikry Maulana yang selalu mengingatkan, memotifasi sehingga skripsi ini dapat selesai.
- ✚ Serta seluruh keluarga besar pakde, bude om, tante dan saudara – saudara yang selalu memberikan motivasi dan semangat sehingga skripsi ini dapat selesai
- ✚ Kepada dosen pembimbing yang senantiasa membantu dan memberikan pengarahan dan kesabaran dalam membimbing bapak Indro Lukito selaku pembimbing 1 dan ibu Yuliani Indrianingsih selaku dosen pembimbing 2.
- ✚ Para dosen dikampus Sekolah Tinggi Teknologi Adisujipto.
- ✚ Saudara seperantauan saya Ragil Andaruwati dan Maria Kristina Duda yang juga selalu mendukung dan membantu saya setiap saat dalam menyelesaikan skripsi ini.
- ✚ Sahabat – sahabat baru saya, Abang Agung Autra Maulana, Abang Ja'far Nawa'wi, Ilham Aulia, dan Hermawan, yang sebulan belakangan ini berjuang bersama dalam menyelesaikan skripsi.
- ✚ Teman-teman sepejuangan Departemen Informatika angkatan 2013.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penyusun panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi yang berjudul ***“AIRCRAFT FUEL SIMULATOR UNTUK PENERBANGAN VISUAL FLIGHT RULE (VFR) MENGGUNAKAN RUMUS FLIGHT PLANNING”***

Skripsi ini merupakan salah satu syarat wajib yang harus ditempuh untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) Departemen Teknik Informatika di Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih bagi semua pihak yang telah memberikan kemudahan, bantuan dan dukungan baik moril maupun materiil dalam proses penyusunan Skripsi ini, yaitu antara lain kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Drs. T. Ken Darmastono, M.Sc., selaku Ketua STT Adisutjipto Yogyakarta.
2. Ibu Anggraini Kusumaningrum, S.Kom., M.Cs. Selaku Ketua Departemen Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto.
3. Bapak Indro Lukito, S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing I yang banyak membantu dan memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Yuliani Indrianingsih, ST,M.Kom. Selaku dosen pembimbing II yang selalu membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Kedua Orang tua tercinta, Bapak Mayor Tek Kerta Suhandha Ibu Mujiyantini dan adik – adik tersayang Bagus Patria Bhatara Suhandha, Candhika Wiranda Anisya Suhandha, Diaz Divarhea Rahmawila Suhandha terimakasih atas setiap doa, motivasi , dan dukungan moril maupun materiil yang tak pernah hentinya. Serta kasih sayang dan kesabaran yang telah di berikannya sehingga penulis dapat termotivasi untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Kekasih saya Fikry Maulana, S.T., yang selalu mengingatkan, memotivasi dan mendukung dari kejauhan dalam pembuatan tugas akhir ini (terimakasih atas kesabaran dan penantiannya).
7. Saudara perempuan seperantaua, Ragil Andaruwati S.Kom, Maria Kristina Duda S.kom, yang selalu membantu, memberikan semangat, motivasi serta dorongan kepada penulis, saudara laki – laki seperantauan Danang Prasetya Ali Mukti, S.T., dan Koko Wiyono calon S.Kom yang selalu ada untuk memberikan semangat serta dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Anggota Lembah Tidar, Agung Autra Maulana. Ja'far Na'wawi, Hermawan, dan Ilham yang telah memberikan semangat dan dorongan untuk saling mengingatkan tanggung jawab dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Kepada pihak-pihak yang belum penulis sebutkan diatas, bukan berarti penulis melupakan dan mengabaikan anda semua, Penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi setiap pembaca khususnya Mahasiswa Departemen Teknik Informatika Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta sehingga dapat dijadikan acuan dalam penyusunan Skripsi.

Yogyakarta, 27 Agustus 2018

Ajeng Ryanda Pratika Suhandu

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori .....	7
2.2.1 Cessna 172 .....	7
2.2.2 Perencanaan Terbang .....	8



2.2.3	Waktu Tempuh Penerbangan ( <i>Enroute Time</i> ).....	10
2.2.4	Perhitungan Terbang .....	10
2.2.4.1	Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar .....	12
2.2.4.2	Keberlakuan <i>Flight Plan</i> .....	13
2.2.5	<i>Aircraft Routing</i> .....	13
2.2.6	Pemilihan ketinggian Terbang .....	14
2.2.7	VFR ( <i>Visual Flight Rule</i> ).....	14
2.2.8	IFR ( <i>Instrumen Flight Rule</i> ) .....	15
2.2.9	Metode Pemilihan Jalur ( <i>Curse</i> ).....	15
2.2.10	PHP ( <i>Hypertext Preprocessor</i> ) .....	16
2.2.11	Data Base Server .....	16
2.2.11	<i>Flowchart Diagram</i> .....	17
2.2.11	Diagram Alir Data (DAD) .....	17
2.2.11	Galat Mutlak .....	18

### **BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM..... 19**

3.1	Kebutuhan <i>Hardware</i> dan <i>software</i> .....	19
3.1.1	Dukungan <i>Hardware</i> .....	19
3.1.2	Dukungan <i>Software</i> .....	19
3.2	Perancangan Aplikasi .....	20
3.2.1	Diagram Konteks Aplikasi .....	20
3.2.2	Data <i>Flow Diagram</i> (DFD) Level 0 .....	20
3.2.3	Data <i>Flow Diagram</i> (DFD) Level 1 .....	22
3.2.4	<i>Entity Relational Diagram</i> (ERD).....	23

3.3	Perancangan <i>Flowchart</i> Aplikasi .....	24
3.3.1	<i>Flowchart</i> Rumus <i>Flight Planning</i> .....	26
3.4	Perancangan <i>Database</i> .....	28
3.4.1	Tabel <i>User</i> .....	28
3.4.2	Tabel <i>Airport</i> .....	28
3.4.3	Tabel <i>Flight Route Detail</i> .....	29
3.4.4	Tabel <i>Simulation</i> .....	29
3.5	Perancangan Tampilan Antarmuka Aplikasi.....	30
3.5.1	Perancangan Menu <i>Home User</i> .....	30
3.5.2	Perancangan Menu Simulasi Pengguna .....	31
3.5.3	Perancangan Hasil Simulasi Pengguna .....	32
3.5.4	Perancangan <i>Login Administrator</i> .....	33
3.5.5	Perancangan <i>Home</i> .....	34
3.5.6	Perancangan <i>Master Data</i> .....	35
3.5.7	Perancangan Halaman <i>Airport</i> .....	36
3.5.8	Perancangan Halaman Tambah <i>Airport</i> .....	37
3.5.9	Perancangan Halaman Edit <i>Airport</i> .....	38
3.5.10	Perancangan <i>Flight Route</i> .....	39
3.5.11	Perancangan Tambah <i>Route</i> .....	40
3.5.12	Perancangan Halaman Edit <i>Route Flight</i> .....	41
3.5.13	Perancangan <i>Simulation Admin</i> .....	42
3.5.14	Perancangan Hasil Simulasi.....	43
3.5.15	Perancangan Laporan <i>Simulation</i> .....	44

<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM .....</b>	<b>46</b>
4.1 Implementasi Aplikasi.....	46
4.1.1 Tampilan Menu Utama .....	46
4.1.2 Tampilan Menu <i>Login</i> .....	47
4.1.3 Implementasi Menu Master Data .....	48
4.1.4 Menu Master Data <i>Airport</i> .....	48
4.1.5 Tampilan Halaman <i>Add Airport</i> .....	48
4.1.6 Tampilan Halaman <i>Edit Airport</i> .....	49
4.1.7 Data <i>Flight Route</i> .....	49
4.1.8 Tampilan Halaman <i>Add Route</i> .....	50
4.1.9 Tampilan Halaman Edit Route .....	50
4.1.10 Simulasi .....	51
4.1.11 Tampilan Hasil Proses .....	52
4.1.12 <i>Simulation Report</i> .....	53
4.1.13 Menu Logout .....	53
4.2 Pembahasan Flight Plan Manual .....	54
4.2.1 Penentuan Parameter Terbang.....	54
4.2.2 Uji Coba Perhitungan Aplikasi .....	69
4.3 Analisa Hasil .....	74
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>81</b>
5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Simbol <i>Flowchart</i> .....	17
Tabel 3.1	Simbol Diagram .....	18
Tabel 3.1	Struktur Dari Tabel User .....	28
Tabel 3.2	Struktur Tabel <i>Airport</i> .....	28
Tabel 3.3	Struktur Tabel Flight Route .....	29
Tabel 3.4	Struktur Tabel Simulation .....	30
Tabel 4.1	Cuplikan Uji Coba Manual .....	68
Tabel 4.2	Cuplikan Analisis Hasil Uji Coba Sistem dan Manual .....	75
Tabel 4.3	Selisih Perhitungan Manual dan Aplikasi .....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	<i>Diagram Konteks</i> .....	20
Gambar 3.2	<i>Data Flow Diagram Level 0</i> .....	21
Gambar 3.3	<i>Data Flow Diagram Level 1</i> .....	22
Gambar 3.4	<i>Entity Relational Diagram</i> .....	23
Gambar 3.5	<i>Flowchat Aplikasi</i> .....	25
Gambar 3.6	<i>Flowchat Rumus Flight Plan</i> .....	27
Gambar 3.7	Tampilan Halaman <i>Home</i> Untuk Pengguna .....	32
Gambar 3.8	Tampilan Halaman <i>Simulation</i> Pengguna .....	33
Gambar 3.9	<i>Interface</i> Halaman Hasil Simulasi .....	34
Gambar 3.10	<i>Interface</i> Halaman <i>Login</i> .....	35
Gambar 3.11	Tampilan Perancangan Halaman <i>Home</i> .....	36
Gambar 3.12	Tampilan Perancangan Halaman <i>Master Data</i> .....	37
Gambar 3.13	Perancangan Halaman <i>Airport</i> .....	38
Gambar 3.14	Perancangan Halamn <i>Add Airport</i> .....	39
Gambar 3.15	Perancangan Halaman <i>Edit Data Airport</i> .....	40
Gambar 3.16	Perancangan Halaman <i>Flight Route</i> .....	41
Gambar 3.17	Perancangan Halaman <i>Add Route Flight</i> .....	42
Gambar 3.18	Perancangan Halaman <i>Edit Data Route Flight</i> .....	43
Gambar 3.19	Perancangan Halaman <i>Simulasi Administrator</i> .....	44
Gambar 3.20	Perancangan Hasil Simulasi .....	45
Gambar 3.21	Perancangan Halaman Laporan Simulasi .....	47
Gambar 4.1	Tampilan Menu Utama .....	47
Gambar 4.2	Tapilan Menu <i>Login</i> .....	48
Gambar 4.3	Menu Master Data <i>Airport</i> .....	48
Gambar 4.4	Tampilan Halaman <i>Add Airport</i> .....	49

Gambar 4.5	Halaman <i>Edit Airport</i> .....	49
Gambar 4.6	Menu Data <i>Flight Route</i> .....	50
Gambar 4.7	Tampilan <i>Halaman Add Route</i> .....	51
Gambar 4.8	Tampilan Halaman Edit Route .....	51
Gambar 4.9	Tampilan Halaman <i>Simulation</i> .....	52
Gambar 4.10	Tampilan Hasil Proses .....	52
Gambar 4.11	Tampilan Halaman <i>Simulation Report</i> .....	53
Gambar 4.12	Menu <i>Logout</i> .....	53
Gambar 4.13	<i>Route</i> Terbang Merpati <i>Training Center</i> .....	56
Gambar 4.14	Ketinggian Terbang Merpati <i>Training Center</i> .....	57
Gambar 4.18	Tampilan Uji Coba Perhitungan Aplikasi 1 .....	69
Gambar 4.15	Tampilan Hasil Uji Coba Perhitungan Aplikasi 1 .....	70
Gambar 4.16	Tampilan Uji Coba Perhitungan Aplikasi 2 .....	71
Gambar 4.17	Tampilan Hasil Uji Coba Perhitungan Aplikasi 2.....	72
Gambar 4.18	Tampilan Uji Coba Perhitungan Aplikasi 3 .....	73
Gambar 4.19	Tampilan Hasil Uji Coba Perhitungan Aplikasi 3 .....	74

***AIRCRAFT FUEL SIMULATOR UNTUK PENERBANGAN VISUAL FLIGHT  
RULE (VFR) MENGGUNAKAN RUMUS FLIGHT PLANNING***

**Oleh:  
Ajeng Ryanda Pratika Suhandi  
NIM : 13030030**

**INTISARI**

Perencanaan terbang atau flight planning merupakan sebuah bentuk perencanaan terbang bagi awak cockpit untuk melakukan misi terbang yang akan dilakukannya. Mengacu kepada peraturan – peraturan perencanaan terbang yaitu, Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil ( PKPS), Private Pilot Guidance Handbook FAA Edition perhitungan waktu terbang, Handbook Cessna 172 Section 1 General, Revision 4 dan Civil Aviation Safety Regulation (CASR) Part 121 tentang penerbangan sipil disebutkan bahwa penerbangan dapat dilakukan dengan atau perencanaan terbang, perencanaan terbang terdiri dari perencanaan rute terbang, perencanaan waktu, perencanaan ketinggian, perhitungan waktu terbang dan perhitungan bahan bakar dalam misi terbang. Perencanaan waktu terbang memerlukan perencanaan yang matang dan akurat. Dalam penerbangan visual dan penerbangan latihan bagi siswa penerbang, perencanaan terbang dilakukan dengan cara dan perhitungan manual. Diperlukan model perencanaan dan perhitungan terbang dengan menggunakan sistem berbasis web, sehingga hasil perencanaan yang didapatkan akan lebih cepat dan akurat. Beberapa formula terkait dengan perhitungan ini adalah perhitungan climb, perhitungan cruise dan perhitungan descent. Sistem berbasis web yang dibangun telah dilakukan pengujian dengan hasil uji coba secara keseluruhan bahwa aircraft fuel simulator direkomendasikan karena selisih eror untuk time climb 0,00%, distance climb 0,00%, distance cruise 0,05%, true air speed 0,00%, time cruise 0,06%, time distance 0,05%, distance descent 0,00 %, fuel climb 0,00%, fuel cruise 0,16%, fuel distance 0,00 % trip time 0,05%, dan trip fuel 0,12% masih dalam batas toleransi.

Kata Kunci : *Web, flight planning, fuel consumption, Visual Flight Rule.*

**AIRCRAFT FUEL SIMULATOR FOR VISUAL FLIGHT RULE (VFR) USING  
FORMULA FLIGHT PLANNING**

**BY**

**Ajeng Ryanda Pratika Suhandu**

**NIM : 13030030**

**ABSTRACT**

*Flight planning is for the cockpit crew to carry out the flying mission to be carried out. Referring to flight planning regulations namely, Pilot Guidebook Personal Pilot FAA Edition calculation of flight time, Cessna 172 Part 1 General, Revision 4 Handbook and Civil Aviation Safety Regulations (CASR) Part 121 on flights Civil states that flights can be carried out with flight planning, flight planning consists of flight route planning, time planning, altitude planning, calculation of flight time and fuel calculation in flight missions. flight planning requires careful and accurate planning. In visual flights and training flights for pilot students, flight planning is done by manual and manual calculation. Required planning and flight calculation models using a web-based system, so that the results of the planning obtained will be faster and more accurate. Some of the formulas associated with this calculation of climb, calculation of cruise and calculation of descent. The web-based system that was built has been tested with an aircraft fuel simulator recommended because of the error in the error time climb 0,00%, distance climb 0,00%, distance cruise 0,05%, true air speed 0,00%, time cruise 0,06%, time distance 0,05%, distance descent 0,00 %, fuel climb 0,00%, fuel cruise 0,16%, fuel distance 0,00 % trip time 0,05%, and trip fuel 0,12% still within tolerance.*

*Keywords: Web, flight planning, fuel consumption, Visual Flight Rule.*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sesuai dengan peraturan penerbangan CASR Part 121 tentang penerbangan sipil disebutkan bahwa penerbangan dapat dilakukan dengan terlebih dahulu dilakukan kajian terbang yang disebut dengan *Flight plan* atau perencanaan terbang. Dalam perencanaan terbang terdiri dari perencanaan rute terbang, perencanaan kebutuhan bahan bakar dan perhitungan waktu terbang. (Sumber: Republik Of Indonesia Departement *Of Communication*,2010)

Dimana dalam perencanaan tersebut harus dilakukan dengan perhitungan yang benar dan tepat, perencanaan rute terbang mengikuti pola rute terbang yang sesuai oleh rute navigasi terbang sedangkan perencanaan bahan bakar mengacu ke pada jumlah tingkat bahan bakar yang di sesuaikan dengan jenis pesawat yang akan beroperasi. Perhitungan bahan bakar dilakukan dari proses perhitungan *climb cruise*, dan *distance*. *Climb* adalah proses menanjak *cruise* merupakan terbang jelajah dan *distance* merupakan tahapan terbang pada saat meninggalkan ketinggian untuk segera mendarat.

Penerbangan secara umum dilakukan menggunakan instrument *flight* dan *visual flight*. Aturan penerbangan secara *visual* dikenal dengan nama *Visual flight rule* (VFR), sedangkan penerbangan yang dilakukan dengan instrument dikenal dengan nama *Instrument Flight Rule* (IFR). Pesawat berbadan besar dengan jumlah penumpang yang banyak dan terbang dalam posisi ketinggian yang tinggi selalu menggunakan sistem penerbangan IFR (*Instrument Flight Rule*) dimana didalam sistem tersebut perhitungan perencanaan terbang dilakukan secara otomatis dimulai dari menghitung bahan bakar, menghitung waktu terbang, dan ketinggian terbang semua dilakukan secara otomatis oleh sistem yang sudah dipasang dalam pesawat.

Namun untuk pesawat-pesawat yang dioperasikan secara terbang VFR sering ditemui pesawat tidak dilengkapi dengan alat otomatisasi perhitungan kebutuhan

bahan bakar, waktu terbang dan rute terbang. Pesawat yang terbang secara VFR dimana pesawat harus terbang rendah masih sering ditemui perhitungan perencanaan terbang menggunakan cara manual. Hal ini tentu akan menjadi beban bagi para penerbang atau para pilot yang melakukan penerbangan VFR.

Pada penerbangan VFR tetap mengacu kepada rute *visual chart*, yang dikeluarkan oleh badan tertentu untuk penerbangan dengan memiliki tampilan lekuk,realif permukaan bumi. Penerbang sebelum dia melakukan tugas terbangnya selalu menghitung waktu terbang, ketinggian terbang, dan kebutuhan bahan bakarnya untuk setiap masing- masing rute terbang yang dilakukannya. Tentunya akan menjadi beban bagi para pilot, apa lagi para pilot tersebut dituntut untuk segera terbang atau segera menjalankan misi terbang dengan waktu yang singkat. Untuk beberapa sekolah penerbangan di mana mereka para siswa penerbang harus terbang dengan terbang *visual* siswa dituntut untuk mampu melakukan terbang secara manual.

Sistem Informatika memungkinkan untuk memberikan solusi tentang sistem perencanaan penerbangan untuk VFR yang dapat membantu pilot untuk menyelesaikan tugasnya. Hal ini tentu dapat membantu pilot atau siswa pilot untuk menyelesaikan perencanaan terbangnya dengan hasil yang lebih cepat dan akurat. Karena perhitungan yang salah akan berdampak kepada keselamatan penerbangan.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka didapatkan beberapa rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana melakukan perhitungan perencanaan terbang dalam sistem *flight planning*, yang mengacu pada CASR part 121 tentang Penerbangan Berjadwal, CASR part 135 tentang penerbangan tidak berjadwal dan perintis?
2. Bagaimana membangun sistem *aircraft fuel simulator* untuk mengidentifikasi rute terbang, perencanaan waktu terbang, dan perencanaan jumlah bahan bakar yang akan digunakan setiap persiapan terbangnya.

3. Bagaimana melakukan penerapan aplikasi perhitungan waktu terbang dan bahan bakar pesawat yang terbang secara *visual flight rules* (VFR) berbasis web di industri penerbangan sipil.
4. Penerapan *Flight Planning* untuk perencanaan terbang.
5. Membuat sistem ( *time climb, distance climb, distance cruise, true air speed, time cruise, time distance, distance descent, fuel climb, fuel cruise, fuel distance trip time, trip fuel* )

### **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka skripsi ini dibatasi oleh:

1. Dalam perhitungan waktu dan kebutuhasn terbang menggunakan aplikasi berbasis web dengan bahasa pemrograman PHP.
2. Perhitungan waktu terbang dan kebutuhan bahan bakar saat terbang sesuai peraturan keselamatan penerbangan sipil atau *Civil Aviation Safety Regulation* (CASR).
3. Aplikasi ini hanya untuk penerbangan *Visual Flight Rule* (VFR) dengan ketinggian terbang hingga 12.000 feet menggunakan pesawat Cessna 172 milik Merpati Training Center.
4. Aplikasi ini hanya untuk penerbangan *visual* dalam kondisi cuaca *clear*

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengertian *Flight Plan* sebagai bentuk perencanaan terbang yang *mandatorry* dilakukan sebelum misi penerbangan dilakukan.
2. Mengetahui perhitungan perencanaan terbang dalam sistem *flight planning*, mengacu CASR part 121 tentang Penerbangan Berjadwal, CASR part 135 tentang penerbangan tak berjadwal dan perintis.

3. Mampu membangun sistem informasi dalam mengidentifikasi rute terbang, perencanaan waktu terbang, dan perencanaan jumlah bahan bakar yang akan digunakan setiap persiapan terbangnya.
4. Mampu melakukan penerapan aplikasi perhitungan waktu terbang dan bahan bakar pesawat yang terbang secara *Visual Flight Rules* (VFR) berbasis web di industri penerbangan sipil.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Sesuai dengan masalah dan tujuan penelitian yang telah disebutkan diatas, maka manfaat dari tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan sistem yang mampu menjadikan alat bantu kerja bagi unit operasional penerbangan dalam proses perhitungan bahan bakar dalam misi terbang yang akan dilakukannya.
2. Membantu para siswa penerbang dalam melakukan perhitungan perencanaan penerbangan (*flight planning*)
3. Menambah wawasan ilmu penerbangan bagi Departemen Informatika khususnya dalam membangun sistim informatika dibidang penerbangan.

