



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENATAAN KEMBALI SISTEM KOMUNIKASI
PENERBANGAN ANTAR BANDAR UDARA DI WILAYAH
MALUKU UTARA**

TESIS

**ANGGI PURNAMA
0906577684**

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JAKARTA
JULI 201



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENATAAN KEMBALI SISTEM KOMUNIKASI
PENERBANGAN ANTAR BANDAR UDARA DI WILAYAH
MALUKU UTARA**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**ANGGI PURNAMA
0906577684**

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
MANAJEMEN TELEKOMUNIKASI
JAKARTA
JULI 201

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
semua sumber baik yang saya dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Anggi Purnama

NPM : 0906577684

Tanda Tangan :

Tanggal : 09 Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Anggi Purnama

NPM : 0906577684

Program Studi : Manajemen Telekomunikasi

Judul Tesis : PENATAAN KEMBALI SISTEM KOMUNIKASI
PENERBANGAN ANTAR BANDAR UDARA DI WILAYAH
MALUKU UTARA

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Manajemen Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Ir. Djamhari Sirat M.Sc., Ph.D (.....)

Penguji : Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng (.....)

Penguji : Ir. Arifin Djauhari, MT. (.....)

Penguji : Dr. Muhammad Suryanegara, ST., M.Sc (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal :

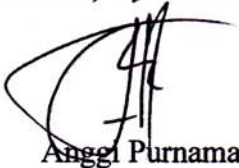
KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Elektro Jurusan Manajemen Telekomunikasi Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Ir. Djamhari Sirat, M.Sc., Ph.D., selaku Pembimbing tesis yang begitu besar peranannya dalam memberikan bimbingan serta pengarahan dalam penulisan tesis ini.
2. Dr. Ir. Feri Yusivar, M.Eng., selaku Pembimbing Akademis penulis yang telah banyak membantu proses perkuliahan.
3. Ir. Fajardhani, MBA., selaku Dosen yang begitu besar peranannya dalam bimbingan penulisan tesis ini.
4. Seluruh pejabat dan rekan-rekan di Direktorat Jenderal Perhubungan Udara yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian tesis ini.
5. Seluruh rekan di Manajemen Telekomunikasi Universitas Indonesia.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membahas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 09 Juli 2012



Anggi Purnama

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anggi Purnama
NPM : 0906577684
Program Studi : Manajemen Telekomunikasi
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENATAAN KEMBALI SISTEM KOMUNIKASI PENERBANGAN ANTAR
BANDAR UDARA DI WILAYAH MALUKU UTARA

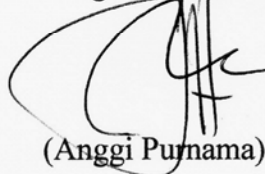
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 00 JULI 2012

Yang menyatakan



(Anggi Purnama)

ABSTRAK

Nama : Anggi Purnama
Program Studi : Magister Manajemen Telekomunikasi
Judul : Penataan Kembali Sistem Komunikasi Penerbangan Antar Bandar Udara di Wilayah Maluku Utara

Komunikasi penerbangan antar bandar udara (*ground to ground*) berfungsi untuk memberikan pelayanan berupa informasi penerbangan dari satu bandar udara ke bandar udara lainnya. Dalam komunikasi ini informasi penerbangan yang dimaksud berupa pesan layanan informasi penerbangan, pesan administrasi penerbangan, pesan marabahaya, pesan urgensi, pesan keselamatan penerbangan, pesan meteorologi, pesan keteraturan penerbangan, dan pesan keselamatan. Layanan komunikasi penerbangan antar bandar udara memiliki persyaratan yang harus dipenuhi seperti waktu tempuh pesan dari pengiriman sampai dengan penerima maksimal selama lima menit dan kedua titik sumber terkoneksi dengan baik.

Sistem komunikasi penerbangan yang digunakan di bandar udara wilayah Maluku Utara saat ini hanya menggunakan Radio HF (*high frequency*), dimana keberhasilan komunikasinya ditentukan oleh kondisi lapisan ionosfer. Hasil pengamatan LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Negara) menunjukkan bahwa kondisi lapisan ionosfer di wilayah Ternate dan sekitarnya senantiasa mengalami perubahan selama 24 jam sehingga informasi penerbangan tidak selalu dapat disampaikan sesuai aturan.

Tesis ini meneliti berbagai pilihan sistem komunikasi penerbangan yang digunakan untuk komunikasi antar bandar udara di bandar udara Sultan Babullah – Ternate, Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Galela, Buli - Buli dan Oesman Sadik - Labuha. Jenis sistem komunikasi penerbangan tersebut yaitu Radio HF, HF Data dan VSAT. Trafik penerbangan, pendapatan jasa aeronautika, biaya operasi dan perawatan, tingkat suku bunga, dan biaya investasi merupakan variabel yang digunakan untuk menentukan pilihan yang paling optimal sesuai dokumen *Annex 10 volume 2, Aeronautical Telecommunication* dengan tetap mengutamakan keselamatan penerbangan.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah bandar udara Sultan Babullah – Ternate ditingkatnya statusnya menjadi stasiun *sub centre* dengan menggunakan sistem komunikasi VSAT, bandar udara Buli – Buli menjadi stasiun *tributary* dengan menggunakan sistem komunikasi HF Data, sedangkan bandar udara Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Galela, Oesman Sadik - Labuha menjadi stasiun *tributary* dengan menggunakan sistem komunikasi Radio HF.