### **1.6 Metodologi Penelitian**

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini , yaitu:

1. Metode Pengumpulan Data
  - a. Metode wawancara  
Metode dengan mengadakan wawancara langsung dengan praktisi penerbangan yang berkaitan.
  - b. Metode Observasi  
Metode dengan mengadakan penelitian langsung pada sekolah Merpati Training Center (MTC)
  - c. Metode Kepustakaan

Diambil dari referensi *Civil Aviation Safety Regulation (CASR)*, *International Air Transport Association (IATA)*, *International Civil Aviation Organization (ICAO)*, Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKPS). Dan beberapa *Company Operation Manual*, dimana peraturan tersebut bersifat mengikat dan wajib hukumnya untuk ditaati demi keselamatan penerbangan.

2. Analisa Kebutuhan Sistem

Analisa yang dibutuhkan meliputi analisa kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras, analisa kebutuhan sistem, dan analisa kebutuhan proses.

3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada tugas akhir ini menggunakan perangkat pemodelan logic seperti membuat *diagram konteks* yang menggambarkan hubungan sistem dengan lingkungan, membuat diagram alir yang merupakan bentuk lebih detail dari *diagram konteks*, membuat desain pembuka, *main menu*, *input output* dan berdasarkan algoritma dan pemrograman dengan *flowchart* yang sudah dibuat.

4. Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan penerapan perancangan sistem yang telah dibuat kedalam bahasa pemrograman PHP dan berbasis *Client Sever*.

5. Pengujian

Pengujian ini akan menguji sistem secara keseluruhan apakah sistem yang dibuat telah dapat berjalan dengan benar dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Arrow. J, Kenneth (1947) membahas tentang efek angin pada sekmen terbang dimana angin terdiri dari dua unsur pembentuk yaitu angin yang membuat pesawat makin cepat terbang *quickest* atau *faster* dan angin yang membuat pesawat *slowest* lebih lambat, kedua bagian dari angin tersebut menjadi problem tersendiri bagi pesawat untuk terbang karena pesawat harus mempertahankan pada kecepatannya untuk bisa mempertahankan ketinggiannya.

Collins. P, Bela (1982) membahas tentang *fuel consumption* atau tingkat penggunaan bahan bakar dalam penerbangan sipil yang menjadi point atau titik kritis yang digunakan dalam estimasi pengaruh terhadap prosedur *Air Traffic Controller* (ATC) adalah bagaimana melakukan metode perhitungan *fuel consumption* yang mudah dipahami oleh petugas ATC melalui prosedur ATC, *evaluasi* yang mudah dipahami oleh prosedur ATC membuat berkurangnya perbedaan pemahaman antara prosedur ATC dengan perencanaan terbang yang direncanakan oleh penerbang. Di dalam *estimasi a fuel consumption* perlunya seorang ATC mengetahui bahwa bahan bakar pesawat yang dibawa terbatas.

Agus Fahrul, Dedi Fuadi, dkk (2017) membahas tentang sistem informasi geografis untuk simulasi rute penerbangan *virtual flight rule* menjelaskan bahwa pilot penerbangan *virtual* menggunakan rute berbasis peta untuk pengoprasian pesawat *virtualnya*. Untuk itu, diperlukan sistem yang mampu melakukan analisis rute yang mesti diambil oleh seorang penerbangan *virtual*, bertujuan membuat sistem informasi geografis untuk simulasi rute penerbangan virtual menggunakan teknik pemrograman. Teknik pemrograman dipilih karena kemampuannya melakukan analisis untuk optimasi rute terutama pada jenis penerbangan *Visual Flight Rule* (VFR) .

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Cessna 172

Cessna 172 merupakan pesawat produksi pabrikan Cessna di Wichita, Kansas USA. Pesawat jenis ini digunakan oleh Merpati Nusantara sebagai pesawat latih penerbang pada sekolah pilot di Merpati *Training Center*. Cessna 172 terbang pertama kali pada tahun 1967.

Merpati Pilot *School* dalam wadah Merpati *Training Center* mulai melayani pendidikan untuk masyarakat umum terhitung tanggal 16 Februari 2010. Sekolah Penerbang ini berlokasi bersebelahan dengan Merpati *Maintenance Facility*. Sekolah Penerbang ini mengacu pada peraturan Part 141 *Directorate General of Civil Aviation* tertanggal 18 August 2009 dengan mengoperasikan sembilan pesawat Cessna C172 beregistrasi PK-MTA VFR *Training Flight Mission* VFR *Artificial Rain operator* MNA berstatus *serviceable*, PK-MTC VFR *Training Flight Mission* VFR *Artificial Rain operator* MNA berstatus *serviceable*, PK-MTD VFR *Training Flight Mission* VFR *Artificial Rain operator* MNA berstatus *serviceable*, PK-MTE VFR *Training Flight Mission* VFR *Artificial Rain operator* MNA berstatus *serviceable*, PK-MTF VFR *Training Flight Mission* VFR *Artificial Rain operator* MNA berstatus *serviceable*, PK-MTG VFR *Training Flight Mission* VFR *Artificial Rain operator* MNA berstatus *serviceable*, PK-MTH VFR *Training Flight Mission* VFR *Artificial Rain operator* MNA berstatus *AOG unserviceable* , PK-MTI VFR *Training Flight Mission* VFR *Artificial Rain operator* MNA berstatus *crash* dan PK-MSJ VFR *Training Flight Mission* VFR *Artificial Rain operator* MNA berstatus *serviceable* .

*Ground school* bagi kadet penerbang dilakukan di Merpati *Training Centre* Surabaya, dan *flight training* dilakukan di Bandara Budiarto, Curug selain itu juga dilaksanakan pelatihan terbang di Bandara Trunojoyo, Sumenep - Madura. Instruktur penerbang yang melaksanakan pelatihan diambil dari para penerbang Merpati Nusanatra Airlines yang telah memiliki sertifikasi instruktur dengan total jam terbang di atas 500 jam terbang.

Mengacu data Karakteristik umum pesawat Cessna 172 (Sumber: Handbook Manual Cessna 172 section 1 general, revision 4) didapatkan data sebagai berikut:

- a. *Crew* : 1 orang
- b. Kapasitas muatan : 3 orang atau setingkat beratnya
- c. Panjang pesawat : 8,28 meter
- d. Rentang sayap : 11 meter
- e. Tinggi pesawat : 2,72 meter
- f. Luas sayap : 16,2 meter
- g. Berat kosong pesawat : 767 Kg
- h. Berat dalam *gross weight* : 1.111 Kg
- i. Kapasitas tanki bahan bakar : 42 US Gal  
 $42 \times 3,79 \text{ kg} = 159,18 \text{ kg}$   
 $159,18 / 0,76 = 209 \text{ 447 liter}$
- j. Permesinan : 1x *Engine Lycoming IO-360-L2A*  
4 silinder, 160 hp (120 kw)
- k. Kecepatan jelajah : 122knot
- l. Jarak terbang maksimum : 696 NM
- m. Ketinggian maksimum : 12.000 feet
- n. Laju pendakian : 721 feet/menit
- o. Muatan sayap : 14,1 lb/sq feet (68.6kg/m<sup>2</sup>)

### 2.2.2 Perencanaan Terbang

*Flight plan* adalah sebuah bentuk perencanaan terbang bagi awak *cockpit* untuk misi terbang yang akan dilakukannya. Perencanaan terbang atau (*flight plan*) terdiri dari perencanaan waktu pelaksanaan terbang berupa waktu berangkat dan waktu rencana mendarat di bandara tujuan, perencanaan rute terbang, perencanaan ketinggian terbang, perencanaan kecepatan pesawat, perencanaan jumlah bahan bakar yang akan dibawa dan dimuat kedalam tangki bahan bakar pesawat, dan perencanaan



kelengkapan misi terbang yang disesuaikan dengan rencana terbang yang akan dilakukannya.

Umumnya pelaksanaan pembuatan *flight plan* dilakukan beberapa waktu sebelum penerbangan dijalankan. Dari perencanaan diatas, yang paling mendapatkan perhatian khusus terkait dengan perhitungan terbang adalah perencanaan waktu terbang dan perencanaan jumlah bahan bakar yang terpakai dalam penerbangan tersebut.

Waktu terbang (*flight time*) dan jumlah bahan bakar yang termuat ke dalam pesawat terbang tergantung dari kecepatan pesawat, ketinggian terbang dan arah angin yang bekerja pada pesawat saat terbang jelajah. Selain itu, angin juga mempengaruhi seberapa lama pesawat terbang menuju bandara tujuan dan seberapa banyak bahan bakar yang dibawanya.

*Flight plan* yang sudah disiapkan oleh *dispatcher* disertai informasi tentang kondisi pesawat yang harus layak terbang, kondisi dan prakiraan cuaca sepanjang perjalanan, bandara tujuan dan beberapa bandara sekitarnya, serta informasi lain yang berkaitan dengan penerbangan itu sendiri. Informasi tersebut merupakan data bagi penerbang untuk memutuskan berapa jumlah bahan bakar yang harus dimuat. Kurang lebih satu jam sebelum jadwal keberangkatan, penerbang sudah harus berada di pesawat untuk melakukan pengecekan kondisi pesawat, mengecek perlengkapan yang harus ada di pesawat beserta *validitasnya (emergency equipment)* dan persiapan penerbangannya itu sendiri.

Dalam CASR tentang *flight planning*, izin penerbangan diatur dalam dua bagian, sesuai dengan penerbangan yang akan dilakukan. Penerbangan bisa dilakukan dengan cara VFR (*Visual Flight Rules*) atau dengan cara IFR (*Instrumen Flight Rules*).

Untuk pengajuan *flight plan* agar mendapatkan ijin penerbangan, *dispatcher* atau *flight operation* harus mengirim rencana penerbangan atau *flight plan* ke *air traffic services*. Biasanya ke kantor yang disebut *briefing office* di suatu bandar udara. *Flight plan* harus sudah masuk 1 jam sebelum keberangkatan pesawat. *Flight plan*

biasanya berisi, bandar udara keberangkatan, bandar udara tujuan , registrasi pesawat, nama *pilot in command*, warna pesawat, perlengkapan pesawat dan lain – lain.

Untuk *airline* atau perusahaan berjadwal bisa mengirim *flight plan* setiap minggu atau sebulan sekali apabila jadwalnya sudah tetap. Cara pengiriman ini dinamakan *Repetitive Flight Plan*. Isian dari *flight plan* yang dapat berubah seperti nama *pilot in command* dan registrasi, bisa diberikan kemudian. Oleh *breafing officer*, *flight plan* tersebut akan diproses untuk disampaikan ke ATC unit ke berangkat seperti Tower, APP (*Approach*) dan ACC (*Are Control Center*) serta ke ATS unit terkait di bandar udara tujuan, serta di bandar alternatif. (Peraturan Penerbangan CASR 91).

### **2.2.3 Waktu Tempuh Penerbangan ( *Enroute Time* )**

*Enroute Time* merupakan selisih waktu antara waktu keberangkatan dan waktu kedatangan, biasanya dinyatakan dalam satuan menit, *Enroute Time* ada dua waktu yaitu *Actual Enroute Time* (AET) dan *Estimate Enroute Time* (EET).

*Actual enroute time* adalah waktu nyata yang diperlukan dalam perjalanan penerbangan yang nilainya dapat dicari dari selisih antara *actual time departure* (ATD) dan *actual time arrival* (ATA).

*Estimatel enroute time* adalah waktu perkiraan yang diperlakukan dalam perjalanan penerbangan yang nilainya dapat dicari dari selisih antara *estimate time departure* (ETD) dan *estimate time arrival* (ETA). Biasanya dihitung pada saat pembuatan perencanaan terbang atau *flight plan* .

### **2.2.4 Perhitungan Terbang**

Mengacu *Private Pilot Guidance Handbook FAA Edition* perhitungan waktu terbang secara umum dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

1. *Climbing*

Dimulai ketika pesawat mencapai *screen height* dimana pesawat mulai tinggal landas sampai dengan *top of climb* (TOC). Pada segmen ini pesawat akan melakukan penambahan ketinggian sampai dengan jelajah yang diinginkan,

$$Time\ climb = \frac{Flight\ level}{Rate\ of\ climb} \dots\dots\dots (2.1)$$

*Time climb* = adalah waktu terbang hingga pesawat pada ketinggian jelajah (menit)

*Flight level* = ketinggian terbang yang ingin dicapai sebagai ketinggian jelajahnya (feet)

*Rate of climb* = kecepatan menanjak (feet/minute)

$$Distance\ climb = \frac{Time\ climb \times Ground\ Speed\ Climb}{60} \dots\dots\dots (2.2)$$

*Ground Speed Climb* = *Speed climb* ± *wind speed*

*Distance climb* = jarak horizontal posisi pesawat mulai dari lift-off point sampai pesawat mencapai TOC. Dinyatakan dalam Nautical Mile(NM)

*Speed climb* = kecepatan linier menanjak (knot)

*Wind speed* = kecepatan angin (knot)

Nilai *wind positif* artinya pesawat mengalami *tail wind* dan sebaliknya nilai *wind negatif* diartikan sebagai pesawat mengalami *head wind*.

## 2. Cruise

Saat pesawat mengalami terbang jelajah atau pesawat melakukan terbang dengan ketinggian yang relatif konstan pada ketinggian terbang yang direncanakan.

Pada tahap terbang ini berlaku formula

$$TAS = \left( \frac{Altitude}{1000} \times 2\% \times 0,98 \times IAS \right) + IAS \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana

IAS = kecepatan dalam *Indicated Air Speed* (knot)

TAS = kecepatan pesawat dalam *True Air Speed* (Knot)

$$\text{Ground Speed Cruise} = \text{TAS} \pm \text{wind}$$

*Ground Speed cruise* dalam satuan knot

$$\text{Dist crz} = \text{Dist of flight} - (\text{Dist clb} + \text{Dist desc})$$

*Dist crz* = jarak terbang jelajah (NM)

*Dist of flight* = total jarak terbang dari titik keberangkatan hingga titik kedatangan

*Dist clb* = jarak mendarat terbang menanjak (NM)

*Dist desc* = jarak mendarat terbang menurun (NM)

### 3. *Descent*

Dimulai saat pesawat mulai meninggalkan ketinggian jelajahnya, dengan mengurangi ketinggian hingga pesawat mulai berinisiasi melakukan *approach landing* di *runway* yang dituju. *Descent* diawali dari *Top Of descnt* (TOD) hingga *Initial Approach to land*.

Formula yang berlaku dalam hal ini adalah

$$\text{Time descent} = \frac{\text{Altitde}}{\text{Rate of descent}} \dots\dots\dots (2.4)$$

*Time climb* = adalah waktu terbang hingga pesawat pada ketinggian jelajah (menit)

*Altitude* = ketinggian terbang yang ingin dicapai sebagai ketinggian jelajahnya (feet)

*Rate of descent*= kecepatan menurun (feet/minute)

$$\text{Distance climb} = \frac{\text{time climb} \times \text{Ground Speed climb}}{60} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\text{Ground speed climb} = \text{Speed climb} \pm \text{wind speed} \dots\dots\dots(2.6)$$

#### 2.2.4.1 Perhitungan Kebutuhan bahan bakar

Kebutuhan bahan bakar minimum yang dibawa pesawat saat terbang untuk menuju ke bandar udara yang dituju dinyatakan dalam formula-formula sebagai berikut;

$$\text{Fuel of flight req} = \text{Trip fuel} + \text{Alternate fuel} + \text{Holding Fuel}$$

*Trip fuel* dan *alternate fuel* masing-masing terdiri dari atas ;

a. *Fuel climb*

b. *Fuel Cruise*

c. *Fuel descent*

$$\text{Fuel climb} = \frac{\text{time climb}}{60} \times \text{fuel consumption rate climb} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\text{Fuel cruise} = \frac{\text{time cruise}}{60} \times \text{fuel consumption rate cruise} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Fuel descent} = \frac{\text{time descent}}{60} \times \text{fuel consumption rate descent} \dots\dots(2.9)$$

#### 2.2.4.2 Keberlakuan Flight Plan

*Flight Plan* harus diperbaharui jika sudah melewati 30 menit dari waktu rencana keberangkatan atau ETD (*Estimate Time Departure*) jika akan terbang dari dalam *Controlled Air Space* (wilayah udara yang diatur). Atau 1 jam di *uncontrolled airspace*. Di tempat dengan kepadatan lalu lintas udara yang tinggi seperti di USA diberikan *void time*, atau *clearance* yang hangus apabila tidak terbang dalam waktu tertentu. Di Eropa dikenal dengan sebutan *slot time*.

Jika sebuah penerbangan kehilangan sebuah *slot time*, maka penerbangan tersebut harus menunda keberangkatan sampai mendapatkan *slot time* yang baru. Biasanya penerbangan harus menghubungi ATC sekitar 10 menit sebelum keberangkatan untuk mendapatkan *clearance* dari *flight plan* yang sudah diproses. Mengapa demikian, dikarenakan ATC harus melakukan koordinasi pada setiap ATS (*Air Traffic System*) sampai bandar udara tujuan. Contohnya sebuah penerbangan dari jakarta menuju singapura.

Pada saat penerbangan meminta izin untuk *start engine* di *ground control*, sejak saat itulah koordinasi dimulai, dari *ramp/ground control* ke *control tower*, dilanjutkan ke APP dan ACC. Semua koordinasi ini dimaksudkan untuk menghindari penundaan yang tidak berarti.

### **2.2.5 Aircraft Routing**

*Aircraft Routing* disebut juga *tail assignment* adalah proses identifikasi armada pesawat mana yang akan digunakan untuk melayani rute – rute penerbangan yang sudah ditentukan sebelumnya. Proses yang dilakukan dalam *tail assignment* adalah merencanakan waktu setiap pesawat yang akan terbang melayani rute mana, jadwal *maintenance* dengan memberikan pesawat alternatif yang akan menggantikan aktivitas penerbangan lainnya yang akan di darat.

### **2.2.6 Pemilihan Ketinggian Terbang**

Secara umum pemilihan ketinggian terbang mengikuti aturan ketinggian terbang yang diatur dalam CASR, sebagai berikut;

- I. Aturan ketinggian terbang hingga dibawah 20.000 feet, adalah
  - a. Penerbangan dengan arah *North* 000/360 deg hingga *East* 090 deg ;  
3000 feet, 5000 feet, 7000 feet hingga 19000 feet.
  - b. Penerbangan dengan arah *East* 090 deg hingga *South* 180 deg ;  
3500 feet , 5500 feet , 7500 feet, hingga 19500 feet.
  - c. Penerbangan dengan arah *South* 180 deg hingga *West* 270 deg;  
4000 Feet, 6000 feet, 8000 feet hingga 18000 feet
  - d. Penerbangan dengan arah *West* 270 deg hingga *North* 360/000 deg;  
4500 feet, 6500 feet, 8500 feet ... hingga 18500 feet
- II. Aturan ketinggian terbang dari 20000 feet hingga 30000 feet
  - a. Penerbangan dengan arah *North* 000/360 deg hingga *East* 090 deg ;  
21000 feet, 23000 feet, .... hingga 29000.
  - b. Penerbangan dengan arah *East* 090 deg hingga *South* 180 deg ;

21000 feet, 23000 feet, .... hingga 29000.

- c. Penerbangan dengan arah *South* 180 deg hingga *West* 270 deg;  
22000 feet, 24000 feet, ... hingga 28000 feet
- d. Penerbangan dengan arah *West* 270 deg hingga *North* 360/000 deg;  
22000 feet, 24000 feet, ... hingga 28000 feet

III. Aturan ketinggian terbang diatas 30000 feet dan seterusnya,

Karena penelitian ini hanya dibatasi untuk penerbangan visual dengan aturan terbang visual (*visual flight rule*).

### **2.2.7 VFR (*Visual Flight Rules*)**

Berdasarkan FAA *Private Pilot Guidance Edition III* (2008), *visual flight rules* adalah cara menerbangkan pesawat terbang dengan hanya melihat kompas dan daratan mengikuti tanda-tanda alam seperti sungai, gunung, pantai atau juga mengikuti jalan raya sebagai acuan. Terbang dengan VFR mempunyai batasan seperti keadaan cuaca dan jarak pandang yang harus bagus.

Secara umum penerbangan secara *visual* dapat dilakukan jika ditemui kondisi :

1. *Daylight*,  
yang dimaksud *daylight* adalah kondisi penerbangan yang dilakukan dari mulai terbit matahari (*sunrise*) sampai dengan terbenamnya matahari (*sunset*).
2. Jarak pandang tidak boleh kurang dari 5 km  
Penerbangan VFR dilakukan dengan jarak pandang minimum 5 km
3. Ketinggian terbang tidak boleh lebih dari 12.000 feet
4. Kecepatan pesawat tidak lebih dari 230 knot.
5. Ketinggian *cloud ceiling* tidak kurang dari 1000 feet dari gunung tertinggi (*highest hill*) atau 2000 feet diatas daerah pegunungan (*mountainous area*).

### **2.2.8 IFR (*Instrument Flight Rules*)**

Dalam *Approach Procedure Manual – Aeronautical Information Publication* (AIP) disebutkan bahwa penerbang hanya mengikuti panduan dari instrument di dalam pesawat (tanpa melihat keluar), aturan cara terbang seperti ini disebut IFR (*Instrument Flight Rules*).

Jika keadaan cuaca tidak memenuhi keadaan VMC (misalnya jarak pandang kurang dari 5 km di bawah ketinggian 10.000 feet ) dan tidak diperbolehkan terbang VFR (*Visual Flight Rules*) pada saat malam hari jadi satu-satunya cara untuk terbang adalah dengan IFR.

### **2.2.9 Metode Pemilihan Jalur (*Curse*)**

*Curse* adalah jalur yang dinyatakan dalam tiga angka arah contohnya 090,120, 280, dan seterusnya dalam *chart instrument flight ruler* biasanya *curse* yang digunakan adalah arah yang menggunakan *true north* sebagai referensi sehingga disebut *true direction*. Pesawat terbang menggunakan *magnetic direction* yaitu arah yang menggunakan *magnet north* sebagai referensi, oleh karena itu harus digunakan *variation* sebagai faktor koreksi.

Dalam CASR *Part 91. 181* disebutkn bahwa terbang *instrument flight rules* harus dilakukan pada garis tengah (*center line*) *airway*, kecuali untuk menghindari pesawat lain dalam kondisi *climbing* atau *descending*

*Airway* adalah sebuah area terkontrol dan legal yang digunakan sebagai koridor terbang yang menghubungkan satu *waypoint* atau *aids navigation* ke *waypoint* atau radio *aids navigation* lainnya pada ketinggian tertentu.

### **2.2.10 PHP (*Hypertext Preprocessor*)**

PHP adalah bahasa pemrograman *script server-side* yang didesain untuk pengembangan *web*. Selain itu, PHP juga bisa digunakan sebagai bahasa pemrograman umum. PHP dikembangkan pada tahun 1995 oleh Rasmus Lerdorf, dan sekarang dikelola oleh The PHP Group. PHP disebut bahasa pemrograman server



side karena PHP diproses pada komputer *server*. Hal ini berbeda dibandingkan dengan bahasa pemrograman *client-side* seperti *JavaScript* yang diproses pada *web browser* (client). Pada awalnya PHP merupakan singkatan dari Personal Home Page. Sesuai dengan namanya, PHP digunakan untuk membuat *website* pribadi. Dalam beberapa tahun perkembangannya, PHP menjelma menjadi bahasa pemrograman *web* yang powerful dan tidak hanya digunakan untuk membuat halaman *web* sederhana, tetapi juga *website* populer yang digunakan oleh jutaan orang seperti wikipedia, wordpress, joomla dan lain-lain.

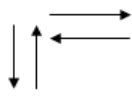



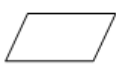

### **2.2.11 Database Server**

*Database server* adalah program komputer yang menyediakan layanan data lainnya ke komputer atau program komputer, seperti yang ditetapkan oleh model klien-server. Istilah ini juga merujuk kepada sebuah komputer yang didedikasikan untuk menjalankan program *server database*. Sistem manajemen *database* yang sering menyediakan fungsi *server*, dan beberapa DBMS (misalnya, MySQL) secara eksklusif bergantung pada model klien-server untuk akses data.

### **2.2.12 Flowchart Diagram**

Bagan alir program (Program *Flowchart*) merupakan bagan alir yang mirip dengan bagan alir sistem, yaitu untuk menggambarkan prosedur di dalam sistem. Simbol Flowchart ditunjukkan pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

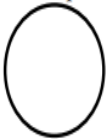

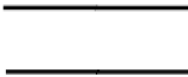
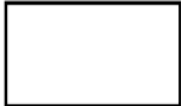
Tabel 2.1 Simbol *Flowchart*  
(Sumber Jogiyanto (2005:802))

NO	GAMBAR	NAMA	KETERANGAN
1		Arus/Flow	Penghubung antara prosedur/proses
2		Terminal	Simbol untuk permulaan atau akhir dari suatu program
3		Process	Simbol yang menunjukkan pengolahan yang dilakukan
4		Decision	Simbol untuk kondisi yang akan menghasilkan beberapa kemungkinan jawaban/aksi
5		Input-Output	Simbol yang menyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya
6		Disk and On-line Storage	Simbol untuk menyatakan input berasal dari disk atau output di simpan ke disk

### 2.2.13 Diagram Alir Data (DAD) / *Data Flow Diagram (DFD)*

Diagram Alir Data (DAD) atau *Data Flow Diagram (DFD)* suatu diagram yang sangat membantu pengguna untuk memahami sebuah sistem secara logika, terstruktur dan jelas dengan menggunakan simbol notasi – notasi untuk menggambarkan arus data sistem dari asal hingga tujuan data yang keluar. Simbol DAD ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Simbol Diagram Alir Data  
(Sumber: Jogiyanto, HM, 2006)

Notasi	Keterangan
<p>Sistem/proses</p> 	Mengabarkan sistem keseluruhan /proses pada sebuah sistem.
<p>Arus data</p> 	Menggambarkan arah data masuk/keluar dari proses
<p><i>Data storage</i></p> 	Penyimpanan suatu data
<p>Eksternal Entity</p> 	Menggambarkan unit/orang dilingkungan luar sistem (sebagai pemberi atau penerima data).

#### 2.2.14 Galat Mutlak

Galat adalah kesalahan dalam peroses pengambilan data, galat mutlak merupakan selisih numerik antara besar nilai sebenarnya dengan nilai aproksimasinya. (Suntoyo Yitnosumarto,1993)

$$\% \text{ Galat} = \frac{\text{Manual}}{\text{Aplikasi}} \times 100 \dots\dots\dots(2.10)$$

## **BAB III**

### **PERANCANGAN APLIKASI**

#### **3.1 Kebutuhan Hardware dan software**

Dalam merancang aplikasi ini, diperlukan perlengkapan pendukung antara lain perangkat keras dan perangkat lunak agar aplikasi dapat berjalan secara maksimal.

##### **3.1.1 Dukungan Hardware**

*Hardware* atau perangkat keras merupakan peralatan fisik komputer. Beberapa kebutuhan perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ini adalah :

1. Laptop dengan spesifikasi *AMD A4-3330MX APU with Random(tm) HD Graphics 2.30 GHz.*
2. *Hard Disk : 500 GB.*
3. *RAM 2 GB.*
4. *System Type : 64-bit Operating System.*

##### **3.1.2 Dukungan Software**

Dalam pembuatan aplikasi ini, digunakan *software* atau perangkat lunak sebagai berikut:

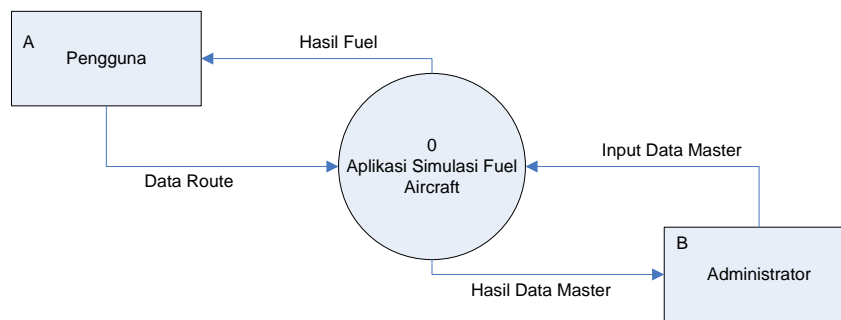
1. Sistem Operasi *Microsoft Windows 7*, sebagai sistem operasi yang digunakan *computer*.
2. *PHP*, *Software* bahasa pemrograman yang digunakan untuk pembuatan aplikasi.
3. *PostgreSQL 9.2*, sebagai *database*.
4. *XAMPP 2.5*.

## 3.2 Perancangan Aplikasi

Perancangan aplikasi ini terdiri dari diagram konteks dan diagram flow diagram level 0, DFD Level 1.

### 3.2.1 Diagram Konteks Aplikasi

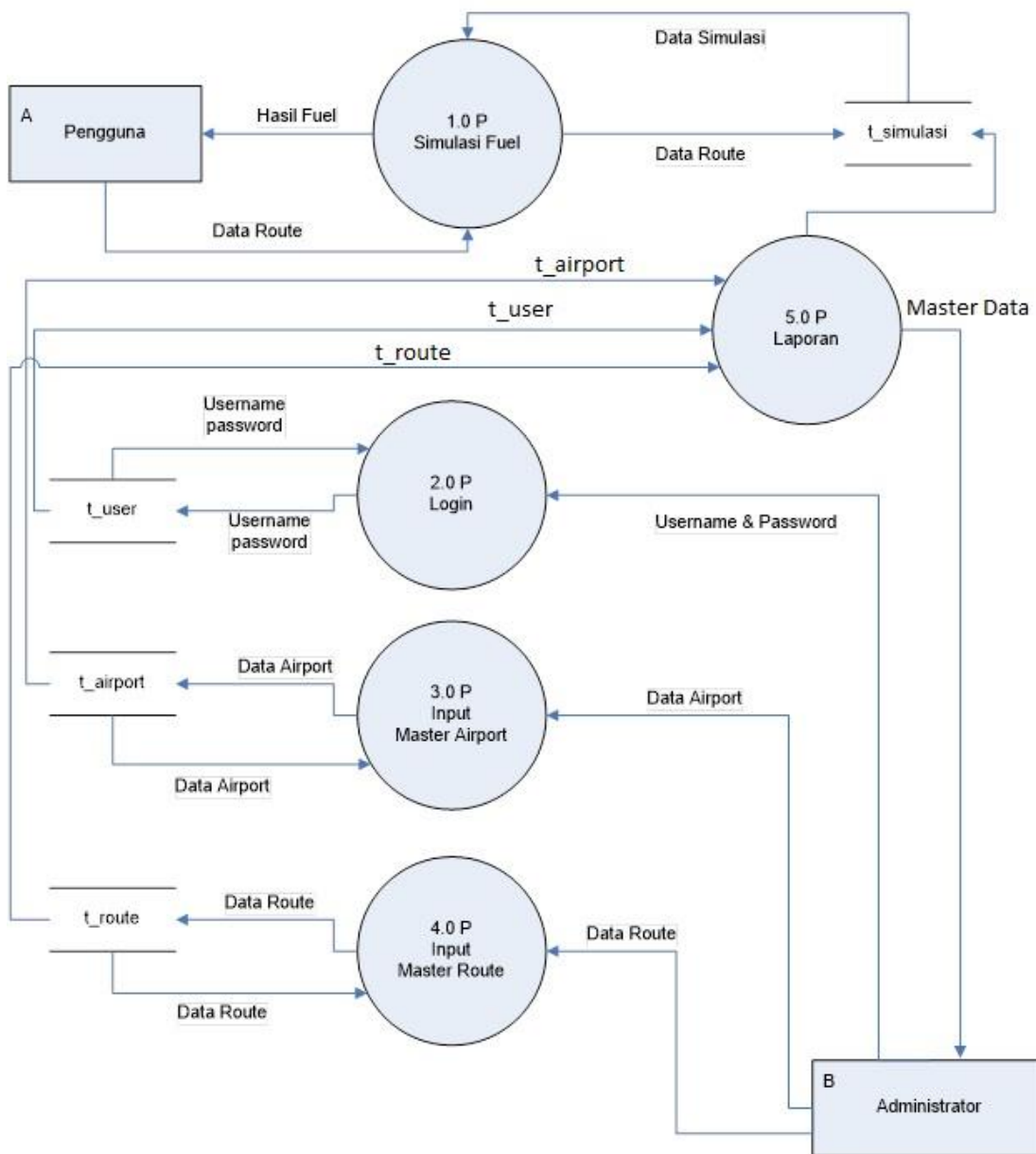
Diagram konteks merupakan diagram yang terdiri dari suatu proses dan menggambar ruang lingkup suatu *system*. Diagram ini menjelaskan seluruh *input* ke system atau *output* aplikasi sehingga dapat memberikan gambaran tentang keseluruhan aplikasi seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Konteks

### 3.2.2 Data Flow Diagram (DFD) Level 0

Diagram ini memberikan gambaran bahwa pengguna hanya melakukan proses simulasi dengan hanya menginput data, mengedit data dan menghapus data, untuk administrator bisa melakukan proses simulasi, *add airport*, *add route flight* dan laporan simulasi, seperti pada Gambar 3.2.

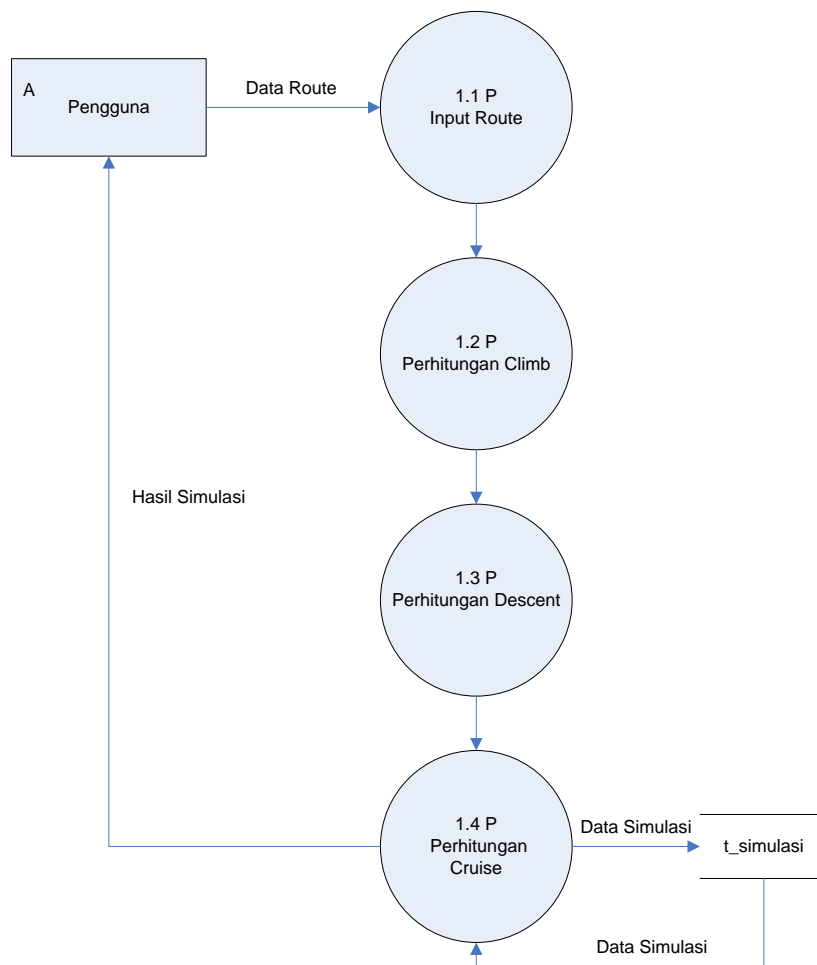


Gambar 3.2 Data Flow Diagram (DFD) Level 0

### 3.2.3 Data Flow Diagram(DFD) Level 1

Pada diagram ini awal aplikasi dijalankan untuk pengguna tidak perlu *login*, pengguna menginputkan data *route* seperti *speed of climb*, *rate of climb*, *IAS on cruising*, *speed of descent*, *rate of descent*, *wind speed*, *OAT*, *fuel consumption rate*

*climb, fuel consumption rate cruise, fuel consumption rate descent.* Setelah data yang telah diinputkan berhasil maka data sebelumnya akan diproses pada *input route*, dan dilakukan proses perhitungan climb, descent, cruise. Dan hasil keluarannya berupa tabel simulasi yang berisi *flight time* dan *fuel consumption*. Seperti pada Gambar 3.3.

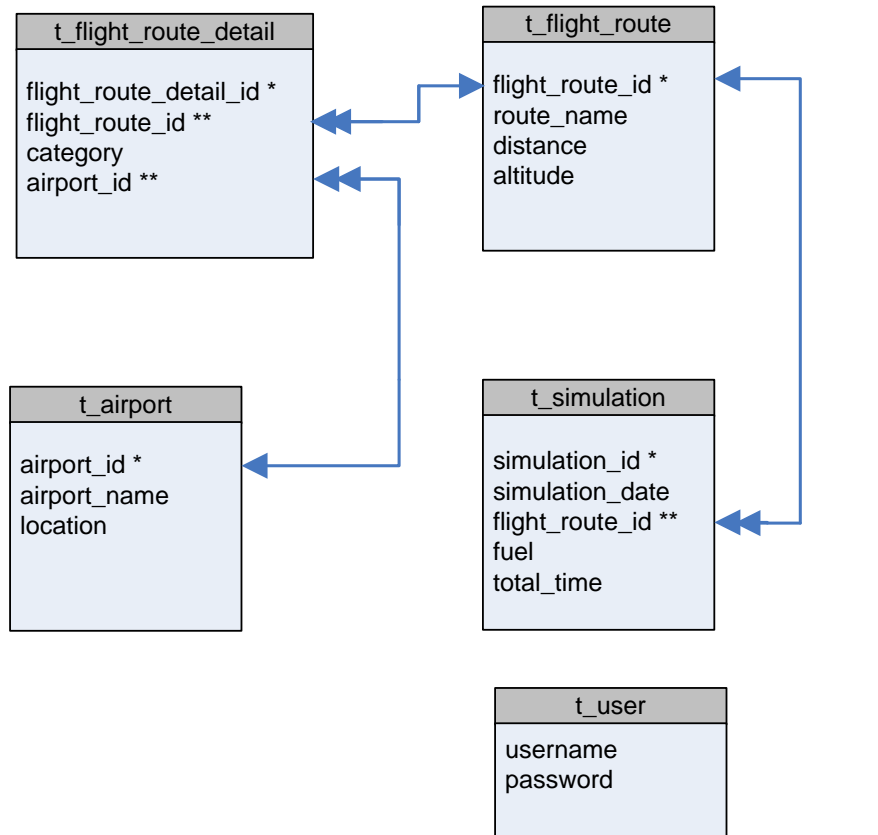


Gambar 3.3 Data Flow Diagram (DFD) Level 1

### 3.2.4 Entity Relational Diagram (ERD)

Relasi antar tabel merupakan hubungan yang terjadi pada suatu tabel dengan tabel yang lain yang berfungsi untuk mengatur operasi suatu database. Dengan relasi

yang baik, akan diperoleh gambaran umum jalannya sistem. Berikut ini relasi antar tabel yang dihasilkan dari tabel-tabel yang sudah dibuat. Dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Keterangan

\* = Primary Key

\*\* = Foreign Key

↔ = One to One

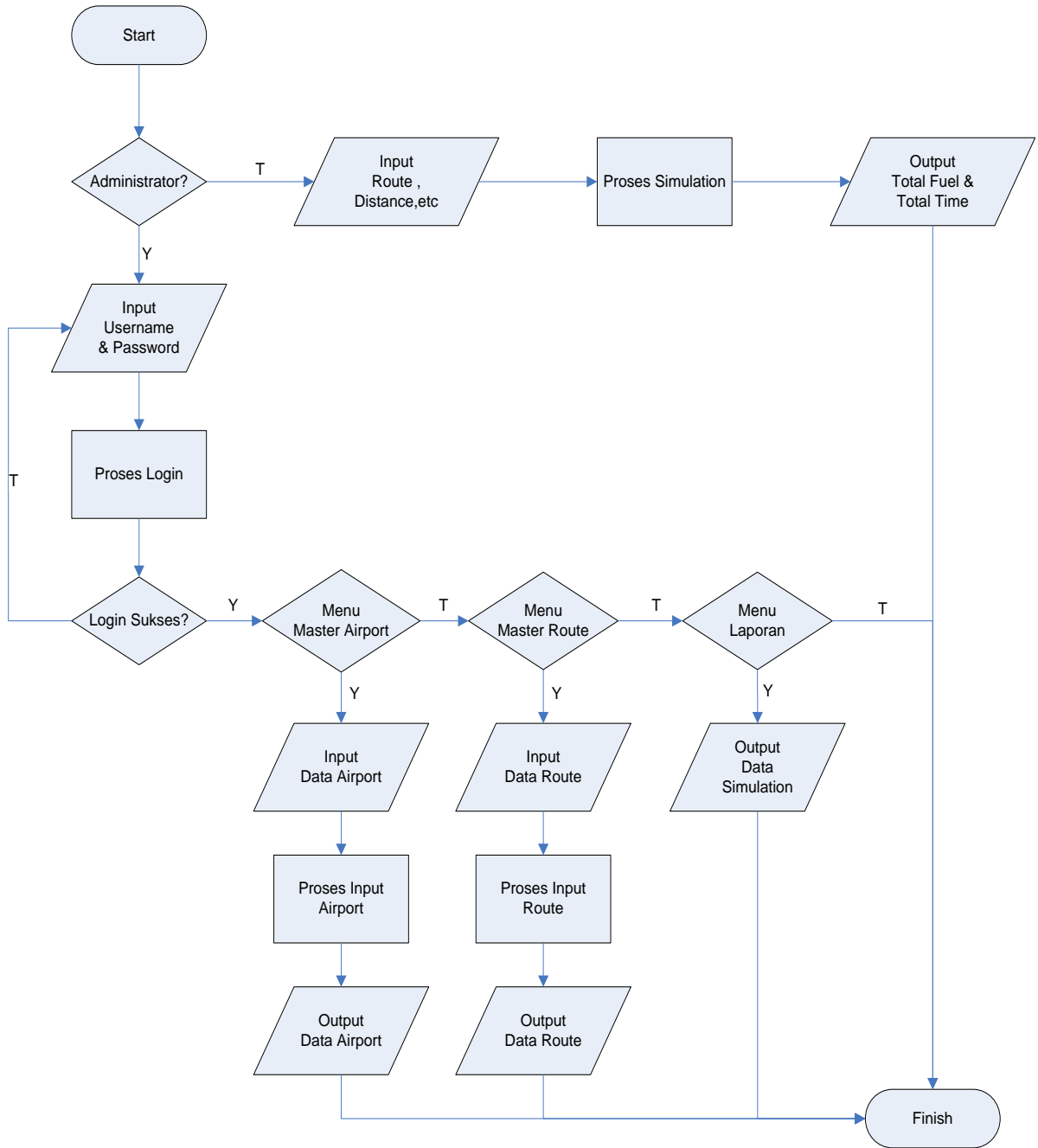
↔ = One to Many

Gambar 3.4 Entity Relational Diagram (ERD)

### 3.3 Perancangan Flowchart Aplikasi

Dalam membuat suatu *system* yang sistematis, diperlukan suatu *flowchart system* untuk melihat proses aliran data yang dari awal sampai selesai seperti pada Gambar 3.5.