Kata Kunci : keselamatan penerbangan, sistem komunikasi penerbangan, kondisi lapisan ionosfer

ABSTRACT

Name : Anggi Purnama
Study Program : Magister Managemen Telecommunication
Title : The arrangement of Aeronautical Fixed Communications in North Maluku

The purpose of Aeronautical Fixed Service (ground to ground) is to deliver aeronautical information from one airport to the others. For such information, message could be in the form of aeronautical information service message, aeronautical administrative message, distress message, urgency message, flight safety message, meteorological message, flight regularity message, and safety message. In delivering aeronautical information, delivery time should be kept to 5 minutes or less and the two source points should be well connected.

The only Aeronautical Fixed Service system used in North Maluku region's airport at this time is HF Radio (high frequency), which success relies heavily on the wave propagation in the Ionosphere layer. Study by LAPAN (National Institute of Aeronautics and Space) shows that ionosphere layer's condition in Ternate region and its surroundings suffers continuous changes during 24 hour period. Because of this reason, aeronautical information could not always be delivered according to the requirement.

In this research, various Aeronautical Fixed Service system (i.e. Radio HF, HF Data and VSAT), used for communications among airports such as Sultan Babullah - Ternate, Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Galela, Buli - Buli and Oesman Sadik – Labuha are analyzed. Variables such as flight traffic, flight service income to the airport, operating & maintenance cost, interest rate, and investment, are considered to determine the optimal system based on Annex 10 volume 2, with flight safety as the first principal.

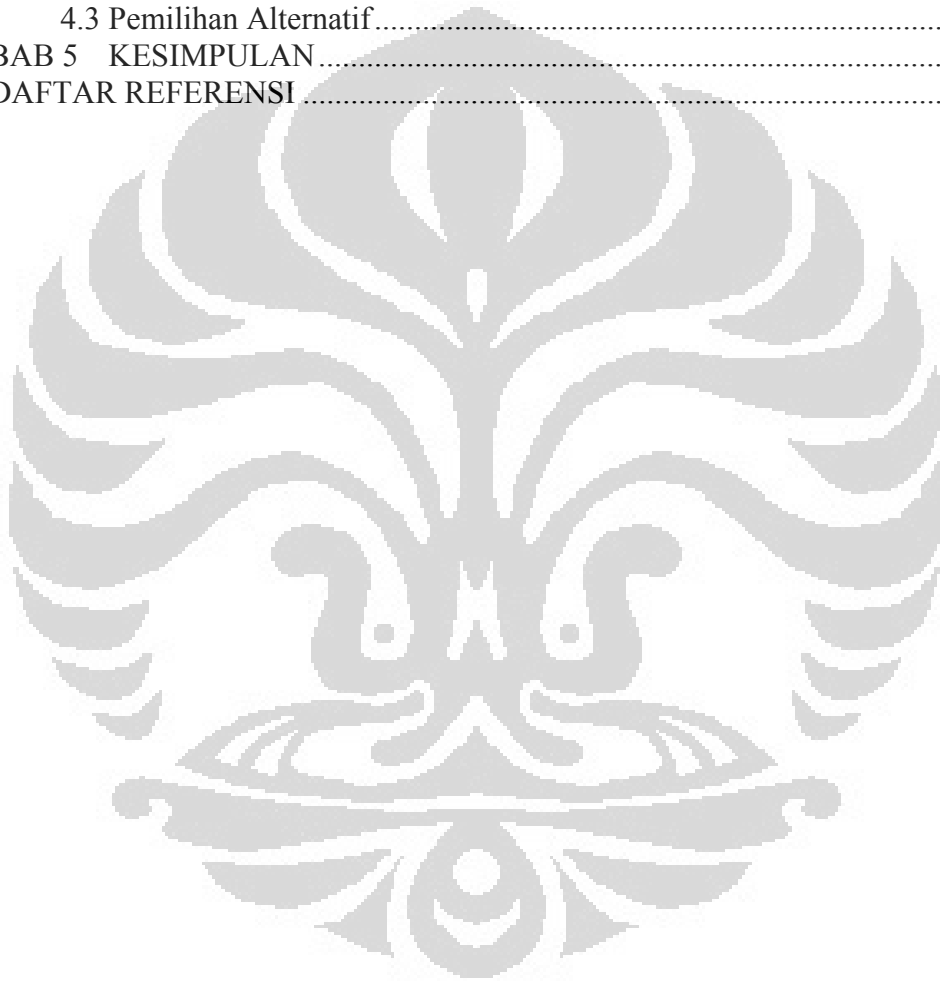
According to this research, Sultan Babullah - Ternate airport should be upgraded to Sub Centre Station with VSAT communications system, Buli airport should become Tributary Stations with HF Data communications system, while Kuabang- Kao, Gamar Malamo - Galela and Oesman Sadik – Labuha should become Tributary Stations with HF radio communications system.