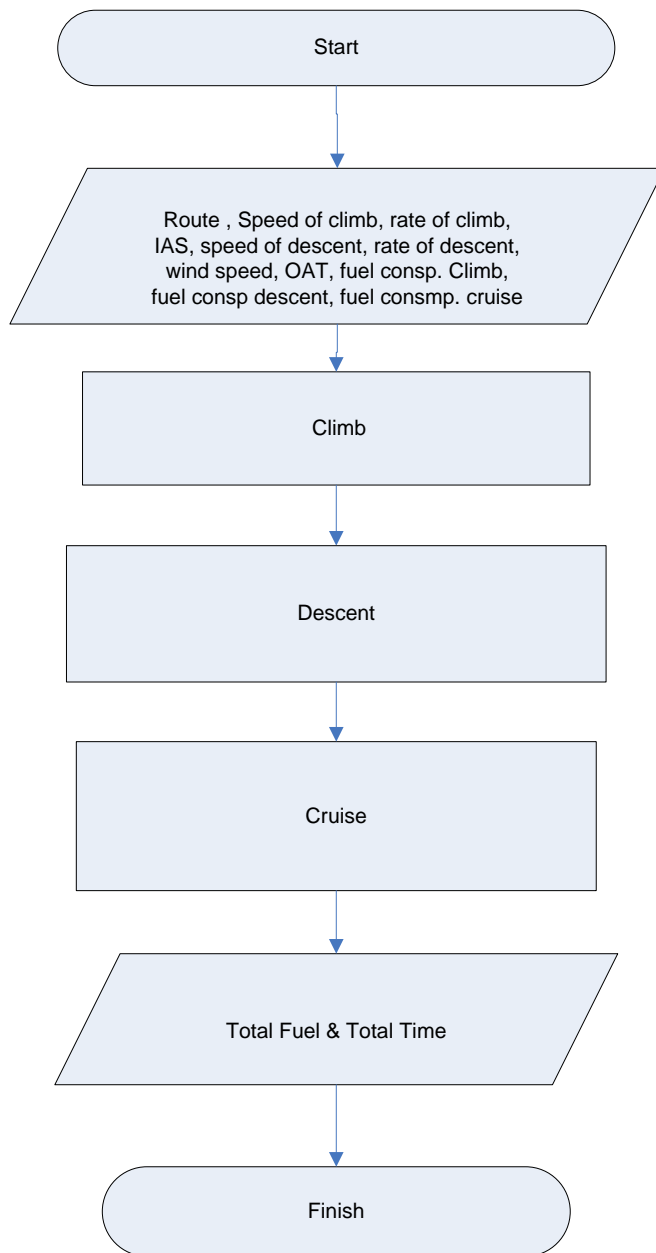


Gambar 3.5 Flowchart Aplikasi

Dari *flowchart* pada Gambar 3.5, dapat dijelaskan bahwa aplikasi ini terbuka untuk pengguna jadi pengguna tidak perlu *login* untuk mengaksesnya, langsung masuk ke proses *simulation* dan melihat hasil dari simulasi tapi untuk *administrator* diminta untuk *login* terlebih dahulu jika sukses akan masuk ke menu *administrator*, bertindak sebagai *administrator* bisa mengakses proses *simulation*, proses *Airport*, proses *Route*, *input simulation* dan bisa cetak laporan hasil proses *simulation*

### **3.3.1 *Flowchart Rumus Flight Planning***

*Flowchart* rumus merupakan bagan yang menunjukkan alur kerja perhitungan yang sedang dikerjakan. Berikut ini alur kerja yang terjadi pada aplikasi sistem perhitungan bahan bakar pesawat dan waktu terbang untuk penerbangan *visual flight rule* menggunakan rumus *flight planning* awal proses melakukan penginputan *route*, *speed of climb*, *rate of climb*, *IAS*, *speed of descent*, *rate of descent*, *wind speed*, *OAT*, *fuel consumption climb*, *fuel consumption distance*, dan *fuel consumption cruise*, setelah diinputkan maka akan diproses dan keluarannya berupa total *fuel* dan *total time*. *Flowchart* rumus *flight planning* dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Flowchart Rumus Flight Planning*

### 3.4 Perancangan Database

Dalam suatu program atau aplikasi *database* sangat diperlukan dalam menyimpan data-data yang mempermudah pembuatan suatu aplikasi yang dilakukan oleh seorang *programmer*. Dengan adanya perancangan tabel yang akan dibuat, akan menghasilkan suatu tabel perancangan yang terstruktur dengan baik.

#### 3.4.1 Tabel *User*

Merupakan tabel yang digunakan untuk menyimpan data *User* dan untuk proses *Login* ke aplikasi dengan rincian seperti di bawah ini:

Nama File : *user.sql*

Fungsi : digunakan Untuk *login* ke aplikasi

Table 3.1 Struktur dari tabel *User*

<b>Nama_Field</b>	<b>Type</b>	<b>Key</b>	<b>Keterangan</b>
Username	Varchar (50)		Username
Password	Varchar (50)		Password

#### 3.4.2 Tabel *Airport*

Merupakan tabel yang digunakan untuk menyimpan data *airport* dengan rincian seperti di bawah ini:

Nama File : *airport.sql*

Fungsi : digunakan untuk menyimpan data airport

Table 3.2 Struktur Tabel *Airport*

<b>Nama_Field</b>	<b>Type</b>	<b>Key</b>	<b>Keterangan</b>
airport_id	Varchar (20)	*	ID Airport
airport_name	Varchar (50)		Nama Airport
Location	Varchar (50)		Location

### 3.4.3 Tabel *Flight\_route\_detail*

Merupakan tabel yang digunakan untuk menyimpan data detail *route flight* dengan rincian seperti di bawah ini:

Nama File : *flight\_route\_detail.sql*

Fungsi : digunakan untuk menyimpan data *flight route* detail

Table 3.3 Struktur Tabel *Flight\_Route\_Detail*

<b>Nama_Field</b>	<b>Type</b>	<b>Key</b>	<b>Keterangan</b>
flight_route_detail	Int(5)		Flight Route Detail
category.enum			Orgin
flight_route_id	Int(5)		ID Flight Route
Airport_id	Varchar (20)	*	ID Aiport

### 3.4.4 Tabel *Simulation*

Merupakan tabel yang digunakan untuk menyimpan data *simulation* dengan rincian seperti di bawah ini:

Nama File : *simulation.sql*

Fungsi : digunakan untuk menyimpan data *simulation*

Tabel 3.4 Struktur Tabel *Simulation*

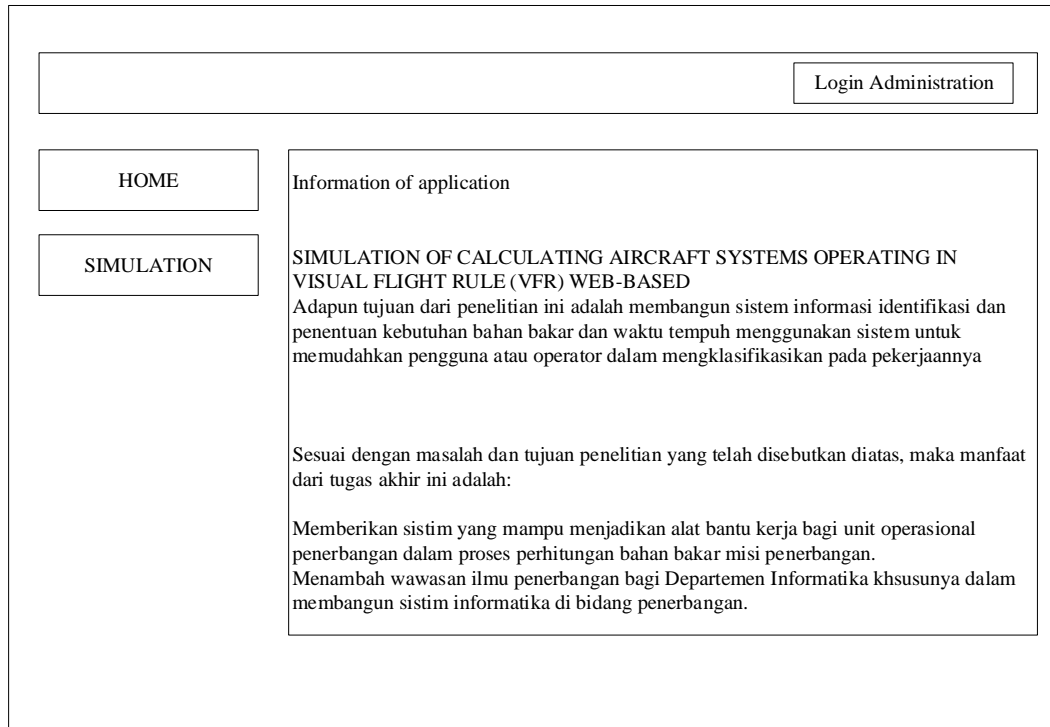
<b>Nama_Field</b>	<b>Type</b>	<b>Key</b>	<b>Keterangan</b>
simulation_id	Int(5)	*	ID Simulation
simulation_date	Datetime		Data Simulation
flight_route_id	Int(5)	**	ID Flight route
Fuel	Double		Fuel
Total_time	Double		Total Time

### **3.5 Perancangan Tampilan Antarmuka Aplikasi**

Perancangan antar muka merupakan perancangan tampilan muka sebuah aplikasi dan perancangan antar muka ini akan digunakan untuk melakukan proses simulasi pesawat

#### **3.5.1 Perancangan Menu *Home User***

Perancangan halaman *Home* pada pengguna digunakan untuk menampilkan judul skripsi dan keterangan tentang aplikas yang dibuat, Rancangan tampilan halaman *home* bisa dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Tampilan Halaman *Home* untuk Pengguna

### 3.5.2 Perancangan Menu Simulasi Pengguna

Perancangan halaman Simulasi pada pengguna digunakan untuk melakukan proses simulasi , Rancangan tampilan halaman simulasi bisa dilihat pada Gambar 3.8.

Aircraft Fuel Simulation
Login Administration

HOME

SIMULATION

Simulation Flight Route

Distance <input style="width: 60px;" type="text"/>	Speed of Descent <input style="width: 60px;" type="text"/>
Altitude <input style="width: 60px;" type="text"/>	Rate of Descent <input style="width: 60px;" type="text"/>
Speed of Climb <input style="width: 60px;" type="text"/>	Wind Speed <input style="width: 60px;" type="text"/>
Rate of Climb <input style="width: 60px;" type="text"/>	Outside Air Temperature <input style="width: 60px;" type="text"/>
IAS on Cruising <input style="width: 60px;" type="text"/>	

Fuel Consm. Rate Climb

Fuel Consm. Rate Cruise

Fuel Consm. Rate Descent

Gambar 3.8 Tampilan Halaman *Simulation* Pengguna

### 3.5.3 Perancangan Hasil Simulasi Pengguna

Perancangan Halaman Hasil Simulasi pada pengguna digunakan untuk menampilkan hasil simulasi Rancangan tampilan halaman hasil simulasi bisa dilihat pada Gambar 3.9.



Aircraft Fuel Simulation
Login Administration

HOME

SIMULATION

**Simulation Result**

Wind Impact To Aircraft	0,000 knot
Time Climb	0,000 minutes
Distance Climb	0,000 Nautical

Proceed Climb

Proceed Descent

Proceed Cruise

True Air Speed	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Knot	
Graund Speed	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Knot	
Distance Cruse	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Knot	

Time Cruse

Gambar 3.9 *Interface* Halaman Hasil Simulasi

### 3.5.4 Perancangan *Login Administrator*

Perancangan Halaman *Login* digunakan untuk masuk ke *administrator*  
Rancangan tampilan halaman *Login* bisa dilihat pada Gambar 3.10.

LOG IN

LOGIN

Gambar 3.10 *Interface* Halaman *Login*

### 3.5.5 Perancangan *Home*

Perancangan Halaman *Home administrator* digunakan untuk melihat menu *Home*, *Master Data*, *Simulation* dan *Logout*, Rancangan tampilan halaman *Home* bisa dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Tampilan Perancangan Halaman *Home*

### 3.5.6 Perancangan Master Data

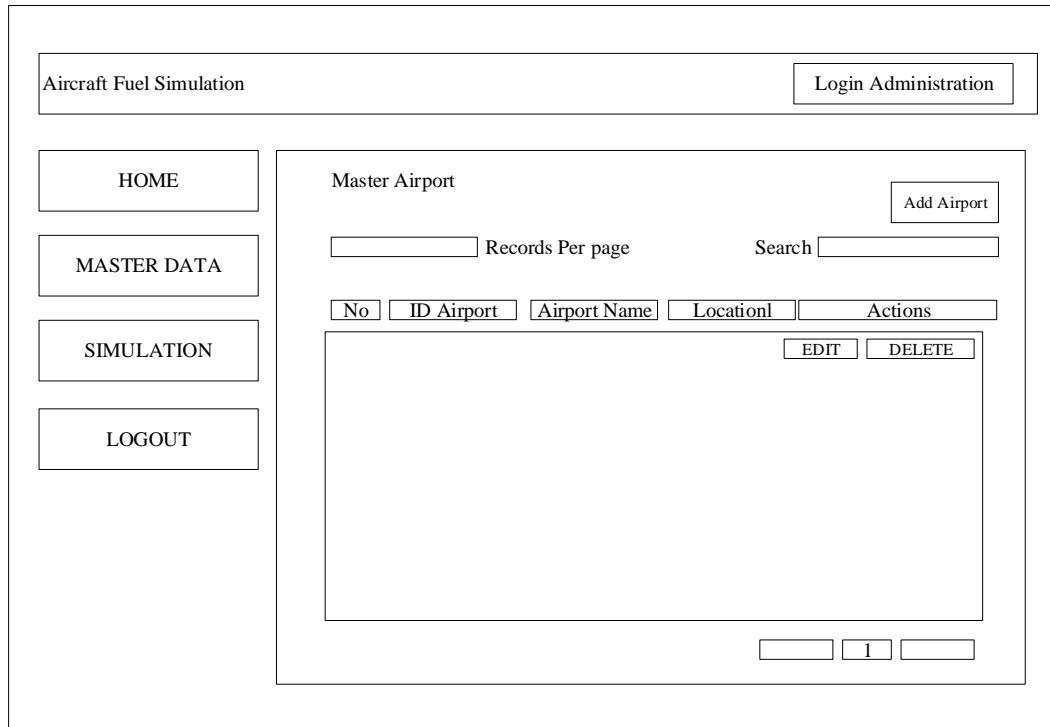
Perancangan Halaman Master Data digunakan untuk masuk ke *administrator*. Rancangan tampilan halaman *Login* bisa dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Tampilan Perancangan Halaman Master data

### 3.5.7 Perancangan Halaman *Airport*

Perancangan *Halaman Airport* digunakan untuk Menampilakn data *airport* dan menambah data *airport*, Rancangan tampilan halaman *Airport* bisa dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Perancangan Halaman *Airport*

### 3.5.8 Perancangan Halaman Tambah *Airport*

Perancangan Halaman *Tambah Airport* digunakan untuk Menambah data *airport*, Rancangan tampilan halaman *Tambah Airport* bisa dilihat pada Gambar 3.14.

Aircraft Fuel Simulation

Login Administration

HOME

MASTER DATA

SIMULATION

LOGOUT

Add Airport

Back Airport

ID Airport

Airport Name

Airport Location

SAVE

Gambar 3.3 Perancangan Halaman *Add Airport*

### 3.5.9 Perancangan Halaman *Edit Airport*

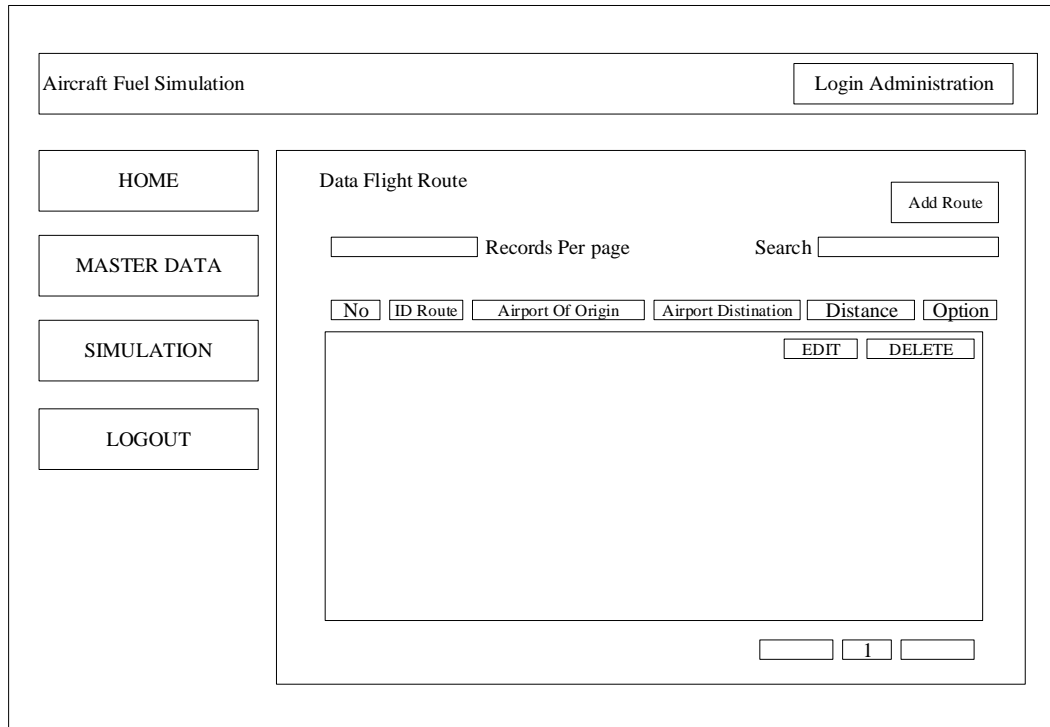
Perancangan Halaman *Edit Airport* digunakan untuk mengedit data airport jika ada yang salah, Rancangan tampilan halaman tambah *Airport* bisa dilihat pada Gambar 3.15.

The image shows a web application interface for editing airport data. At the top, there is a header with the text 'Aircraft Fuel Simulation' on the left and a 'Login Administration' button on the right. Below the header, on the left side, there is a vertical menu with four buttons: 'HOME', 'MASTER DATA', 'SIMULATION', and 'LOGOUT'. The main content area is titled 'Edit Airport' and contains a 'Back Airport Table' button in the top right corner. Below this, there are three input fields: 'ID Airport', 'Airport Name', and 'Airport Name'. At the bottom of these fields is a 'SAVE' button.

Gambar3.15 Perancangan Halaman Edit data *Airport*

### 3.5.10 Perancangan Flight Route

Perancangan Halaman *Flight Route* digunakan untuk Menampilkan data *Flight Route*, *airport* dan menambah data *Flight Route*, Rancangan tampilan halaman *Flight Route* bisa dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Perancangan Halaman *Flight Route*

### 3.5.11 Perancangan Tambah *Route*

Perancangan Halaman *Flight Route* digunakan untuk menambah data *Flight Route*, Rancangan tampilan halaman Tambah *Flight Route* bisa dilihat pada Gambar 3.17.



The image shows a web application interface for 'Aircraft Fuel Simulation'. At the top, there is a header with the application name on the left and a 'Login Administration' button on the right. A vertical sidebar on the left side contains four buttons: 'HOME', 'MASTER DATA', 'SIMULATION', and 'LOGOUT'. The main content area is titled 'Add Route Flight' and includes a 'Back Route Table' button in the top right corner. Below the title, there are five input fields for the following fields: 'Route Name', 'Airport Of Orgin', 'Airport Distination', 'Distance', and 'Altitude'. A 'SAVE' button is located at the bottom of the form area.

Gambar 3.17 Perancangan Halaman *Add Route Flight*

### 3.5.12 Perancangan Halaman *Edit Route Flight*

Perancangan Halaman *Edit Flight Route* digunakan untuk Mengedit data *Flight Route*, Rancangan tampilan halaman *edit Flight Route* bisa dilihat pada Gambar 3.18.

The image shows a web application interface for editing flight routes. At the top, there is a header with the text 'Aircraft Fuel Simulation' on the left and a 'Login Administration' button on the right. Below the header, on the left side, there is a vertical sidebar with four buttons: 'HOME', 'MASTER DATA', 'SIMULATION', and 'LOGOUT'. The main content area is titled 'Edit Route Flight' and contains a 'Back Route Table' button in the top right corner. The form consists of five input fields, each with a label to its left: 'Route Name', 'Airport Of Orgin', 'Airport Distination', 'Distance', and 'Altitude'. Below these fields is a 'SAVE' button.

Gambar 3.18 Perancangan Halaman *Edit Data Route Flight*

### 3.5.13 Perancangan *Simulation Admin*

Perancangan Halaman *Simulation Administrator* digunakan untuk Menampilkan data simulasi dan menambah data *Flight Route*, Rancangan tampilan halaman Simulasi bisa dilihat pada Gambar 3.19.

Aircraft Fuel Simulation
Login Administration

HOME

SIMULATION

Simulation

Simulation Report

LOGOUT

Flight Route

Distance <input style="width: 50%;" type="text"/>		Speed of Descent <input style="width: 50%;" type="text"/>
Altitude <input style="width: 50%;" type="text"/>		Rate of Descent <input style="width: 50%;" type="text"/>
Speed of Climb <input style="width: 50%;" type="text"/>		Wind Speed <input style="width: 50%;" type="text"/>
Rate of Climb <input style="width: 50%;" type="text"/>		Outside Air Temperature <input style="width: 50%;" type="text"/>
IAS on Cruising <input style="width: 50%;" type="text"/>		

Fuel Consm. Rate Climb   
Fuel Consm. Rate Cruise   
Fuel Consm. Rate Descent

Gambar 3.19 Perancangan Halaman Simulasi *Administrator*

### 3.5.14 Perancangan Hasil *Simulasi*

Perancangan Halaman Hasil *Simulation Administrator* digunakan untuk Menampilkan data Hasil simulasi . Rancangan tampilan halaman Simulasi bisa dilihat pada Gambar 3.20.

Aircraft Fuel Simulation		Login Administration
HOME	Simulation Result	
MASTER DATA	Wind Impact To Aircraft	0,000 knot
SIMULATION	Time Climb	0,000 minutes
LOGOUT	Distance Climb	0,000 Nautical
	Proceed Climb	<input type="text"/>
	Proceed Descent	<input type="text"/>
	Proceed Cruise	<input type="text"/>
	True Air Speed	<input type="text"/>
	Knot	
	Ground Speed	<input type="text"/>
	Knot	
	Distance Cruise	<input type="text"/>
	Knot	
	Time Cruise	50,186 Minutes
	<input type="text"/>	
	SAVE SIMULATION	

Gambar 3. 20 Perancangan Hasil Simulasi

### 3.5.15 Perancangan Laporan Simulation

Perancangan Halaman *Laporan Simulation Administrator* digunakan untuk Menampilkan data laporan simulasi data *Flight Route*, Rancangan tampilan halaman Simulasi bisa dilihat pada Gambar 3.21.