Keywords : aviation safety, aeronautical communication system, ionosphere layer's condition

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup.....	8
1.6 Batasan Masalah	8
1.7 Sistematika Penulisan	8
BAB 2 STUDI KEPUSTAKAAN	10
2.1 Pelayanan Komunikasi Penerbangan	12
2.2 Sistem Komunikasi Penerbangan Antar Bandar Udara	14
2.2.1 Sistem Komunikasi Radio HF (<i>High Frequency</i>).....	17
2.2.2 Sistem Komunikasi HF (<i>High Frequency</i>) Data.....	21
2.2.3 Sistem Komunikasi VSAT (<i>Very Small Apparture Terminal</i>)	22
2.3 Tekno Ekonomi	25
2.4 Pelayanan Publik.....	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Langkah-Langkah Penelitian	30
3.2 Perencanaan Sistem Komunikasi Penerbangan Antar Bandar Udara	31
3.3 Pengumpulan Data	32
3.3.1 Teknologi Sistem Komunikasi Penerbangan Antar Bandar Udara	32
3.3.2 Trafik Penerbangan.....	33
3.3.3 Kondisi Lapisan Ionosfer.....	38
3.3.4 CAPEX	39
3.3.5 OPEX.....	40
3.3.6 Tingkat Suku Bunga	41
3.3.7 Usia Penggunaan Peralatan Komunikasi Penerbangan	41
BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS TEKNO EKONOMI.....	42
4.1 Pengolahan Data	42
4.1.1 Proyeksi Pendapatan Jasa Aeronautika.....	42
4.1.2 Kapasitas Penggunaan Sistem Komunikasi Penerbangan	49
4.1.3 Alternatif Pilihan Penggunaan Sistem Komunikasi Penerbangan	51

4.1.3.1 Alternatif pilihan di bandar udara Sultan Babullah - Ternate ...	53
4.1.3.2 Alternatif pilihan di bandar udara Kuabang - Kao	53
4.1.3.3 Alternatif Pilihan di bandar udara Gamar Malamo - Galela	55
4.1.3.4 Alternatif Pilihan di bandar udara Buli - Buli	56
4.1.3.5 Alternatif Pilihan di bandar udara Oesman Sadik - Labuha.....	57
4.2 Analisis Data	59
4.2.1 NPV Pilihan Alternatif di Bandar Udara Sultan Babullah - Ternate	59
4.2.2 NPV Pilihan Alternatif di Bandar Udara Kuabang - Kao.....	60
4.2.3 NPV Pilihan Alternatif di Bandar Udara Gamar Malamo - Galela ..	60
4.2.4 NPV Pilihan Alternatif di Bandar Udara Buli - Buli	61
4.2.5 NPV Pilihan Alternatif di Bandar Udara Oesman Sadik - Labuha...	62
4.3 Pemilihan Alternatif.....	63
BAB 5 KESIMPULAN	67
DAFTAR REFERENSI	68



DAFTAR GAMBAR

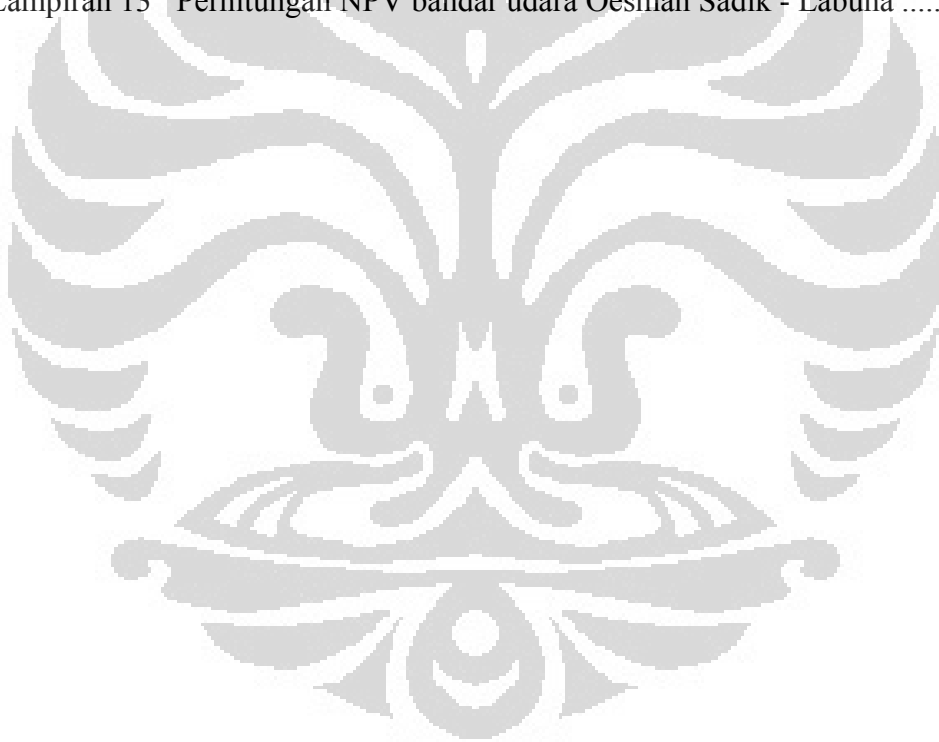
Gambar 1.1	Komunikasi Penerbangan.....	1
Gambar 1.2	Skema alur komunikasi penerbangan antar bandar udara	2
Gambar 1.3	Kondisi lapisan ionosfer wilayah Ternate dan sekitarnya.....	3
Gambar 1.4	Grafik peningkatan trafik penerbangan di Maluku Utara.....	4
Gambar 1.5	Kondisi saat ini jalur komunikasi antar bandar udara	5
Gambar 1.6	Kondisi ideal jalur komunikasi penerbangan antar bandar udara	6
Gambar 2.1	Arsitektur Aeronautical Fixed Telecommunication Network (AFTN).....	15
Gambar 2.2	Jaringan komunikasi penerbangan	16
Gambar 2.3	Skema lapisan-lapisan ionosfer	20
Gambar 3.1	Metodologi evaluasi perencanaan pengembangan jaringan telekomunikasi.....	30
Gambar 3.2	Metodologi penelitian penataan sistem komunikasi penerbangan ..	31
Gambar 4.1	Alur perencanaan penggunaan sistem komunikasi penerbangan	51
Gambar 4.2	Jaringan komunikasi penerbangan baru	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan karakteristik ionosfer	20
Tabel 3.1	Fasilitas sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara.....	32
Tabel 3.2	Pergerakan pesawat udara	33
Tabel 3.3	Jumlah trafik penerbangan bandar udara yang menggunakan HF Data	34
Tabel 3.4	Jumlah trafik penerbangan bandar udara yang menggunakan Radio HF	35
Tabel 3.5	Jumlah trafik penerbangan bandar udara yang menggunakan VSAT.....	37
Tabel 3.6	Biaya Investasi peralatan komunikasi antar bandar udara	40
Tabel 3.7	Biaya operasional dan perawatan dari sistem komunikasi penerbangan.....	41
Tabel 4.1	Pendapatan bandar udara Sultan Babullah - Ternate.....	43
Tabel 4.2	Pendapatan bandar udara Kuabang - Kao	45
Tabel 4.3	Pendapatan bandar udara Gamar Malamo – Galela	46
Tabel 4.4	Pendapatan bandar udara Buli - Buli.....	47
Tabel 4.5	Pendapatan bandar udara Oesman Sadik - Labuha	48
Tabel 4.6	Kapasitas penggunaan Radio HF.....	50
Tabel 4.7	Kapasitas penggunaan HF Data.....	50
Tabel 4.8	Kapasitas penggunaan sistem komunikasi VSAT.....	51
Tabel 4.9	Model penggunaan sistem komunikasi penerbangan	52
Tabel 4.10	Alternatif pilihan sistem komunikasi penerbangan bandar udara Sultan Babullah – Ternate	53
Tabel 4.11	Alternatif pemilihan sistem komunikasi penerbangan bandar udara Kuabang – Kao	54
Tabel 4.12	Alternatif pemilihan sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Gamar Malamo - Galela	55
Tabel 4.13	Alternatif pemilihan sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Buli - Buli	56
Tabel 4.14	Alternatif pemilihan sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Oesman Sadik - Labuha.....	58
Tabel 4.15	NPV pilihan alternatif di bandar udara Sultan Babullah – Ternate.....	59
Tabel 4.16	NPV alternatif pilihan di bandar udara Kuabang – Kao.....	60
Tabel 4.17	NPV alternatif pilihan di bandar udara Gamar Malamo – Galela.....	61
Tabel 4.18	NPV alternatif pilihan di bandar udara Buli – Buli.....	62
Tabel 4.19	NPV alternatif pilihan di bandar udara Oesman Sadik – Labuha	62
Tabel 4.20	Pemilihan alternatif sistem komunikasi penerbangan	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Jaringan komunikasi penerbangan	69
Lampiran 2	Hasil prediksi dan parameter radio Januari – Maret 2012.....	70
Lampiran 3	ICAO Model Flight Plan form	72
Lampiran 4	Tarif Pelayanan Jasa Penerbangan	73
Lampiran 5	Fasilitas komunikasi penerbangan.....	74
Lampiran 6	Frekuensi penerbangan di bandar udara dengan fasilitas Radio HF	77
Lampiran 7	Frekuensi penerbangan di bandar udara dengan fasilitas HF Data ..	79
Lampiran 8	Frekuensi penerbangan di bandar udara dengan fasilitas VSAT.....	80
Lampiran 9	Perhitungan NPV bandar udara Sultan Babullah – Ternate	81
Lampiran 10	Perhitungan NPV bandar udara Kuabang – Kao	82
Lampiran 11	Perhitungan NPV bandar udara Gamar Malamo – Galela	85
Lampiran 12	Perhitungan NPV bandar udara Buli - Buli.....	88
Lampiran 13	Perhitungan NPV bandar udara Oesman Sadik - Labuha	91