Aircraft Fuel Simulation Login Administration

HOME

MASTER DATA

SIMULATION

LOGOUT

Simulation Report

Records Per page      Search

No	Date	Airplane	Fight Router	Distance	Fuel

Showing 1 and 5  1

Gambar 3.4 Perancangan Halaman Laporan *Simulation*

## **BAB IV**

### **IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM**

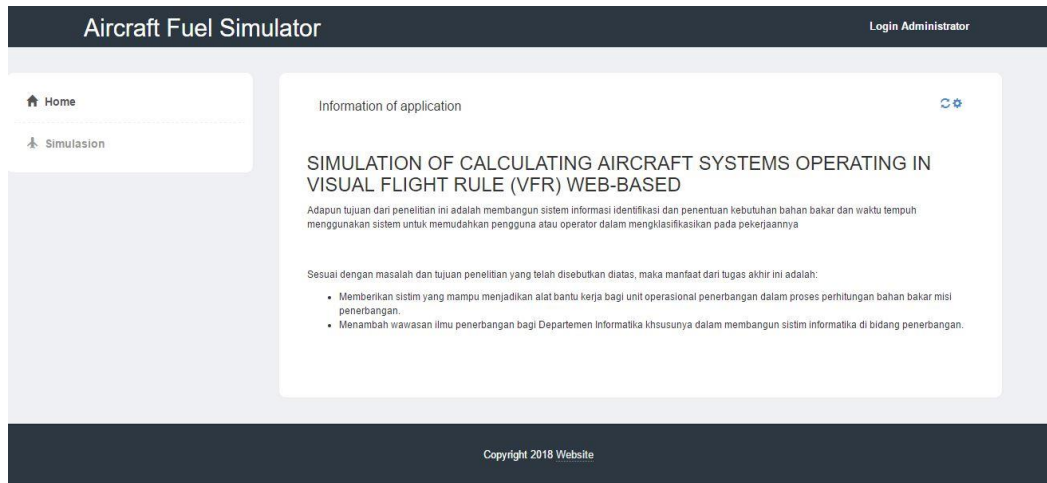
#### **4.1 Implementasi Aplikasi**

Dalam implementasi suatu sistem dapat diketahui cara kerja suatu sistem yang dijalankan, apakah telah berjalan dengan baik atau tidak. Untuk mengetahui apakah program ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP *Hypertext Preprocessor* (PHP) dan menggunakan *database* MySQL.

Berdasarkan analisis dari desain sistem yang telah dilakukan maka diimplementasikan sebuah aplikasi untuk memudahkan proses pembatasan Implementasi dalam sistem ini bertujuan untuk menentukan keakuratan data pada saat diuji secara manual dan menggunakan aplikasi.

##### **4.1.1 Tampilan Menu Utama**

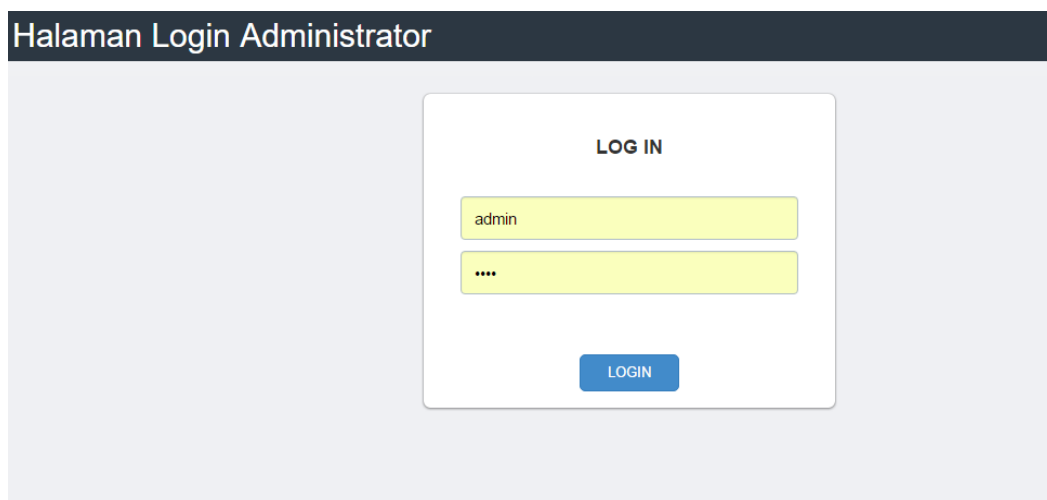
Tampilan menu utama ini berfungsi untuk menampilkan aplikasi keseluruhan yang ada dalam sistem simulasi perencanaan terbang berupa perhitungan bahan bakar pesawat dan waktu terbang yang dibutuhkan untuk penerbangan *visual flight rule* menggunakan rumus *flight planning*. Pada tampilan menu utama ini *admin* dapat melihat isi keseluruhan tampilan utama dari sistem aplikasi sistem ini. *Admin* dapat melihat seperti master data, *airport*, *flight route*, *simulation*, *simulation report* dan *logout*. Tampilan menu utaman dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.5 Tampilan Menu Utama

#### 4.1.2 Tampilan Menu *Login*.

Tampilan *Login* digunakan untuk autentikasi masuk ke aplikasi. Terdapat *username* dan *password* yang jika salah satu diisi dengan inputan yang tidak benar maka admin tidak dapat masuk ke halaman menu utama. tampilan *login* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.6 Tampilan Menu *Login*

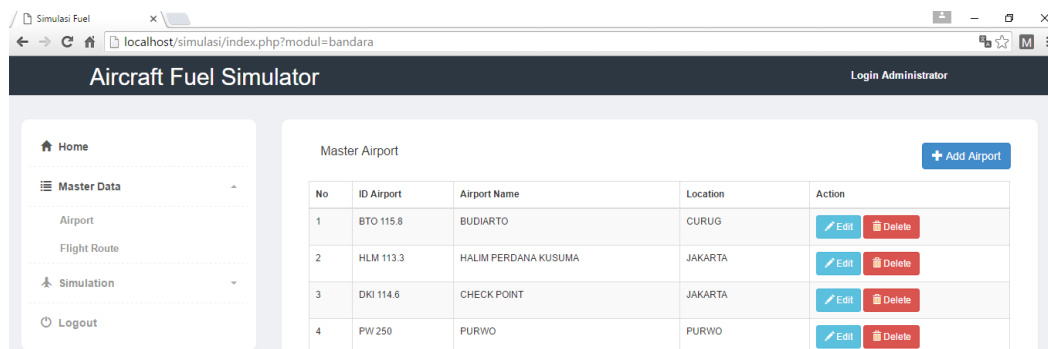
### 4.1.3 Implementasi Menu Master Data

Implementasi menu master data ini adalah *admin* dapat melihat keseluruhan isi sistem seperti *Id Airport*, *Airport name* dan *Location*. *Admin* juga dapat melihat, mengubah, menghapus dan menambahkan di menu *Simulation*.

*Airport name* adalah berisi nama-nama bandara yang digunakan oleh pihak Merpati *Training Center* (Sekolah Pilot) untuk melakukan misi latihan terbang. *Location* menunjukkan tempat asli dari bandara itu berada.

### 4.1.4 Menu Master Data Airport

Di dalam menu *airport* ini terdiri *id airport*, *airport name* (nama bandara) dan *location* (letak bandara), *admin* dapat melakukan aktivitas berupa menambahkan data, menghapus data, mengedit data yang tersedia di menu *Airport*. Berikut ini tampilan *Airport* terlihat pada Gambar 4.3.

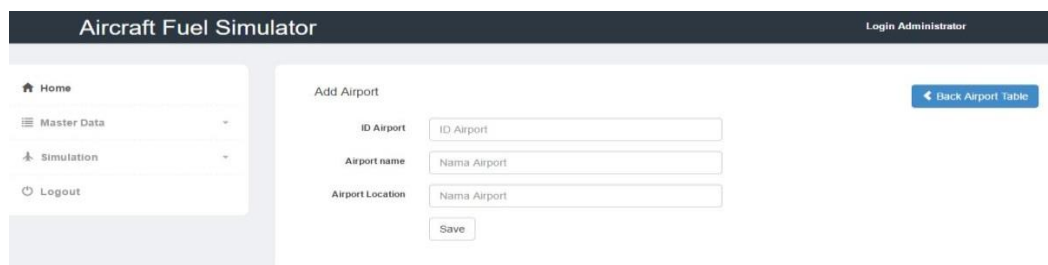


No	ID Airport	Airport Name	Location	Action
1	BTO 115.8	BUDIARTO	CURUG	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
2	HLM 113.3	HALIM PERDANA KUSUMA	JAKARTA	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
3	DKI 114.6	CHECK POINT	JAKARTA	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
4	PW 250	PURWO	PURWO	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>

Gambar 4.3 Menu Master Data (*Airport*).

### 4.1.5 Tampilan Halaman Add Airport

Tampilan *add airport* digunakan untuk menambah data *airport*, tampilan tambah *add airport* bisa dilihat pada Gambar 4.4.



Add Airport

[Back Airport Table](#)

ID Airport:

Airport name:

Airport Location:



Gambar 4.4 Tampilan Halaman *Add Airport*

#### 4.1.6 Tampilan Halaman *Edit Airport*

Tampilan halaman *edit airport* digunakan untuk mengedit data *airport* jika ada yang salah, tampilan tambahan *edit airport* dapat dilihat pada Gambar 4.5.

The screenshot shows the 'Edit Airport' interface. It features a sidebar on the left with navigation options: Home, Master Data, Simulation, and Logout. The main content area is titled 'Edit Airport' and contains a form with the following fields: 'ID Airport' (value: BTO 115.8), 'Airport Name' (value: BUDIARTO), and another 'Airport Name' (value: CURUG). A 'Save' button is located below the form. A 'Back Airport Table' button is positioned in the top right corner of the form area. The footer of the page indicates 'Copyright 2018 Website'.

Gambar 4.5 Halaman *Edit Airport*

#### 4.1.7 Data *Flight Route*

Data *Flight Route* adalah data rute yang dilalui, terdiri dari *route name* (Nama Rute), *airport of origin* (Nama Bandara Asal), *airport destination* (Bandara Tujuan), *distance*, *altitude*. Menu Master Data (*Flight Route*). Aktivitas yang dapat dilakukan *admin* adalah mengubah, mengedit, menghapus data yang sudah ada. Berikut ini tampilan dari data menu master data (*Flight Route*). Dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Gambar 4.6 Menu Data *Flight Route*

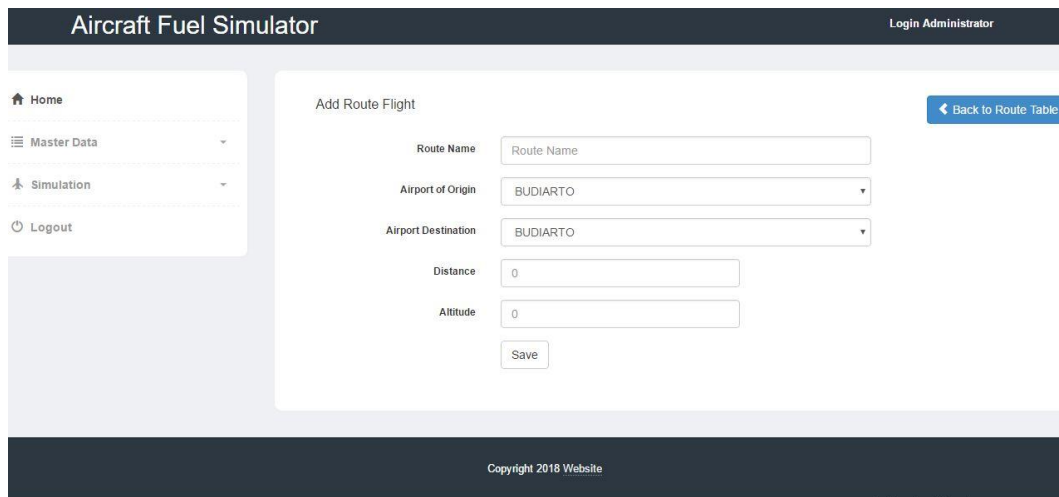
The screenshot shows the 'Data Flight Route' interface. It features a sidebar on the left with navigation options: Home, Master Data, Simulation, and Logout. The main content area is titled 'Data Flight Route' and contains a table with the following data:

No	ID Route	Route Name	Airport of Origin	Airport Destination	Distance	Altitude	Option
1	1	BTO - HLM - DKI - PW	BUDIARTO	PURWO	83	0	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
2	2	PW - DKI - HLM - BTO	PURWO	BUDIARTO	83	0	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
3	3	BTO - DKI - D10 - BND	BUDIARTO	HUSEIN SASTRA NEGARA	96	0	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
4	4	BND - D10 - DKI - BTO	HUSEIN SASTRA NEGARA	BUDIARTO	96	0	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>
5	5	CLP - BND - D10 - PW	TUNGGUL WULUNG	PURWO	123	0	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Delete</a>

An 'Add Route' button is located in the top right corner of the table area. The footer of the page indicates 'Copyright 2018 Website'.

#### 4.1.8 Tampilan Halaman *Add Route*

Tampilan *add route* digunakan untuk menambah data *route*, di dalamnya berisi *route name* (nama rute terbang), *airport of origin* (bandara asal), *airport destination* (bandar tujuan), *distance* (jarak yang akan ditempuh dalam satu penerbangan), *altitude* (ketinggian terbang) dan menu *save* untuk menyimpan data yang telah diinputkan. Tampilan *add route* bisa dilihat pada Gambar 4.7.



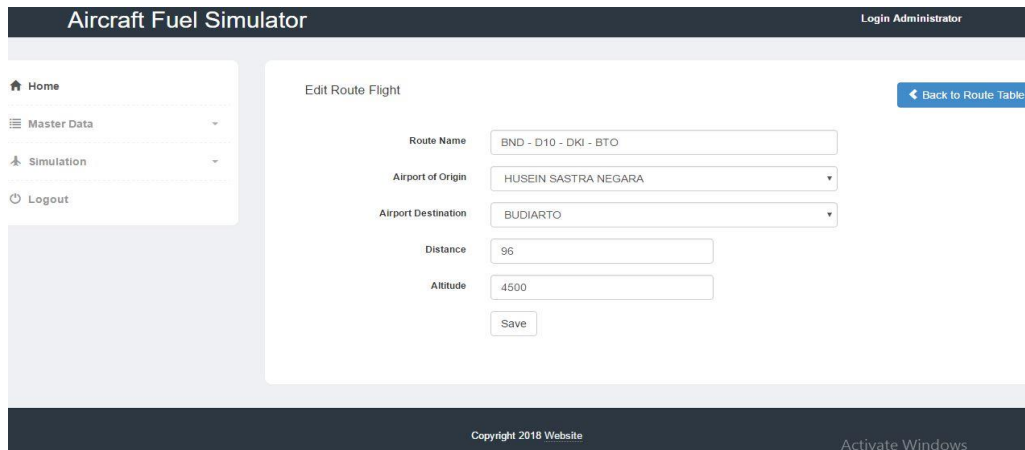
The screenshot shows a web application interface for 'Aircraft Fuel Simulator'. The top navigation bar includes the title 'Aircraft Fuel Simulator' and a user profile 'Login Administrator'. A left sidebar contains navigation links: Home, Master Data, Simulation, and Logout. The main content area is titled 'Add Route Flight' and features a 'Back to Route Table' button. The form contains the following fields: 'Route Name' (text input), 'Airport of Origin' (dropdown menu with 'BUDIARTO' selected), 'Airport Destination' (dropdown menu with 'BUDIARTO' selected), 'Distance' (text input with '0'), and 'Altitude' (text input with '0'). A 'Save' button is located at the bottom of the form. The footer of the page reads 'Copyright 2018 Website'.

Gambar 4.7 Tampilan Halaman *Add Route*

#### 4.1.9 Tampilan Halaman *Edit Route*

Tampilan *edit route* digunakan untuk memperbaiki data yang ada apabila terjadi kesalahan dalam penginputan data. Di dalamnya berisi *route name* (nama rute terbang), *airport of origin* (bandara asal), *airport destination* (bandar tujuan), *distance* (jarak yang akan ditempuh dalam satu penerbangan), *altitude* (ketinggian terbang) dan menu *save* untuk menyimpan data yang telah diperbaharui.

Tampilan *add route* bisa dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Tampilan Halaman *Edit Route*

#### 4.1.10 Simulasi

Pada menu *simulation* terdapat dua menu yaitu menu *simulation* dan *simulation report*. Di dalam menu *simulation* terdapat beberapa data yang harus diinputkan guna nantinya data yang ada akan diproses seperti, *speed of climb* (kecepatan linier pesawat terbang menanjak), *rate of climb* (laju menanjak pesawat), *IAS On Cruising* (IAS saat pesawat terbang jelajah), *speed of descent* (kecepatan menurun pesawat), *rate of descent* (laju menurun terbang pesawat), *wind speed* (kecepatan angin), *outside air temperature* (suhu udara), *fuel consumption rate climb* (rata - rata konsumsi bahan bakar saat pesawat akan terbang menanjak), *fuel consumption rate cruise* (rata - rata konsumsi bahan bakar saat pesawat terbang jelajah), *fuel consumption rate descent* (rata - rata konsumsi bahan bakar saat pesawat akan terbang menurun) dan tombol *procces* yang berfungsi untuk memproses data yang telah diinputkan oleh *user*. Tampilan *simulation* dapat dilihat pada Gambar 4.9.

Simulation ⌂

Flight Route:

---

Distance	<input type="text" value="174"/>	NM	Speed of Descent	<input type="text" value="55"/>	feet
Altitude	<input type="text" value="5500"/>	feet	Rate of Descent	<input type="text" value="350"/>	feet/min
Speed of Climb	<input type="text" value="65"/>	feet	Wind Speed	<input type="text" value="19"/>	knot
Rate of Climb	<input type="text" value="450"/>	feet/min	Outside Air Temperature	<input type="text" value="30"/>	deg
IAS on Cruising	<input type="text" value="80"/>	knot			

---

Fuel Consp. Rate Climb	<input type="text" value="34"/>	kg/hr
Fuel Consp. Rate Cruise	<input type="text" value="19"/>	kg/hr
Fuel Consp. Rate Descent	<input type="text" value="6"/>	kg/hr

Activate Windows  
Go to Settings to activate

Gambar 4.9 Tampilan Halaman *Simulation*

#### 4.1.11 Tampilan Hasil Proses

Tampilan hasil proses *simulation* digunakan untuk menyimpan data proses hasil perhitungan, tampilan halaman hasil proses *simulation* dapat dilihat pada Gambar 4.10.

Proceed Descent

*Cruising Altitude*

Time Descent :  Minutes

Distance Descent  NM

---

Proceed Cruise

*Cruising Altitude*

True Air Speed :  knot

Ground Speed :  knot

Distance Cruise :  NM

---

Time Cruise	:	76,109 Minutes
Fuel Climb	:	6,926 Kg
Fuel Cruise	:	24,101 Kg
Fuel Descent	:	1,571 Kg
<b>Total Fuel</b>	<b>:</b>	<b>32,599 Kg</b>

Activate Windows  
Go to Settings to activate

Gambar 4.10 Tampilan Hasil Proses

#### 4.1.12 *Simulation Report*

*Simulation Report* adalah laporan data yang telah diproses pada menu simulation, yang di dalamnya terdiri dari *date* atau tanggal saat melakukan pengoprasian *simulation*. *Flight route* merupakan rute terbang yang telah dipilih pada menu *simulation*, *distance* merupakan jarak tempuh penerbangan dari a ke b. *Fuel* merupakan bahan bakar yang telah terpakai dalam satu penerbangan dan menu *action* berfungsi sebagai tindak lanjutan apa bila ingin menghapus *simulation report* sebelumnya. Tampilan *simulation report* dapat dilihat pada Gambar 4.11.

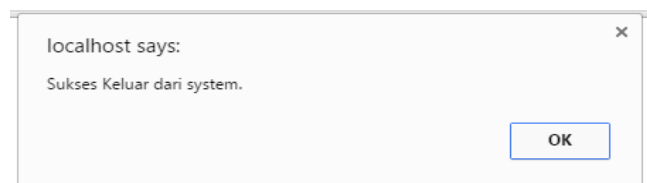
Gambar 4.11 Tampilan Halaman *Simulation Report*

Simulation Report

No	Date	Flight Route	Distance	Fuel	Action
1	2018-08-01 23:56:35	HLM - DKI - CA - ANY	233 NM	43,076 kg	Delete
2	2018-08-02 00:26:02	BTO - HLM - DKI - PW	83 NM	24,697 kg	Delete
3	2018-08-02 00:35:29	PW - DKI - HLM - BTO	83 NM	24,504 kg	Delete
4	2018-08-02 01:13:12	BTO - DKI - D10 - BND	96 NM	30,197 kg	Delete
5	2018-08-03 09:03:16	CLP - CA - DKI - HLM	186 NM	57,413 kg	Delete
6	2018-08-03 09:22:11	HLM - DKI - CA - CLP	186 NM	33,746 kg	Delete
7	2018-08-03 14:08:36	CLP - BND - D10 - PW	123 NM	22,728 kg	Delete
8	2018-08-03 14:11:43	CLP - CA - D10 - BND	143 NM	26,919 kg	Delete
9	2018-08-03 14:15:37	BND - D10 - CA - CLP	143 NM	42,720 kg	Delete
10	2018-08-03 14:22:58	JOG - GEPAK - CLP - CA	140 NM	25,730 kg	Delete

#### 4.1.13 *Menu Logout*

Menu *Logout* ini adalah menu yang disediakan untuk admin keluar dari sistem. Berikut ini tampilan dari menu *Logout*, dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar4.12 Menu Logout

## 4.2 Pembahasan *Flight Plan Manual*

Sistem yang telah dibuat merupakan penerapan dari teori yang ada, dibuat dalam bentuk sebuah program dengan menggunakan rumus *flight planning* sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan perhitungan manualnya.

### 4.2.1 Penentuan Parameter terbang.

Penerbangan yang dilakukan dalam hal ini adalah penerbangan jenis latihan terbang untuk para siswa penerbang tahap *Privat Pilot License* (PPL). Tahap terbang dalam *Flying school* terdiri dari (a) *Privat Pilot License*, (b) *Commercial Pilot License*, dan (c) *Instrument Rating*.

Saat terbang PPL ini pelatihan terbang dilakukan dengan proses pelatihan terbang *visual* (*Visual Flight Rule*).