DAFTAR SINGKATAN



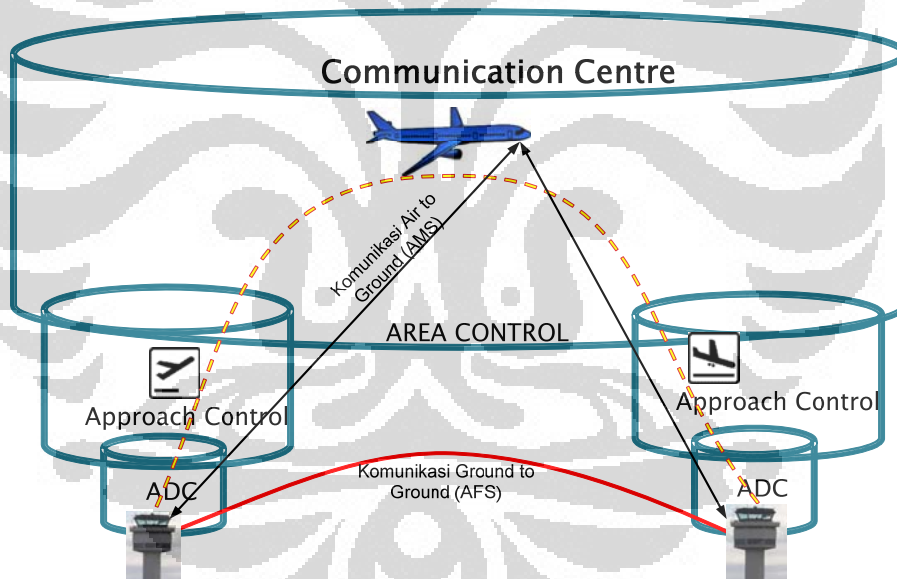
AFS	: Aeronautical Fixed Service
AFTN	: Aeronautical Fixed Terminal Network
AMS	: Aeronautical Mobile Service
AMSC	: Automatic Message Switching <i>Centre</i>
ATC	: Air Traffic Controller
ATM	: Air Traffic Management
ATN	: Aeronautical Telecommunication Network
AINSC	: Aeronautical Industry Service Communication
ATSC	: Air Traffic Services Communications
ATS	: Air Traffic Service
BPS	: Badan Pusat Statistik
CNS	: Communications Satellite Surveillance
HF SSB	: High Frequency Single Side Band
ICAO	: International Civil Aviation Organization
KNKT	: Komite Nasional Keselamatan Transportasi
LAPAN	: Lembaga Antariksa dan Penerbangan Negara
LUF	: Lowest Usable Frequency
MUF	: Maximum Usable Frequency
NPV	: Net Present Value
OWF	: Optimum <i>Working Frequency</i>
RPJM/P	: Rencana Pembangunan Jangka Menengah/Panjang
PKPPK	: Pertolongan Kecelakaan Pesawat dan Pemadam Kebakaran
WIB	: Waktu Indonesia Barat

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penerbangan merupakan bagian dari sistem transportasi yang mempunyai karakteristik mampu bergerak dalam waktu cepat, menggunakan teknologi tinggi, padat modal, manajemen yang andal, serta memerlukan jaminan keselamatan dan keamanan yang optimal, perlu dikembangkan potensi dan peranannya yang efektif dan efisien, serta membantu terciptanya pola distribusi nasional yang mantap dan dinamis[1]. Salah satu upaya untuk mendukung kelancaran dan keselamatan penerbangan adalah dengan memberikan pelayanan komunikasi penerbangan *air to ground* maupun *ground to ground* terhadap pesawat udara.