#### 1) Data inisiasi *Flight Plan*

Data inisiasi *flight plan* atau perencanaan terbang terdiri dari :

- a. *Aircraft type* , diisi dengan jenis pesawat yang digunakan oleh Merpati Pilot *School* yaitu jenis Cessna 172
- b. *Aircraft Type*, diisi dengan nomor lambung pesawat jenis Cessna 172 yang digunakan pada pesawat tersebut. Contoh kasus pesawat Cessna 172 yang digunakan dengan nomor lambung PK-MTA.
- c. *Instructor*, diisi dengan nama Capt pilot sebagai instruktur penerbang dalam misi latihan terbang tersebut.
- d. *Student*, diisi dengan nama siswa sekolah pilot yang sedang melaksanakan misi latihan terbang.
- e. *ETD* , *estimate time departure* , diisi dengan waktu rencana misi terbang dalam satuan GMT atau UTC.

Contoh pesawat direncanakan misi latihan terbang jam 07.00 WIB dituliskan dengan 00.00.

- f. *Flight Time*, diisi dengan jumlah waktu yang menunjukkan berapa lama pesawat tersebut terbang dari titik keberangkatan menuju titik pendaratan.
- g. *Endurance*, menunjukkan waktu seberapa lama pesawat dapat terbang dengan bahan bakar yang ada di dalam pesawat.

2) Data Parameter Terbang.

Data parameter terbang terdiri dari :

- a. *Air Speed* berupa data *Climb, Cruise, Descent*, diisi dengan kecepatan linier pesawat saat terbang menanjak, terbang jelajah, terbang menurun. Kecepatan pesawat dinyatakan dalam satuan knot. Contohnya 65 knot.
- b. *Rate Speed* berupa data *Rate Speed Climb, True Air Speed (TAS)* dan *Rate speed descent, Rate speed climb* dan *rate speed descent* dinyatakan dalam satuan feet/minutes. Kecetapan pesawat TAS dinyatakan knot
- c. Data *Environment*, terdiri dari
  - *Wind speed* merupakan kecepatan angin terhadap pesawat dinyatakan dalam satuan knot. *Wind speed* bernilai positif jika arah angin searah dengan arah gerak pesawat dan pesawat bergerak dipercepat (*tailwind*). *Wind speed* bernilai negatif jika arah angin berlawanan arah dengan arah gerak pesawat dan pesawat bergerak diperlambat (*headwind*).
  - *Wind direction* menunjukkan arah dari mana angin berasal menuju pesawat. Dinyatakan dalam *Degrre True*.
  - OAT atau *outset air temperature* diisi dengan suhu udara saat pesawat akan melakukan *takeoff*. Suhu OAT dinyatakan dalam derajat Celcius.
- d. *Fuel Consumption Rate*.  
Berupa data *fuel consumption rate climb, fuel consumption rate cruise*, dan *fuel consumption rate descent*. Nilai ini dinyatakan dalam satuan kg/hr. Besaran *fuel consumption rate* saat *climb, cruise*, dan *descent* ditentukan berdasarkan *Operating manual Cessna 172*.

3) Perhitungan Terbang



a. Menentukan *route* terbang

Dalam Merpati Pilot School telah ditentukan rute-rute terbang latihannya yaitu :

- Budiarto Curug → Halim PK → DKI → PURWO
- PURWO → DKI → Halim PK → Curug Budiarto




- Dan seterusnya seperti terlihat pada Gambar 4.13.

		 <b>PPL INITIAL TRAINING ROUTE</b> 									
No	Flight Route	1st Segment Route		2nd Segment Route		3rd Segment Route		4th Segment Route		Distance NM	Direct Track Mag Deg.
		Distance (NM)		Distance (NM)		Distance (NM)		Distance (NM)			
1	CURUG- PURWO	BTO 115.8	HLM 113.3	HLM 113.3	DKI114.6	DKI 114,6	PW250			83,061	115
		18,307		20,656		44,098		0			
2	PURWO-CURUG	PW250	DKI 114,6	DKI 114,6	HLM 113.3	HLM 113.3	BTO 115.8			83,061	295
		44,098		20,656		18,307		0			
3	CURUG-BANDUNG	BTO 115.8	DKI114.6	DKI114.6	D10 BND	D10 BND	BND 117.0			96,002	109
		33,7		51,7		10,6		0			
4	BANDUNG - CURUG	BND 117.0	D10 BND	D10 BND	DKI114.6	DKI114.6	BTO 115.8			96,002	289
		10,6		51,7		33,7		0			
5	CILACAP - PURWO	CLP 114.9	BND 117.0	BND 117.0	D10 BND	D10 BND	PW250			123,309	85
		102,5		10,59		10,2		0			
6	PURWO - CILACAP	PW250	D10 BND	D10 BND	BND 117.0	BND 117.0	CLP 114.9			123,309	265
		10,2		10,6		102,5		0			
7	CILACAP - HALIM	CLP 114.9	CA 365	CA 365	DKI114.6	DKI114.6	HLM 113.3			186,297	298
		63,8		101,8		20,7		0			
8	HALIM - CILACAP	HLM 113.3	DKI114.6	DKI114.6	CA 365	CA 365	CLP 114.9			186,297	118
		20,656		101,799		63,842		0			
9	BANDUNG - CILACAP	BND 117.0	D10 BND	D10 BND	CA 365	CA 365	CLP 114.9			143,184	117
		10,6		68,8		63,8		0			
10	CILACAP BANDUNG	CLP 114.9	CA 365	CA 365	D10 BND	D10 BND	BND 117.0			143,184	297
		63,842		68,755		10,587		0			
11	JOGJA - CIREBON	JOG 112.8	GEPAK	GEPAK	CLP 114.9	CLP 114.9	CA 365			141,02	317
		17,6		59,5		63,8		0			
12	CIREBON - JOGJA	CA 365	CLP 114.9	CLP 114.9	GEPAK	GEPAK	JOG 112.8			141,02	137
		63,842		59,544		17,634		0			
13	SOLO - CILACAP	SOC 225	JOG 112.8	JOG 112.8	GEPAK	GEPAK	CLP 114.9			108,63	261
		31,5		17,6		59,5		0			
14	CILACAP - SOLO	CLP 114.9	GEPAK	GEPAK	JOG 112.8	JOG 112.8	SO 225			108,63	81
		59,544		17,634		31,452		0			
15	SURABAYA - SEMARANG	SBR 113.4	BA 295	BA 295	PW250	PW250	ANY 115.2			152,385	273
		84,4		41,9		26,0		0			
16	SEMARANG - SURABAYA	ANY 115.2	PW250	PW250	BA 295	BA 295	SBR 113.4			152,385	93
		26,011		41,94		84,434		0			
17	SEMARANG - CILACAP	ANY 115.2	CA 365	CA 365	CLP 114.9					234,949	196
		110,653		124,296		0		0			
18	CILACAP - SEMARANG	CLP 114.9	CA 365	CA 365	ANY 115.2					234,949	16
		124,296		110,653		0		0			
19	SEMARANG - JOGJA	ANY 115.2	PW250	PW250	SOC 225	SO 225	JOG 112.8			76,399	196
		26,011		18,936		31,452		0			
20	JOGJA - SEMARANG	JOG 112.8	SO 225	SO 225	PW250	PW250	ANY 115.2			76,399	16
		31,452		18,936		26,011		0			
21	MALANG - JOGJA	MLG 342	SBR 113.4	SBR 113.4	BA 295	BA 295	PW250	PW250	JOG 112.8	205,163	15
		33,846		84,434		41,94		44,943			
22	JOGJA - MALANG	JOG 112.8	PW250	PW250	BA 295	BA 295	SBR 113.4	SBR 113.4	MLG 342	205,163	195
		44,943		41,94		84,434		33,846			
23	SUMENEP - SEMARANG	MP 200	SBR 113.4	SBR 113.4	BA 295	BA 295	PW250	PW250	ANY 115.2	222,847	273
		70,462		84,434		41,94		26,011			
24	SEMARANG - SUMENEP	ANY 115.2	PW250	PW250	BA 295	BA 295	SBR 113.4	SBR 113.4	MP 200	222,847	93
		26,011		41,94		84,434		70,462			
25	JOGJA - CIREBON	JOG 112.8	SO 225	SO 225	PW250	PW250	ANY 115.2	ANY 115.2	CA 365	187,052	320
		31,452		18,936		26,011		110,653			
26	CIREBON - JOGJA	CA 365	ANY 115.2	ANY 115.2	PW250	PW250	SO 225	SO 225	JOG 112.8	187,052	140
		110,653		26,011		18,936		31,452			
27	SEMARANG - HALIM	ANY 115.2	CA 365	CA 365	DKI 114,6	DKI 114,6	HLM 113.3			233,108	263
		110,653		101,799		20,656		0			
28	HALIM - SEMARANG	HLM 113.3	DKI 114,6	DKI 114,6	CA 365	CA 365	ANY 115.2			233,108	083
		20,656		101,799		110,653		0			
29	SEMARANG - BANDUNG	ANY 115.2	CA 365	CA 365	GEPAK	GEPAK	D10 BND	D10 BND	BND 117.0	398,261	247
		110,653		108,721		168,3		10,587			
30	BANDUNG - SEMARANG	BND 117.0	D10 BND	D10 BND	GEPAK	GEPAK	CA 365	CA 365	ANY 115.2	398,261	67
		10,587		168,3		108,721		110,653			
31	SEMARANG - BANDUNG	ANY 115.2	CA 365	CA 365	CLP 114.9	CLP 114.9	D10 BND	D10 BND	BND 117.0	196,828	247
		110,653		63,842		11,746		10,587			
32	BANDUNG - SEMARANG	BND 117.0	D10 BND	D10 BND	CLP 114.9	CLP 114.9	CA 365	CA 365	ANY 115.2	196,828	67
		10,587		11,746		63,842		110,653			
33	HALIM - CILACAP	HLM 113.3	BND 117.0	BND 117.0	D10 BND	D10 BND	CLP 114.9			174,827	142
		52,494		10,587		111,746		0			
34	CILACAP - HALIM	CLP 114.9	D10 BND	D10 BND	BND 117.0	BND 117.0	HLM 113.3			174,827	322
		111,746		10,587		52,494		0			

Gambar 4.13 Cuplikan *Route* Terbang Merpati *Training Center*

b. Menentukan ketinggian terbang

Ketinggian terbang ditentukan berdasarkan aturan ketinggian terbang didasarkan pada arah terbangnya. Data ketinggian terbang penerbangan yang dilakukan MTC pada Merpati Pilot School terlihat pada Gambar 4.14.

		<b>PPL INITIAL TRAINING ALTITUDE</b>			
No	Flight Route	Check Point Route	Distance	Direct Track	Altitude
			NM	Mag Deg.	
1	CURUG- PURWO	BTO-HLM-DKI-PW	83,061	115	3500, 5500, 7500,9500
2	PURWO-CURUG	PW-DKI-HLM-BTO	83,061	295	2500, 4500, 6500, 8500
3	CURUG-BANDUNG	BTO-DKI-D10-BND	96,002	109	3500, 5500, 7500,9500
4	BANDUNG - CURUG	BND-D10-DKI-BTO	96,002	289	2500, 4500, 6500, 8500
5	CILACAP - PURWO	CLP-BND-D10-PW	123,309	85	3000, 5000, 7000, 9000
6	PURWO - CILACAP	PW-D10-BND-CLP	123,309	265	2000, 4000, 6000, 8000, 10000
7	CILACAP - HALIM	CLP-CA-DKI-HLM	186, 297	298	2500, 4500, 6500, 8500
8	HALIM - CILACAP	HLM-DKI-CA-CLP	186, 297	118	3500, 5500, 7500,9500
9	BANDUNG - CILACAP	BND-D10-CA-CLP	143.184	117	3500, 5500, 7500,9500
10	CILACAP BANDUNG	CLP-CA-D10-BND	143.184	297	2500, 4500, 6500, 8500
11	JOGJA - CIREBON	JOG-GEPAK-CLP-CA	141.02	317	2500, 4500, 6500, 8500
12	CIREBON - JOGJA	CA-CLP-GEPAK-JOG	141.02	137	3500, 5500, 7500,9500
13	SOLO - CILACAP	SOC - JOG - GEPAK - CLP	108,63	261	2000, 4000, 6000, 8000, 10000
14	CILACAP - SOLO	CLP - GEPAK - JOG - SOC	108,63	81	3000, 5000, 7000, 9000
15	SURABAYA - SEMARANG	SBR - BA - PW - ANY	152,385	273	2500, 4500, 6500, 8500
16	SEMARANG - SURABAYA	ANY - PW - BA - SBR	152,385	93	3500, 5500, 7500,9500
17	SEMARANG - CILACAP	ANY - CA - CLP - GEPAK - JOG	234,949	196	2000, 4000, 6000, 8000, 10000
18	CILACAP - SEMARANG	JOG - GEPAK - CLP - CA - ANY	234,949	16	3000, 5000, 7000, 9000
19	SEMARANG - JOGJA	ANY - PW - SOC - JOG	76,399	196	2000, 4000, 6000, 8000, 10000
20	JOGJA - SEMARANG	JOG - SOC - PW - ANY	76,399	16	3000, 5000, 7000, 9000
21	MALANG - JOGJA	MLG - SBR - BA - PW - JOG	205,163	15	3000, 5000, 7000, 9000
22	JOGJA - MALANG	JOG - PW - BA - SBR - MLG	205,163	195	2000, 4000, 6000, 8000, 10000
23	SUMENEP - SEMARANG	MP - SBR - BA - PW - ANY	222,847	273	2500, 4500, 6500, 8500
24	SEMARANG - SUMENEP	ANY - PW - BA - SBR - MP	222,847	93	3500, 5500, 7500,9500
25	JOGJA - CIREBON	JOG - SOC - PW - ANY - CA	187,052	320	2500, 4500, 6500, 8500
26	CIREBON - JOGJA	CA - ANY - PW - SOC - JOG	187,052	140	3500, 5500, 7500,9500
27	SEMARANG - HALIM	ANY - CA - DKI - HLM	233,108	263	2000, 4000, 6000, 8000, 10000
28	HALIM - SEMARANG	HLM - DKI - CA - ANY	233,108	83	3000, 5000, 7000, 9000
29	SEMARANG - BANDUNG	ANY - CA - GEPAK - D10 - BND	398,261	247	2000, 4000, 6000, 8000, 10000
30	BANDUNG - SEMARANG	BND - D10 - GEPAK - CA - ANY	398,261	67	3000, 5000, 7000, 9000
31	SEMARANG - BANDUNG	ANY - CA - CLP - D10 - BND	196,828	247	2000, 4000, 6000, 8000, 10000
32	BANDUNG - SEMARANG	BND - D10 - CLP - CA - ANY	196,828	67	3000, 5000, 7000, 9000
33	HALIM - CILACAP	HLM - BND - D10 - CLP	174,827	142	3500, 5500, 7500,9500
34	CILACAP - HALIM	CLP - D10 - BND - HLM	174,827	322	2500, 4500, 6500, 8500

Gambar 4.14 Cuplikan Ketinggian Terbang Merpati *Training Center*

c. *Endurance* dan pemakaian bahan bakar pesawat.

*Endurance* adalah nilai waktu yang menunjukkan seberapa lama pesawat mampu terbang dengan sejumlah bahan bakar yang dibawanya.

Semakin banyak bahan bakar yang termuat ke dalam tanki bahan bakar pesawat maka pesawat memiliki *endurance* atau kemampuan waktu terbang yang semakin lama.

Pesawat Cessna memiliki kemampuan menyimpan bahan bakar di dalam tankinya sebesar 42 US Galon. Dalam konversi satuan didapatkan bahwa

$$1 \text{ US Galon} = 3,79 \text{ kg}$$

sehingga didapatkan bahwa

$$42 \text{ US Galon} = 42 \times 3,79 = 159,18 \text{ kg}$$

Jika rata-rata kerapatan *fuel* adalah 0,76 liter

maka fuel 159,18 kg senilai dengan

$$= 159,18 / 0,76 \text{ liter} = 209,447 \text{ liter}$$

Pesawat memiliki kemampuan menanjak maksimum sebesar 721 feet / menit, serta mempunyai kemampuan terbang jelajah maksimum 12.000 feet dengan kecepatan maksimum 122 knot.

Kecepatan rata-rata terbang jelajah pesawat tersebut adalah 120 knot.

Cessna 172 mampu terbang sejauh 687 NM dengan muatan *fuel* maksimum. Jika pesawat terbang dengan kecepatan jelajah 118 knot maka waktu terbang sejauh 687 NM ditempuh dalam

$$\text{Waktu tempuh maksimum} = (687 / 118) \times 60$$

$$= 349,3 \text{ menit atau}$$

$$= 5,82 \text{ jam}$$

$$= 5 \text{ jam } (0,82 \times 60) \text{ menit}$$

$$= 5 \text{ jam } 49 \text{ menit}$$

Sehingga *fuel consumption rate* pesawat terbang jelajah adalah

$$= (159,18 / 5,82)$$

$$= 27,35 \text{ kg/hr}$$

Dalam *Quick Reference Handbook for Student Pilot* disebut bahwa dalam *simplify* perhitungan *flight fuel consumption* untuk normal *speed of flight* adalah;

- *Fuel consumption rate climb* = 125% x 27,35 = 34,2 kg/hr

- *Fuel consumption rate cruise* = 68% x 27,35 = 18,6 kg/hr

- *Fuel consumption rate descent* = 23% x 27,35 = 6,3 kg/hr

Hal ini menjadi referensi perhitungan perencanaan dan perhitungan bahan bakar pesawat secara manual.

d. Perhitungan terbang (*Flight Calculation*)

Contoh penyelesaian kasus I :

1) Penerbangan Bandung ke Semarang

*Altitude*                      5000 feet

*OAT*                              27 deg C

*Wind speed*                -16 knot (*headwind*)

Maka kecepatan angin pada pesawat di ketinggian tersebut adalah;

$$\text{Wind speed effect} = -16 + \left( -16 \times \frac{(27-15) \times 0,2}{100} \right)$$

$$\text{Wind speed} = -16,4 \text{ knot}$$

(i) *Step climb*

$$\text{Time climb} = \frac{\text{flight level}}{\text{rate of climb}}$$

Dengan diketahui *rate of climb* pada data *base* sebesar = 450 feet/minutes

$$\text{Time climb} = \frac{5000}{450} = 11,1 \text{ minutes}$$

$$Distance\ climb = \frac{time\ climb \times Ground\ Speed\ climb}{60}$$

Dengan diketahui bahwa *speed climb* = 65 knot

Maka :

$$Ground\ speed\ climb = 65 - 16,4\ knot$$

$$Ground\ speed\ climb = 48,6\ knot$$

$$Distance\ climb = \frac{11,1 \times 48,6}{60}$$

$$Distance\ climb = 9\ NM$$

(ii) *Step descent*

$$Time\ descent = \frac{flight\ level}{rate\ of\ descent}$$

Dengan diketahui *rate of descent* pada data base sebesar 350 feet/minute

$$Time\ descent = \frac{5000}{350} = 14,3\ minutes$$

$$Dist\ descent = \frac{time\ descent \times Ground\ Speed\ Descent}{60}$$

Dengan diketahui bahwa *speed descent* = 55 knot

Maka :

$$Ground\ speed\ descent = 55 - 16,4\ knot$$

$$Ground\ speed\ climb = 38,6\ knot$$

$$Dist\ descent = \frac{14,3 \times 38,6}{60}$$

$$Distance\ descent = 9,2\ NM$$

(iii) *Step cruise*

$$Dist\ Crz = Total\ dist - (dist\ climb + dist\ des\ cent)$$

Diketahui *distance* terbang dari data base

$$Total\ Distance = 197\ NM$$

$$\text{Distance cruise} = 197 - (9 + 9.2)$$

$$\text{Distance cruise} = 178,8 \text{ NM}$$

$$\text{TAS} = \left( \frac{\text{altitude}}{1000} \times 2\% \times 0,98 \times \text{IAS} \right) + \text{IAS}$$

$$\text{Diketahui IAS pesawat} = 80 \text{ knot}$$

$$\text{TAS} = \left( \frac{5000}{1000} \times 2\% \times 0,98 \times 80 \right) + 80$$

$$\text{TAS} = 87,8 \text{ knot}$$

$$\text{Ground Speed} = 87,8 - 16,4 = 71,4$$

$$\text{Time cruise} = \frac{178,8}{71,4} \times 60 = 150,2 \text{ menit}$$

$$\text{Flight time} = \text{time climb} + \text{time cruise} + \text{time descent}$$

$$\text{Flight time} = 11,1 + 150,2 + 14,3 = 175,6 \text{ minutes}$$

Dari data yang diketahui bahwa

$$\text{Fuel consumption rate climb} = 34 \text{ kg / hr}$$

$$\text{Fuel consumption rate cruise} = 19 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Fuel consumption rate descent} = 6 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Fuel burn climb} = \frac{\text{time climb}}{60} \times \text{fuel cons rate climb}$$

$$\text{Fuel burn climb} = \frac{11,1}{60} \times 34$$

$$\text{Fuel burn climb} = 6,29 \text{ kg}$$

$$\text{Fuel burn cruise} = \frac{\text{time cruise}}{60} \times \text{fuel cons rate cruise}$$

$$\text{Fuel burn cruise} = \frac{150,2}{60} \times 19$$

$$\text{Fuel burn cruise} = 47,56 \text{ kg}$$

$$\text{Fuel burn descent} = \frac{\text{time descent}}{60} \times \text{fuel cons rate descent}$$

$$\text{Fuel burn descent} = \frac{14,3}{60} \times 6$$

$$\text{Fuel burn descent} = 1,42 \text{ kg}$$

$$\text{Trip fuel} = \text{fuel burn climb} + \text{fuel burn cruise} + \text{fuel descent}$$

$$\text{Trip fuel} = 6,29 + 47,56 + 1,42$$

$$\text{Trip fuel} = 55,27 \text{ kg}$$

Contoh penyelesaian kasus II :

2) Penerbangan Curug ke Purwo

*Altitude*                      5500 feet

*OAT*                              26 deg C

*Wind speed*                  -15 knot (headwind)