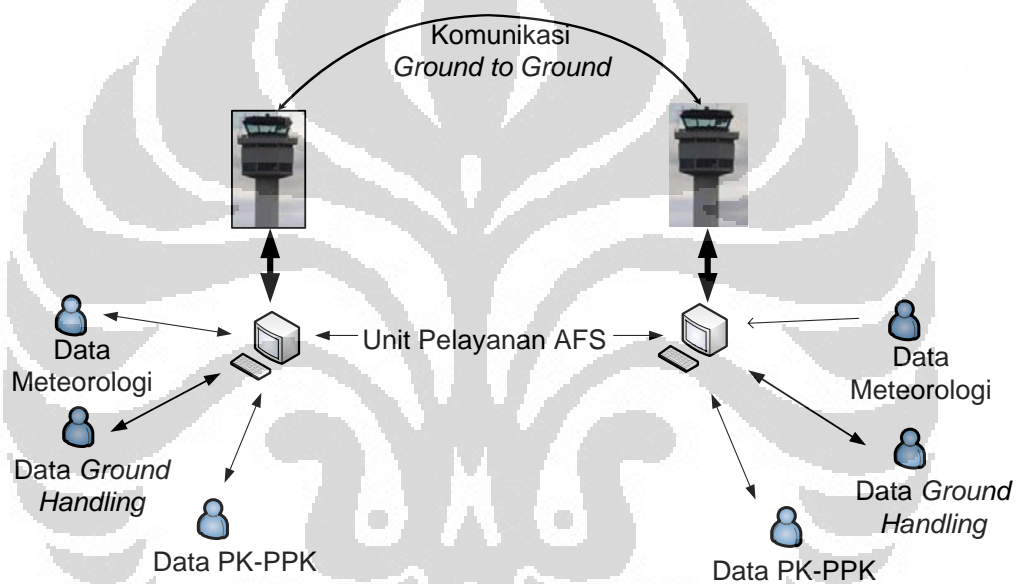


Gambar 1.1 Komunikasi Penerbangan

Gambar 1.1 menunjukkan pelayanan komunikasi penerbangan yang terdiri dari pelayanan komunikasi penerbangan *air to ground* dan pelayanan komunikasi penerbangan *ground to ground*. Komunikasi *air to ground* sebagaimana tercantum dalam dokumen Annex 10 Volume II tentang *Aeronautical Telecommunication*, merupakan layanan yang digunakan untuk mendukung pelayanan lalu lintas penerbangan. Sedangkan komunikasi penerbangan *ground to*

ground merupakan pelayanan komunikasi penerbangan antar bandar udara yang bertujuan untuk menyampaikan berita penerbangan berupa[2] :

- a. pesan marabahaya;
- b. pesan penting;
- c. pesan keselamatan penerbangan;
- d. pesan meteorology;
- e. pesan keteraturan penerbangan;
- f. pesan layanan;
- g. pesan layanan informasi penerbangan dan administrasi penerbangan.



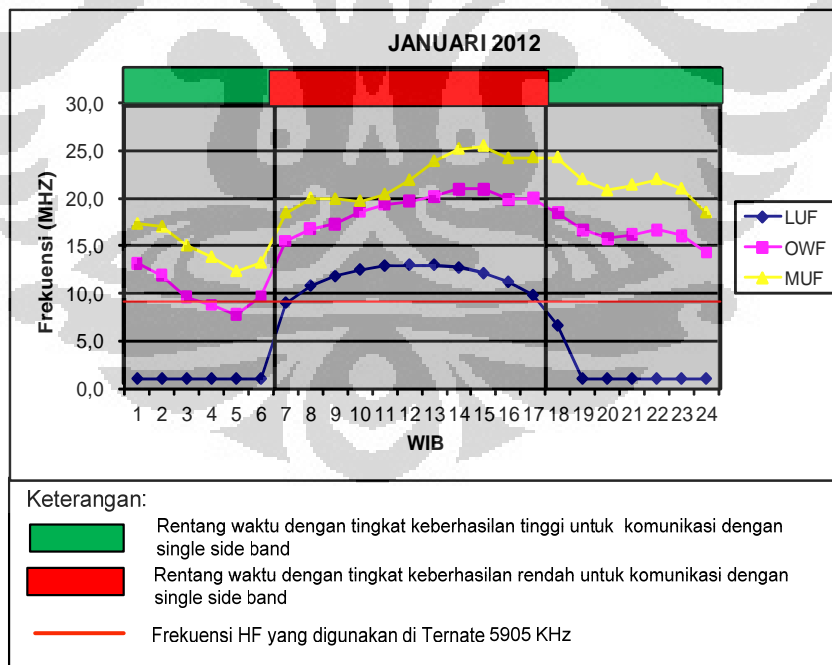
Gambar 1.2 : Skema alur komunikasi penerbangan antar bandar udara

Gambar 1.2 menunjukkan pelayanan komunikasi penerbangan antar bandar udara yang bersumber dari beberapa unit pelayanan yaitu unit Meteorologi yang merupakan sumber informasi keadaan cuaca, *Ground Handling* yang merupakan sebuah unit untuk mengatur pergerakan pesawat selama berada di darat, PKPPK (Pertolongan Kecelakaan Pesawat dan Pemadam Kebakaran) merupakan sebuah unit yang berfungsi untuk memberikan pertolongan jika terjadi kecelakaan dan kebakaran di lingkungan bandar udar dan unit pelayanan AFS (*Aeronautical Fixed Service*) yang menampung seluruh berita penerbangan untuk dikirimkan ke bandar udara lain.

Melihat pentingnya komunikasi penerbangan, ketersediaan sebuah sistem

komunikasi untuk mendistribusikan informasi penerbangan menjadi hal yang sangat penting untuk menunjang keselamatan penerbangan. Kegagalan komunikasi penerbangan antar bandar udara untuk mengirimkan informasi penerbangan dapat memberikan dampak terhadap resiko terjadinya kecelakaan penerbangan.

Komunikasi penerbangan antar bandar udara sebagai media distribusi informasi penerbangan antar bandar udara dapat menggunakan dua macam sistem komunikasi yaitu komunikasi data dan komunikasi suara. Dari kedua sistem komunikasi tersebut, penggunaan komunikasi suara sebagai distribusi informasi penerbangan di Indonesia sekarang ini menjadi sebuah dilema tersendiri, seiring dengan meningkatnya pergerakan pesawat udara akan tetapi layanan komunikasi penerbangan terkendala oleh lapisan ionosfer. Hal ini terjadi karena sistem komunikasi penerbangan yang digunakan saat ini menggunakan Radio HF (*High Frequency*) dimana keberhasilan komunikasinya tergantung dari kondisi lapisan ionosfer, dikarenakan lapisan ionosfer sebagai media pantul gelombang elektromagnetik senantiasa berubah[3].



Gambar 1.3: Kondisi lapisan ionosfer wilayah Ternate dan sekitarnya

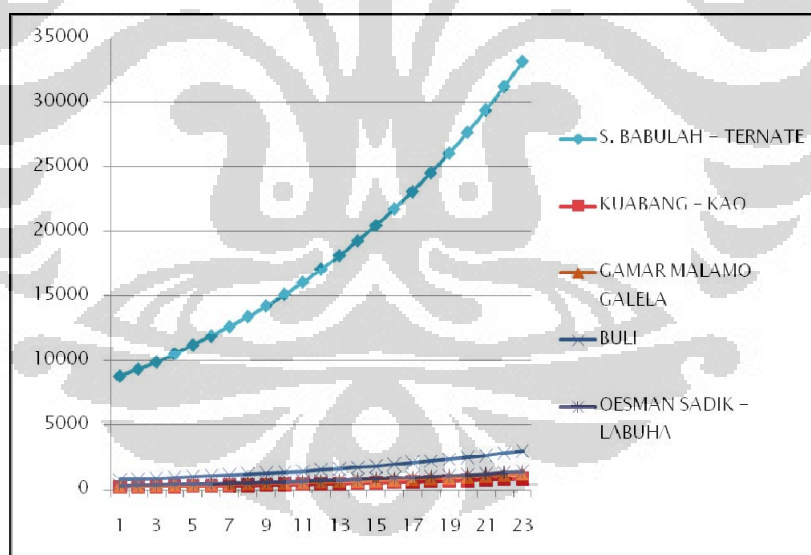
Gambar 1.3 menunjukkan prediksi frekuensi pada bulan januari 2012 di wilayah Ternate dan sekitarnya. Dari tersebut dapat dianalisis bahwa dengan

frekuensi 9055 KHz, penggunaan Radio *High Frequency* tidak dapat memberikan informasi penerbangan sepanjang waktu dikarenakan kondisi dari lapisan ionosfer yang senantiasa berubah. Waktu penggunaan dengan tingkat keberhasilan paling tinggi dilakukan komunikasi penerbangan adalah pada jam 17.30 sampai dengan pukul 06.30 WIB.

Dalam rangka mewujudkan keselamatan penerbangan, penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara harus memenuhi persyaratan persyaratan sebagai berikut[2]:

- a. Waktu tempuh pesan dari pengiriman sampai penerima maksimal selama 5 menit;
- b. Kedua titik sumber dan penerima terkoneksi dengan baik.

Kendala dari penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara akan menjadi lebih beresiko dengan semakin meningkatnya trafik penerbangan di suatu bandar udara, sebagai mana ditunjukkan dalam Gambar 1.4.