Maka kecepatan angin pada pesawat di ketinggian tersebut adalah

$$\text{Wind speed effect} = -15 + \left( -15 \times \frac{(26-15) \times 0,2}{100} \right)$$

$$\text{Wind speed} = -15,3 \text{ knot}$$

(i) *Step climb*

$$\text{Time climb} = \frac{\text{flight level}}{\text{rate of climb}}$$

Dengan diketahui rate of climb pada data base sebesar = 450 feet/minute

$$\text{Time climb} = \frac{5500}{450} = 12,2 \text{ minutes}$$

$$\text{Distance climb} = \frac{\text{time climb} \times \text{Ground Speed climb}}{60}$$

Dengan diketahui bahwa speed climb = 65 knot

Maka

$$\text{Ground speed climb} = 65 - 15,3 \text{ knot}$$

*Ground speed climb* = 49,7 knot

$$\text{Distance climb} = \frac{12,2 \times 49,7}{60}$$

*Distance climb* = 10,1 NM

(ii) *Step descent*

$$\text{Time descent} = \frac{\text{flight level}}{\text{rate of descent}}$$

Dengan diketahui rate of descent pada data base sebesar = 350 feet/minute

$$\text{Time descent} = \frac{5500}{350} = 15,7 \text{ minutes}$$

$$\text{Dist descent} = \frac{\text{time descent} \times \text{Ground Speed Descent}}{60}$$

Dengan diketahui bahwa speed descent = 55 knot

Maka

*Ground speed descent* = 55 – 15,3 knot

*Ground speed climb* = 39,7 knot

$$\text{Dist descent} = \frac{15,7 \times 39,7}{60}$$

*Distance descent* = 10,4 NM

(iii) *Step cruise*

$$\text{Dist Crz} = \text{Total dist} - (\text{dist climb} + \text{dist descent})$$

Diketahui *distance* terbang dari data base

Total *Distance* = 83,1NM

$$\text{Distance cruise} = 83,1 - (10,1 + 10,4)$$

*Distance cruise* = 62,6 NM

$$\text{TAS} = \left( \frac{\text{altitude}}{1000} \times 2\% \times 0,98 \times \text{IAS} \right) + \text{IAS}$$

Diketahui IAS pesawat = 80 knot



$$TAS = \left( \frac{5500}{1000} \times 2\% \times 0,98 \times 80 \right) + 80$$

$$TAS = 88,6 \text{ knot}$$

$$\text{Ground speed} = 88,6 - 15,3 = 73,3$$

$$\text{Time cruise} = \frac{62,6}{73,3} \times 60 = 51,2 \text{ menit}$$

$$\text{Flight time} = \text{time climb} + \text{time cruise} + \text{time descent}$$

$$\text{Flight time} = 12,2 + 51,2 + 15,7 = 79,1 \text{ minutes}$$

Dari data yang diketahui bahwa

$$\text{Fuel consumption rate climb } 34 \text{ kg / hr}$$

$$\text{Fuel consumption rate cruise } 19 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Fuel consumption rate descent } 6 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Fuel burn climb} = \frac{\text{time climb}}{60} \times \text{fuel cons rate climb}$$

$$\text{Fuel burn climb} = \frac{12,2}{60} \times 34$$

$$\text{Fuel burn climb} = 6,91 \text{ kg}$$

$$\text{Fuel burn cruise} = \frac{\text{time cruise}}{60} \times \text{fuel cons rate cruise}$$

$$\text{Fuel burn cruise} = \frac{51,2}{60} \times 19$$

$$\text{Fuel burn cruise} = 16,21 \text{ kg}$$

$$\text{Fuel burn descent} = \frac{\text{time descent}}{60} \times \text{fuel cons rate descent}$$

$$\text{Fuel burn descent} = \frac{15,7}{60} \times 6$$

$$\text{Fuel burn descent} = 1,57 \text{ kg}$$

$$\text{Trip fuel} = \text{fuel burn climb} + \text{fuel burn cruise} + \text{fuel descent}$$

$$\text{Trip fuel} = 6,91 + 16,21 + 1,57$$

$$\text{Trip fuel} = 24,69 \text{ kg}$$

### 3) Penerbangan Bandung ke Cilacap

*Altitude*                      5500 feet

*OAT*                              29 deg C

*Wind speed*                 -19 knot (tailwind)

Maka kecepatan angin pada pesawat di ketinggian tersebut adalah

$$\text{Wind speed effect} = -19 + \left( -19 \times \frac{(29-15) \times 0,2}{100} \right)$$

$$\text{Wind speed} = -19,53 \text{ knot}$$

#### (i) *Step climb*

$$\text{Time climb} = \frac{\text{flight level}}{\text{rate of climb}}$$

Dengan diketahui rate of climb pada data base sebesar = 450 feet/minute

$$\text{Time climb} = \frac{5500}{450} = 12,222 \text{ minutes}$$

$$\text{Distance climb} = \frac{\text{time climb} \times \text{Ground Speed climb}}{60}$$

Dengan diketahui bahwa *speed climb* = 65 knot

Maka

$$\text{Ground speed climb} = 65 - 19,53 \text{ knot}$$

$$\text{Ground speed climb} = 45,47 \text{ knot}$$

$$\text{Distance climb} = \frac{12,2 \times 45,47}{60}$$

$$\text{Distance climb} = 9,24 \text{ NM}$$

(ii) *Step descent*

$$\text{Time descent} = \frac{\text{flight level}}{\text{rate of descent}}$$

Dengan diketahui *rate of descent* pada data base sebesar = 350 feet/minute

$$\text{Time descent} = \frac{5500}{350} = 15,71 \text{ minutes}$$

$$\text{Dist descent} = \frac{\text{time descent} \times \text{Ground Speed Descent}}{60}$$

Dengan diketahui bahwa *speed descent* = 55 knot

Maka

$$\text{Ground speed descent} = 55 - 19,53 \text{ knot}$$

$$\text{Ground speed climb} = 35,47 \text{ knot}$$

$$\text{Dist descent} = \frac{15,71 \times 35,47}{60}$$

$$\text{Distance descent} = 9,28 \text{ NM}$$

(iii) *Step cruise*

$$\text{Dist Crz} = \text{Total dist} - (\text{dist climb} + \text{dist descent})$$

Diketahui *distance* terbang dari data base

$$\text{Total Distance} = 96 \text{ NM}$$

$$\text{Distance cruise} = 143,2 - (9,24 + 9,28)$$

$$\text{Distance cruise} = 124,68 \text{ NM}$$

$$\text{TAS} = \left( \frac{\text{altitude}}{1000} \times 2\% \times 0,98 \times \text{IAS} \right) + \text{IAS}$$

Diketahui IAS pesawat = 80 knot

$$\text{TAS} = \left( \frac{5500}{1000} \times 2\% \times 0,98 \times 80 \right) + 80$$

$$\text{TAS} = 88,62 \text{ knot}$$

$$\text{Ground speed} = 88,62 - 19,53 = 69,09$$

$$\text{Time cruise} = \frac{124,68}{69,09} \times 60 = 108,27 \text{ menit}$$

$$\text{Flt time} = \text{time climb} + \text{time crz} + \text{time dsc}$$

$$\text{Flt time} = 12,2 + 67,3 + 15,7 = 95,2 \text{ minutes}$$

Dari data yang diketahui bahwa

- Fuel consumption rate climb 34 kg / hr
- Fuel consumption rate cruise 19 kg/hr
- Fuel consumption rate descent 6 kg/hr

$$\text{Fuel burn climb} = \frac{\text{time climb}}{60} \times \text{fuel cons rate climb}$$

$$\text{Fuel burn climb} = \frac{12,2}{60} \times 34$$

$$\text{Fuel burn climb} = 6,91 \text{ kg}$$

$$\text{Fuel burn cruise} = \frac{\text{time cruise}}{60} \times \text{fuel cons rate cruise}$$

$$\text{Fuel burn cruise} = \frac{124,68}{60} \times 19$$

$$\text{Fuel burn cruise} = 34,27 \text{ kg}$$

$$\text{Fuel burn descent} = \frac{\text{time descent}}{60} \times \text{fuel cons rate descent}$$

$$\text{Fuel burn descent} = \frac{15,7}{60} \times 6$$

$$\text{Fuel burn descent} = 1,57 \text{ kg}$$

$$\text{Trip fuel} = \text{fuel burn climb} + \text{fuel burn cruise} + \text{fuel descent}$$

$$\text{Trip fuel} = 6,91 + 34,27 + 1,57$$

$$\text{Trip fuel} = 42,75 \text{ kg}$$

Daftar uji coba manual 34 route penerbangan dapat dilihat pada Tabel cuplikan uji coba manual 4.1.

Tabel 4.1 Cuplikan Perhitungan Manual 34 Route Penerbangan.

NO	Flight Route	Distance	Altitude	OAT	Wind Speed	Wind effect	time climb	Distance climb	Distance cruise	TAS	Time cruise	Time descent	Distance descent	Fuel climb	Fuel cruise	Fuel descent	Trip time	Trip Fuel
		NM	Feet	deg C	knot	knot	min	NM	NM	knot	min	min	NM	kg	kg	kg	min	kg
1	BTO - HLM - DKI - PW	83.1	5500	26	-15	-15	12.222	10.118	62.592	88.624	51.239	15.714	10.390	6.9259	16.226	1.5714	79.176	24.723
2	PW - DKI - HLM - BTO	83.1	4500	27	-15	-15	10.000	8.273	66.332	87.056	55.511	12.857	8.494	5.667	17.579	1.2857	78.369	24.531
3	BTO - DKI - D10 - BND	96	5500	26	-20	-20	12.222	9.077	77.872	88.624	68.525	15.714	9.051	6.926	21.700	1.5714	96.461	30.197
4	BND - D10 - DKI - BTO	96	4500	24	20	20	10.000	14.227	65.625	87.056	36.656	12.857	16.149	5.667	11.608	1.2857	59.514	18.560
5	CLP - BND - D10 - PW	123.6	5000	25	-15	-15	11.111	9.204	104.94	87.840	86.802	14.286	9.452	6.296	27.487	1.4286	112.20	35.212
6	PW - D10 - BND - CLP	123.6	6500	28	18	18	14.444	20.094	80.766	90.192	44.597	18.571	22.740	8.185	14.122	1.8571	77.613	24.165
7	CLP - CA - DKI - HLM	186.3	6500	26	-23	-24	14.444	9.989	166.56	90.192	149.863	18.571	9.748	8.185	47.457	1.8571	182.88	57.499
8	HLM - DKI - CA - CLP	186.3	5500	29	22	23	12.222	17.848	148.12	88.624	79.894	15.714	20.328	6.926	25.300	1.5714	107.83	33.797
9	CLP - CA - D10 - BND	143.2	8500	27	22	23	18.889	27.555	84.265	93.328	43.639	24.286	31.380	10.704	13.819	2.4286	86.814	26.951
10	BND - D10 - CA - CLP	143.2	5500	29	-19	-20	12.222	9.262	124.65	88.624	108.246	15.714	9.289	6.926	34.278	1.5714	136.18	42.775
11	JOG - GEPAK CLP - CA	140.9	8500	27	25	26	18.889	28.522	79.754	93.328	40.236	24.286	32.624	10.704	12.742	2.4286	83.411	25.874
12	CA - CLP - GEPAK - JOG	140.9	5500	26	10	10	12.222	15.323	108.496	88.624	65.859	15.714	17.081	6.926	20.855	1.5714	93.795	29.353
13	SOC -JOG - GEPAK - CLP	108.6	6000	29	-15	-15	13.333	11.018	86.274	89.408	69.963	17.143	11.309	7.556	22.155	1.7143	100.44	31.425
14	CLP - GEPAK - JOG - SOC	108.6	5000	26	-20	-20	11.111	8.252	92.120	87.840	82.006	14.286	8.229	6.296	25.968	1.4286	107.40	33.693
15	SBR - BA - PW - ANY	152.3	6500	31	22	23	14.444	21.114	107.135	90.192	56.938	18.571	24.051	8.185	18.030	1.8571	89.954	28.073
16	ANY - PW - BA - SBR	152.3	5500	27	-18	-18	12.222	9.486	133.237	88.624	113.890	15.714	9.577	6.926	36.065	1.5714	141.83	44.563
17	ANY - PW - SOC -JOG	76.4	6000	25	-18	-18	13.333	10.364	55.567	89.408	46.926	17.143	10.469	7.556	14.860	1.7143	77.40	24.130
18	JOG - SOC - PW - ANY	76.4	5000	24	-23	-23	11.111	7.701	61.178	87.840	56.976	14.286	7.520	6.296	18.042	1.4286	82.372	25.767
19	MLG - SBR - BA - PW - JOG	205.2	7000	30	21	22	15.556	22.460	157.197	90.976	83.759	20.000	25.543	8.815	26.524	2.000	119.32	37.339
20	JOG - PW - BA - SBR - MLG	205.2	6000	25	-15	-15	13.333	11.044	182.813	89.408	148.010	17.143	11.343	7.556	46.870	1.7143	178.49	56.140
21	JOG - SOC - PW - ANY - CA	187.1	6500	28	24	25	14.444	21.576	140.878	90.192	73.620	18.571	24.646	8.185	23.313	1.8571	106.6	33.355
22	CA - ANY - PW - SOC - JOG	187.1	5500	26	-10	-10	12.222	11.159	164.213	88.624	125.667	15.714	11.728	6.926	39.794	1.5714	153.6	48.292
23	ANY - CA - DKI - HLM	233.1	5500	29	15	15	12.222	16.382	198.275	88.624	114.341	15.714	18.443	6.926	36.208	1.5714	142.3	44.705
24	HLM - DKI - CA - ANY	233.1	5000	27	19	19	11.111	15.640	199.732	87.840	111.690	14.286	17.728	6.296	35.369	1.4286	137.1	43.094
25	ANY - CA - CLP D10 - BND	196.8	6000	29	10	10	13.333	16.729	161.420	89.408	97.155	17.143	18.651	7.556	30.766	1.7143	127.6	40.036
26	BND - D10 - CLP CA - ANY	196.8	5000	27	-16	-16	11.111	9.003	178.603	87.840	149.969	14.286	9.1943	6.296	47.490	1.4286	175.4	55.215
27	ANY - CA - CLP	235	6000	25	-17	-17	13.333	10.591	213.649	89.408	177.873	17.143	10.760	7.556	56.326	1.7143	208.3	65.596
28	CLP - CA - ANY	235	5000	29	22	23	11.111	16.225	200.295	87.840	108.801	14.286	18.480	6.296	34.454	1.4286	134.2	42.178
29	MP - SBR - BA - PW - ANY	222.8	6500	25	-18	-18	14.444	11.228	200.231	90.192	167.249	18.571	11.341	8.185	52.962	1.8571	200.0	63.005
30	ANY - PW - BA - SBR - MP	222.8	5500	27	-16	-16	12.222	9.903	202.783	88.624	168.424	15.714	10.114	6.926	53.334	1.5714	196.4	61.83
31	ANY - CA - GEPAK - D10 - BND	398.3	6000	28	22	23	13.333	19.460	356.676	89.408	191.111	17.143	22.163	7.556	60.518	1.7143	221.6	69.79
32	BND - D10 - GEPAK CA - ANY	398.3	5000	29	-15	-15	11.111	9.181	379.695	87.840	314.577	14.286	9.424	6.296	99.616	1.4286	340.0	107.34
33	HLM - BND - D10 - C10	174.8	5500	30	19	20	12.222	17.227	138.043	88.624	76.553	15.714	19.530	6.926	24.242	1.5714	104.5	32.74
34	C10 - D10 - BND - HLM	174.8	6500	30	22	23	14.444	21.103	129.66	90.192	68.936	18.571	24.038	8.185	21.830	1.8571	102.0	31.87
<b>TOTAL MANUAL</b>							440.00	486.340	4909.65	3030.46	3435.50	565.714	531.009	249.33	1087.9	56.571	4441.0	1393.8

### 1.1.1 4.2.2 Uji Coba Perhitungan Aplikasi

Uji coba simulasi perhitungan bahan bakar menggunakan aplikasi dilakukan dengan menjalankan aplikasi untuk melakukan proses perhitungan, tampilan perhitungan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 4.15.

#### 1. Uji coba route BND→D10→CLP→CA→ANY

---

Simulation ⌂

Flight Route

---

Distance	<input type="text" value="196"/>	NM	Speed of Descent	<input type="text" value="55"/>	feet
Altitude	<input type="text" value="5000"/>	feet	Rate of Descent	<input type="text" value="350"/>	feet/min
Speed of Climb	<input type="text" value="65"/>	feet	Wind Speed	<input type="text" value="-16"/>	knot
Rate of Climb	<input type="text" value="450"/>	feet/min	Outside Air Temperature	<input type="text" value="27"/>	deg
IAS on Cruising	<input type="text" value="80"/>	knot			

---

Fuel Consmp. Rate Climb	<input type="text" value="34"/>	kg/hr
Fuel Consmp. Rate Cruise	<input type="text" value="19"/>	kg/hr
Fuel Consmp. Rate Descent	<input type="text" value="6"/>	kg/hr

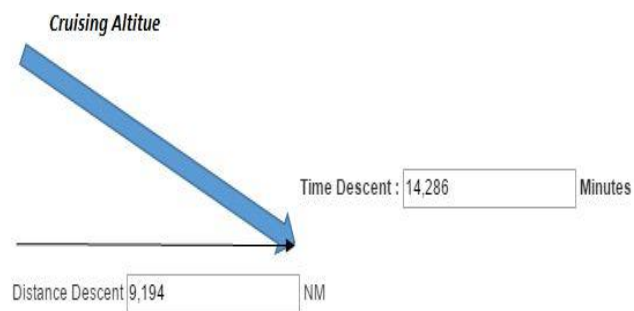
---

Activate Windows  
Go to Settings to activate

Gambar 4.15 Tampilan Uji Coba Perhitungan Aplikasi 1

Hasil dari uji simulasi perhitungan bahan bakar dengan *route* BND→D10→CLP→CA→ANY dapat dilihat pada Gambar 4.16.

Proceed Descent



Proceed Cruise



Time Cruise	:	149,297 Minutes
Fuel Climb	:	6,296 Kg
Fuel Cruise	:	47,277 Kg
Fuel Descent	:	1,429 Kg
Total Fuel	:	55,002 Kg

Activate Windows  
Go to Settings to activate!

Gambar 4.16 Tampilan Hasil Uji Coba Aplikasi 1



2. Uji coba route BTO→HLM→DKI→PW dapat dilihat pada Gambar 4.17.

The screenshot displays a web-based simulation interface. On the left is a navigation sidebar with 'Home', 'Master Data', 'Simulation', and 'Logout'. The main area is titled 'Simulation' and features a dropdown menu for 'Flight Route' set to 'BTO - HLM - DKI - PW'. Below this are several input fields for flight parameters:

Parameter	Value	Unit
Distance	83	NM
Altitude	5500	feet
Speed of Climb	65	feet
Rate of Climb	450	feet/min
IAS on Cruising	80	knot
Speed of Descent	55	feet
Rate of Descent	350	feet/min
Wind Speed	-15	knot
Outside Air Temperature	26	deg
Fuel Consmp. Rate Climb	34	kg/hr
Fuel Consmp. Rate Cruise	19	kg/hr
Fuel Consmp. Rate Descent	6	kg/hr

At the bottom center is a blue 'PROCESS' button. A Windows watermark is visible in the bottom right corner.

Gambar 4.17 Tampilan Uji Coba Perhitungan Aplikasi 2

Hasil dari uji simulasi perhitungan bahan bakar dengan route BTO→HLM→DKI→PW dapat dilihat pada Gambar 4.18.



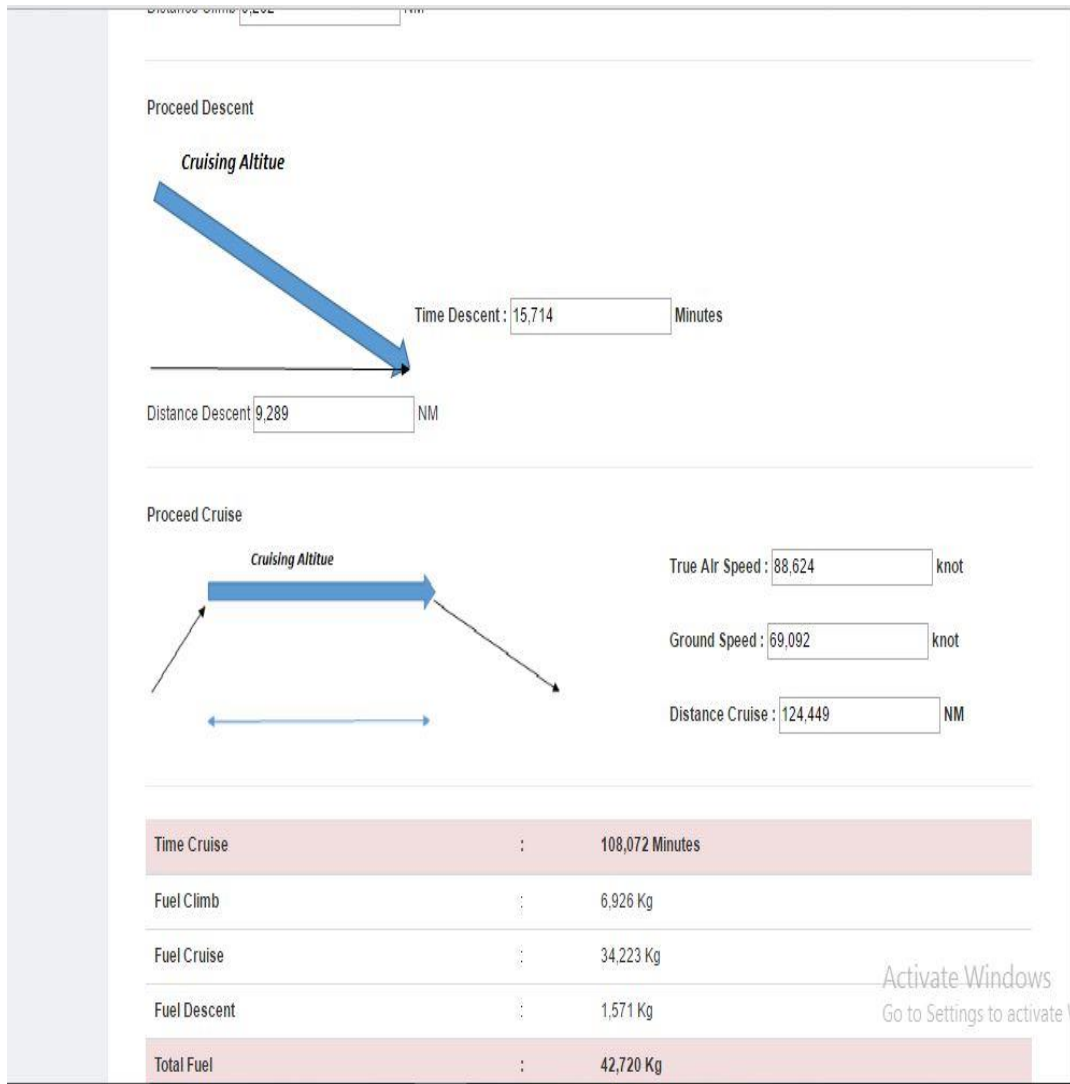
Gambar 4.18 Tampilan Hasil Uji Coba Aplikasi 2

- Uji coba route *route* BND→D10→CA→CLP dapat dilihat pada Gambar 4.19.

The screenshot displays a web-based simulation interface. On the left is a vertical navigation menu with the following items: Home, Master Data, Simulation, and Logout. The main content area is titled 'Simulation' and features a settings gear icon in the top right corner. A dropdown menu for 'Flight Route' is set to 'BND - D10 - CA - CLP'. Below this, there are two sections of input fields. The first section includes: Distance (143 NM), Speed of Descent (55 feet), Altitude (5500 feet), Rate of Descent (350 feet/min), Speed of Climb (65 feet), Wind Speed (-19 knot), Rate of Climb (450 feet/min), Outside Air Temperature (29 deg), and IAS on Cruising (80 knot). The second section includes: Fuel Consmp. Rate Climb (34 kg/hr), Fuel Consmp. Rate Cruise (19 kg/hr), and Fuel Consmp. Rate Descent (6 kg/hr). At the bottom center is a blue 'PROCESS' button. In the bottom right corner, there is a watermark that reads 'Activate Windows Go to Settings to activate'.

Gambar 4.19 Tampilan Uji Coba Perhitungan Aplikasi 3

Hasil dari uji simulasi perhitungan bahan bakar dengan route BND→D10→CA→CLP dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Tampilan Hasil Uji Coba Aplikasi 3

### 1.2 4.3 Analisa Hasil

Dari percobaan uji coba simulasi perhitungan bahan bakar menggunakan cara manual dan aplikasi. Tampilan analisis hasil dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Cuplikan Analisis Hasil Uji Coba manual dan sistem pada 34 Route Penerbangan.

NO	Flight Route	Distance NM	Altitude Feet	OAT deg C	Wind Speed knot	Wind effect knot	Comparison		Manual System		TAS knot	Time cruise min	Time descent min	Distance descent NM	Fuel climb kg	Fuel cruise kg	Fuel descent kg	Trip time min	Trip Fuel kg						
							time climb min	Distance climb NM	Distance cruise NM	Time descent min										Distance descent NM	Fuel climb kg	Fuel cruise kg	Fuel descent kg	Trip time min	Trip Fuel kg
							10.000	8.273	66.332	87.056										55.511	12.857	8.494	5.667	17.579	1.2857
1	BTO - HLM - DKI - PW	83.1	5500	26	-15	-15	12.222	10.118	62.592	88.624	51.239	15.714	10.390	6.9259	16.226	1.5714	79.176	24.723							
							12.222	10.118	62.492	88.624	51.157	15.714	10.390	6.9259	16.200	1.57	79.093	24.697							
2	PW - DKI - HLM - BTO	83.1	4500	27	-15	-15	10.000	8.273	66.332	87.056	55.511	12.857	8.494	5.667	17.579	1.2857	78.369	24.531							
							10.000	8.273	66.232	87.056	55.428	12.857	8.494	5.667	17.552	1.286	78.285	24.504							
3	BTO - DKI - D10 - BND	96	5500	26	-20	-20	12.222	9.077	77.872	88.624	68.525	15.714	9.051	6.926	21.700	1.5714	96.461	30.197							
							12.222	9.077	77.872	88.624	68.525	15.714	9.051	6.926	21.700	1.571	96.461	30.197							
4	BND - D10 - DKI - BTO	96	4500	24	20	20	10.000	14.227	65.625	87.056	36.656	12.857	16.149	5.667	11.608	1.2857	59.514	18.560							
							10.000	14.227	65.625	87.056	36.560	12.857	16.149	5.667	11.608	1.286	59.417	18.560							
5	CLP - BND - D10 - PW	123.6	5000	25	-15	-15	11.111	9.204	104.94	87.840	86.802	14.286	9.452	6.296	27.487	1.4286	111.20	35.212							
							11.111	9.204	104.34	87.840	86.306	14.286	9.452	6.296	27.33	1.429	111.70	35.055							
6	PW - D10- BND - CLP	123.6	6500	28	18	18	14.444	20.094	80.766	90.192	44.597	18.571	22.740	8.185	14.122	1.8571	77.613	24.165							
							14.444	20.094	80.766	90.192	44.266	18.571	22.74	8.185	14.018	1.857	77.28	24.060							
7	CLP - CA - DKI - HLM	186.3	6500	26	-23	-24	14.444	9.989	166.56	90.192	149.863	18.571	9.748	8.185	47.457	1.8571	182.88	57.499							
							14.444	9.989	166.26	90.192	149.593	18.571	9.748	8.185	47.371	1.857	182.61	57.413							
8	HLM - DKI - CA - CLP	186.3	5500	29	22	23	12.222	17.848	148.12	88.624	79.894	15.714	20.328	6.926	25.300	1.5714	107.83	33.797							
							12.222	17.848	147.82	88.624	79.733	15.714	20.328	6.926	25.249	1.571	107.67	33.746							
9	CLP - CA - D10 - BND	143.2	8500	27	22	23	18.889	27.555	84.265	93.328	43.639	24.286	31.380	10.704	13.819	2.4286	86.814	26.951							
							18.889	27.555	84.065	93.328	43.564	24.286	31.380	10.704	13.786	2.429	86.74	26.919							
10	BND - D10 - CA - CLP	143.2	5500	29	-19	-20	12.222	9.262	124.449	88.624	108.072	15.714	9.289	6.926	34.233	1.571	136.01	42.730							
							12.222	9.262	124.449	88.624	108.072	15.714	9.289	6.926	34.233	1.571	136.01	42.730							
11	JOG - GEPAK CLP - CA	140.9	8500	27	25	26	18.889	28.522	79.754	93.328	40.236	24.286	32.624	10.704	12.742	2.4286	83.411	25.874							
							18.889	28.522	78.854	93.328	39.782	24.286	32.624	10.704	12.598	2.4286	82.96	25.731							
12	CA - CLP - GEPAK - JOG	140.9	5500	26	10	10	12.222	15.323	108.496	88.624	65.859	15.714	17.081	6.926	20.855	1.5714	93.795	29.353							
							12.222	15.323	108.587	88.624	65.745	15.714	17.081	6.926	20.676	1.571	93.68	29.173							
13	SOC - JOG - GEPAK - CLP	108.6	6000	29	-15	-15	13.333	11.018	86.274	89.408	69.963	17.143	11.309	7.556	22.155	1.7143	100.44	31.425							
							13.333	11.018	86.165	89.408	69.873	17.143	11.309	7.556	22.099	1.714	100.35	31.369							
14	CLP - GEPAK - JOG - SOC	108.6	5000	26	-20	-20	11.111	8.252	92.120	87.840	82.006	14.286	8.229	6.296	25.968	1.4286	107.40	33.693							
							11.111	8.252	92.093	87.840	82.000	14.286	8.229	6.296	25.745	1.429	107.40	33.470							
15	SBR - BA - PW - ANY	152.3	6500	31	22	23	14.444	21.114	107.135	90.192	56.938	18.571	24.051	8.185	18.030	1.8571	89.954	28.073							
							14.444	21.114	107.096	90.192	56.886	18.571	24.051	8.185	17.963	1.857	89.90	28.005							
16	ANY - PW - BA - SBR	152.3	5500	27	-18	-18	12.222	9.486	133.237	88.624	113.890	15.714	9.577	6.926	36.065	1.5714	141.83	44.563							
							12.222	9.486	133.168	88.624	113.768	15.714	9.577	6.926	35.955	1.571	141.70	44.452							
17	ANY - PW - SOC - JOG	76.4	6000	25	-18	-18	13.333	10.364	55.567	89.408	46.926	17.143	10.469	7.556	14.860	1.7143	77.740	24.130							
							13.333	10.364	55.453	89.408	46.873	17.143	10.469	7.556	14.786	1.714	77.35	24.056							
18	JOG - SOC - PW - ANY	76.4	5000	24	-23	-23	11.111	7.701	61.178	87.840	56.976	14.286	7.520	6.296	18.042	1.4286	82.372	25.767							
							11.111	7.701	61.152	87.840	56.863	14.286	7.520	6.296	17.968	1.429	82.26	25.693							
19	MLG - SBR - BA - PW - JOG	205.2	7000	30	21	22	15.556	22.460	157.197	90.976	83.759	20.000	25.543	8.815	26.524	2.000	119.32	37.339							
							15.556	22.460	157.069	90.976	83.664	20.000	25.543	8.815	26.435	2.000	119.22	37.250							
20	JOG - PW - BA - SBR - MLG	205.2	6000	25	-15	-15	13.333	11.044	182.813	89.408	148.010	17.143	11.343	7.556	46.870	1.7143	178.49	56.140							
							13.333	11.044	182.793	89.408	148.000	17.143	11.343	7.556	46.765	1.714	178.48	56.035							
21	JOG - SOC - PW - ANY - CA	187.1	6500	28	24	25	14.444	21.576	140.878	90.192	73.620	18.571	24.646	8.185	23.313	1.8571	106.6	33.355							
							14.444	21.576	140.763	90.192	73.575	18.571	24.646	8.185	23.240	1.857	106.59	33.282							
22	CA - ANY - PW - SOC - JOG	187.1	5500	26	-10	-10	12.222	11.159	164.213	88.624	125.667	15.714	11.728	6.926	39.794	1.5714	153.6	48.292							
							12.222	11.159	164.175	88.624	125.559	15.714	11.728	6.926	39.645	1.571	153.50	48.142							
23	ANY - CA - DKI - HLM	233.1	5500	29	15	15	12.222	16.382	198.275	88.624	114.341	15.714	18.443	6.926	36.208	1.5714	142.3	44.705							
							12.222	16.382	198.183	88.624	114.274	15.714	18.443	6.926	36.121	1.571	141.67	44.618							
24	HLM - DKI - CA - ANY	233.1	5000	27	19	19	11.111	15.640	199.732	87.840	111.690	14.286	17.728	6.296	35.369	1.4286	137.1	43.094							
							11.111	15.640	199.632	87.840	111.635	14.286	17.728	6.296	35.351	1.429	137.03	43.076							
25	ANY - CA - CLP D10 - BND	196.8	6000	29	10	10	13.333	16.729	161.420	89.408	97.155	17.143	18.651	7.556	30.766	1.7143	127.6	40.036							
							13.333	16.729	161.312	89.408	97.097	17.143	18.651	7.556	30.656	1.714	127.57	39.926							
26	BND - D10 - CLP CA - ANY	196.8	5000	27	-16	-16	11.111	9.003	178.603	87.840	149.969	14.286	9.1943	6.296	47.490	1.4286	175.4	55.215							
							11.111	9.003	178.573	87.840	149.854	14.286	9.194	6.296	47.245	1.429	175.25	54.970							
27	ANY - CA - CLP	235	6000	25	-17	-17	13.333	10.591	213.649	89.408	177.873	17.143	10.760	7.556	56.326	1.7143	208.3	65.596							
							13.333	10.591	213.572	89.408	177.753	17.143	10.760	7.556	56.163	1.714	208.23	65.433							
28	CLP - CA - ANY	235	5000	29	22	23	11.111	16.225	200.295	87.840	108.801	14.286	18.480	6.296	34.454	1.4286	134.2	42.178							
							11.111	16.225	200.175	87.840	108.767	14.286	18.480	6.296	34.222	1.4286	134.16	41.947							
29	MP - SBR - BA - PW - ANY	222.8	6500	25	-18	-18	14.444	11.228	200.231	90.192	167.249	18.571	11.341	8.185	52.962	1.8571	200.0	63.005							
							14.444	11.228	200.146	90.192	167.193	18.571	11.341	8.185	52.875	1.8571	200.21	62.92							
30	ANY - PW - BA - SBR - MP	222.8	5500	27	-16	-16	12.222	9.903	202.783	88.624	168.424	15.714	10.114	6.926	53.334	1.5714	196.4	61.83							
							12.222	9.903	202.673	88.624	168.394	15.714	10.114												

Dari tabel 4.2, hasil uji coba yang dilakukan menggunakan perhitungan manual mendapat total *time climb* 440,00 menit, total *distance climb* 486,340 NM, total *distance cruise* 4909,65 NM, total TAS 3030.46 Knot, *time cruise* 3435.50 menit, *time descent* 565,714 menit, *distance descent* 531.009 NM, *fuel climb* 249,33 Kg, *fuel cruise* 1087,9 Kg, *fuel descent* 56,571 Kg, total *trip time* 4441,0 menit dan total *trip fuel* 1393,8 Kg. Sedangkan untuk perhitungan menggunakan aplikasi total *time climb* 439,99 menit, total *distance climb* 486,338 NM, total *distance cruise* 4905,17 NM, total TAS 3030.46 Knot, *time cruise* 3431,45 menit, *time descent* 565,172 menit, *distance descent* 531.008 NM, *fuel climb* 249,33 Kg, *fuel cruise* 1084,5 Kg, *fuel descent* 56,568 Kg, total *trip time* 4436,6 menit dan total *trip fuel* 1390,4 Kg.

Dengan perhitungan sebagai berikut :

1. *Time Climb*

$$440.00 - 439.99 = 0,01 \text{ Menit}$$

$$440.00 + 439.99 = 879,99 \text{ Menit}$$

% Galat untuk total *Time Climb* :

$$= \frac{0,01}{879,99} \times 100\%$$

$$= 0,00 \%$$

2. *Distance Climb*

$$486,340 - 486,338 = 0,002 \text{ Menit}$$

$$486,340 + 486,338 = 972,678 \text{ Menit}$$

% Galat untuk total *Distance Climb* :

$$= \frac{0,002}{972,678} \times 100\%$$

$$= 0,00 \%$$

3. *Distance Cruise*

$$4909,65 - 4905,17 = 4,48 \text{ Menit}$$

$$4909,65 + 4905,17 = 9814,82 \text{ Menit}$$

% Galat untuk total *Distance Cruise* :

$$= \frac{4,48}{9814,82} \times 100\%$$

$$= 0,05 \%$$

#### 4. TAS

$$3030,46 - 3030,46 = 0,00 \text{ Knot}$$

$$3030,46 + 3030,46 = 6060,928 \text{ Knot}$$

% Galat untuk total TAS :

$$= \frac{0,00}{6060,928} \times 100\%$$

$$= 0,00 \%$$

#### 5. *Time Cruise*

$$3435,50 - 3431,45 = 4,0522 \text{ Menit}$$

$$3435,50 + 3431,45 = 6866,9542 \text{ Menit}$$

% Galat untuk total *Time Cruise*:

$$= \frac{4,0522}{6866,9542} \times 100\%$$

$$= 0,06\%$$

#### 6. *Time Descent*

$$565,714 - 565,172 = 0,5423 \text{ Menit}$$

$$565,714 + 565,172 = 1130,8863 \text{ Menit}$$

% Galat untuk total *Time Descent* :

$$= \frac{0,5423}{1130,8863} \times 100\%$$

$$= 0,05\%$$

7. *Distance Descent*

$$531,009 - 531,008 = 0,001 \text{ NM}$$

$$531,009 + 531,008 = 1062,02 \text{ NM}$$

% Galat untuk total *Distance Descent*:

$$= \frac{0,001}{1062,02} \times 100\%$$

$$= 0,00\%$$

8. *Fuel Climb*

$$249,33 - 249,33 = 0,00 \text{ Kg}$$

$$249,33 + 249,33 = 498,67 \text{ Kg}$$

% Galat untuk total *Fuel Climb*:

$$= \frac{0,00}{498,67} \times 100\%$$

$$= 0,00\%$$

9. *Fuel Cruise*

$$1087,9 - 1084,5 = 3,392 \text{ Kg}$$

$$1087,9 + 1084,5 = 2172,43 \text{ Kg}$$

% Galat untuk total *Fuel Cruise* :

$$= \frac{3,392}{2172,43} \times 100\%$$

$$= 0,16 \%$$

10. *Fuel Descen*

$$56,571 - 56,568 = 0,004 \text{ Kg}$$

$$56,571 + 56,568 = 113,14 \text{ Kg}$$

% Galat untuk total *Fuel Descen* :

$$= \frac{0,004}{113,14} \times 100\%$$



$$= 0,00 \%$$

11. *Trip Time*

$$4441,0 - 4436,6 = 4,336 \text{ Menit}$$

$$4441,0 + 4436,6 = 8877,57 \text{ Menit}$$

% Galat untuk total *Trip Time* :

$$= \frac{4,336}{8877,57} \times 100\%$$

$$= 0,05 \%$$

12. *Trip Fuel*

$$1393,8 - 1390,4 = 3,395 \text{ Kg}$$

$$1393,8 + 1390,4 = 2784,23 \text{ Kg}$$

% Galat untuk total *Trip Fuel* :

$$= \frac{3,395}{2784,23} \times 100\%$$

$$= 0,12 \%$$

Tabel 4.3 Selisih perhitungan manual dan aplikasi

Items	Manual		Aplication		Galat
Time Climb	440.000	Min	439.993	Min	0,00 %
Distance Climb	486.340	NM	486.338	NM	0,00 %
Distance Cruise	4909.652	NM	4905.173	NM	0,05 %
True Air Apeed (TAS)	3030.464	Knot	3030.464	Knot	0,00 %
Time Cruise	3435.503	Min	3431.451	Min	0,06 %
Time descent	565.714	Min	565.172	Min	0,05 %
Distance Descent	531.009	NM	531.008	NM	0,00 %
Fuel Climb	249.333	Kg	249.335	Kg	0,00 %
Fuel Cruise	1087.909	Kg	1084.518	Kg	0,16 %
Fuel Descent	56.571	Kg	56.568	Kg	0,00 %
Trip Time	4440.952	Min	4436.616	Min	0,05 %
Trip Fuel	1393.814	Kg	1390.419	Kg	0,12 %

Dari tabel 4.2 diperoleh % galat dari masing – masing percobaan uji coba dengan selisih yang sangat kecil dari ketetapan galat yaitu 5%, sehingga aplikasi simulasi perhitungan bahan bakar pesawat dan waktu terbang untuk penerbangan *visual flight rule* menggunakan rumus flight planinng layak digunakan untuk membantu para siswa penerbang dalam melakukan perhitungan bahan bakar sebelum melakukan misi latihan terbang.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. *Aircraft fuel simulator* diatur berdasarkan Ketentuan Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKPS), *Private Pilot Guidance Handbook FAA Edition* perhitungan waktu terbang, *Handbook Cessna 172 Section 1 General Revision 4* dan *Civil Aviation Safety Regulation (CASR) Part 121*.
2. *Private Pilot Guidance Handbook FAA Edition* perhitungan waktu terbang didapatkan hasil dari perhitungan manual total *time climb* 440,00 menit, total *distance climb* 486,340 NM, total *distance cruise* 4909,65 NM, total TAS 3030.46 Knot, *time cruise* 3435.50 menit, *time descent* 565,714 menit, *distance descent* 531.009 NM, *fuel climb* 249,33 Kg, *fuel cruise* 1087,9 Kg, *fuel descent* 56,571 Kg, total *trip time* 4441,0 menit dan total *trip fuel* 1393,8 Kg.
3. Hasil uji coba keseluruhan antara perhitungan manual dengan sistem menunjukkan bahwa simulasi perencanaan terbang direkomendasikan karena selisih *error* untuk *time climb* 0,00%, *distance climb* 0,00%, *distance cruise* 0,05%, *true air speed* 0,00%, *time cruise* 0,06%, *time distance* 0,05%, *distance descent* 0,00 %, *fuel climb* 0,00%, *fuel cruise* 0,16%, *fuel distance* 0,00 % *trip time* 0,05%, dan *trip fuel* 0,12% masih dapat ditoleransikan.

## 5.2 SARAN

Adapun saran – saran untuk mengembangkan lebih lanjut terhadap skripsi ini antara lain :

1. Skripsi ini masih memerlukan peningkatan untuk kedepannya, diharapkan dapat disempurnakan lebih baik.
2. Skripsi ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memudahkan pengguna untuk menentukan jumlah *Fuel* untuk kepentingan penerbangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arrow Kenneth, 1947, On The Use Of Winds In Flight Planning, Air Weather Services, Washington.
- Bellamy,J.C., 1982 :The use of pressure altitude and altimeter corrections in meteorology, J. Meteor., 2, 1-79
- Jogiyanto, HM, 2005., Analisis dan Desain Sistem Informasi : Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktik Aplikasi Bisnis, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Lukito Indro, 2009, Analisa Fuel Consumption Boeing 737/400 menggunakan metode Flight Performance, Yogyakarta.
- Republic Of Indonesia Departement Of Communication, 2010, Civil Aviation Safety Regulation Part 61 Revision 03, Jakarta.
- Republic Of Indonesia Departement Of Communication, 2011, Civil Aviation Safety Regulation Part 91 Revision 03, Jakarta.
- Saputra Yudi, 2015, Analisis Letak Critical Point Dalam Instrument Flight Rules Cross Country Rute Bandara International Halim Perdanakusuma Menuju Bandara International Achmad Yani Menggunakan Pesawat Cessna 172 N, Yogyakarta.
- Suntoyo Yitnosumarto,1993, Regresi dan Korelasi Teori dan Penggunaannya, Malang.
- Skep, Undang-undang/No.1/2009/tentang penerbangan. Menteri Perhubungan. Jakarta.

<http://ejournal.st3telkom.ac.id/index.php/infotel> (diakses pada 15 Juni 2018 pukul 09:45)

<http://www.ilmuterbang.com/artikel-mainmenu-29/teori-penerbanganmainmenu-68/130-persiapan-penerbangan-cross-country> (diakses pada 15 Juni 2018 pukul 10.27)