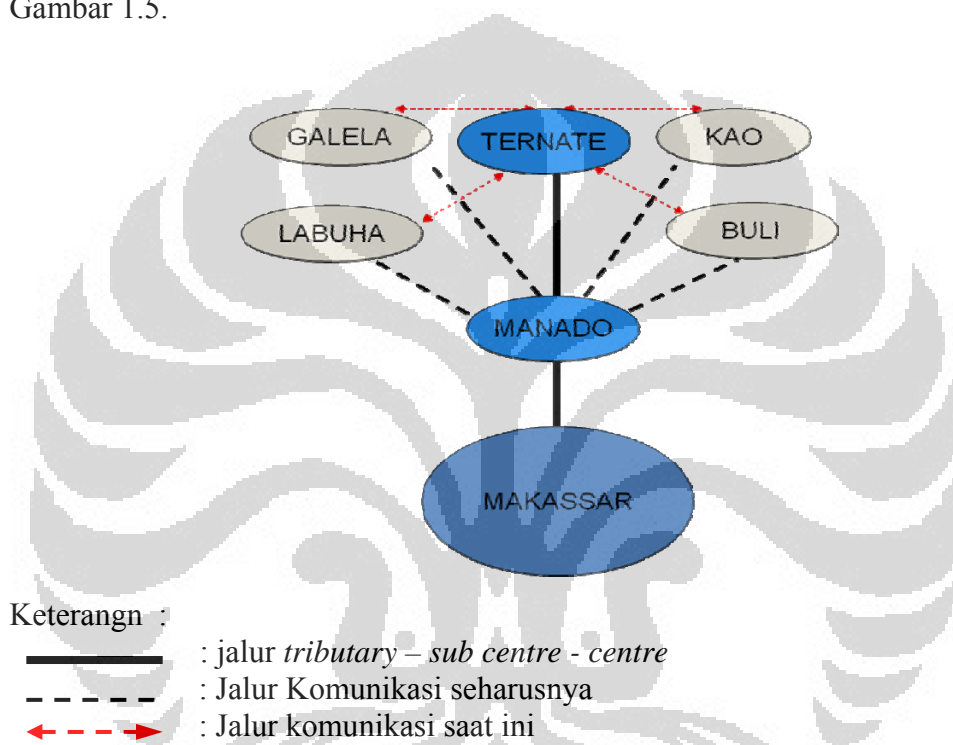


Gambar 1.4 Grafik peningkatan trafik penerbangan di Maluku Utara

Gambar 1.4 menunjukkan peningkatan *trafiic* penerbangan di bandar udara wilayah Maluku Utara[5]. Dari gambar memperlihatkan pertumbuhan pergerakan pesawat udara di bandar udara Sultan Babullah - Ternate, Kuabang - Kao, Gamar

Malamo - Galela, Buli – Buli dan Oesman Sadik - Labuha mengalami peningkatan setiap tahunnya.

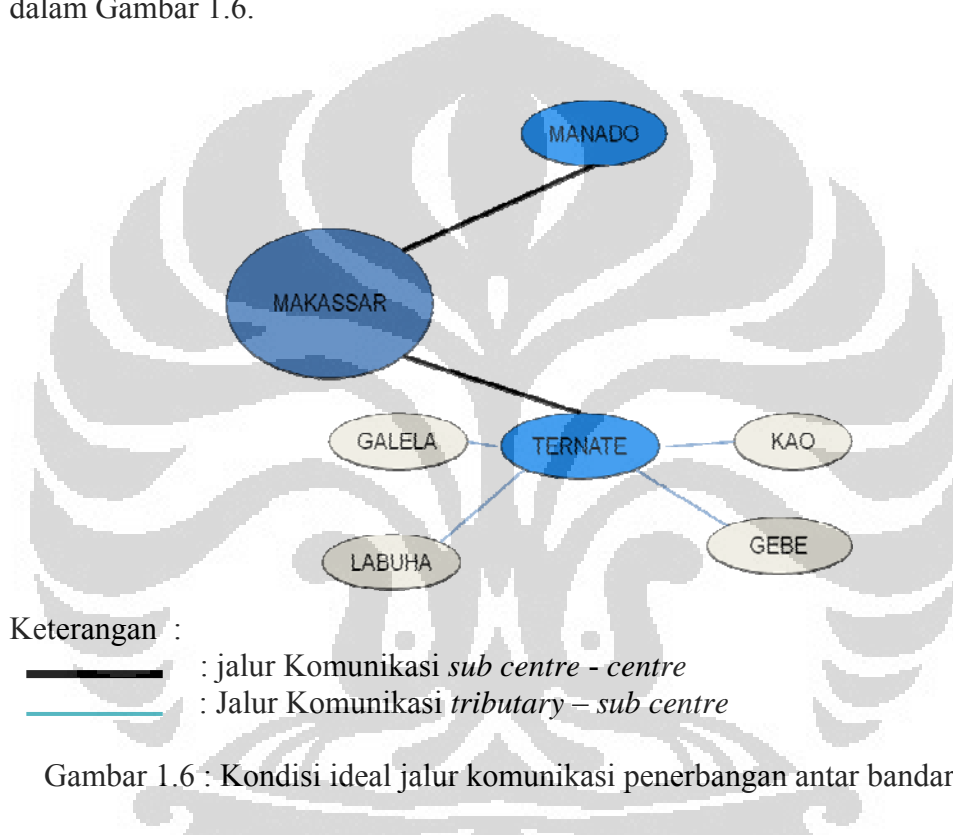
Dalam penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara menggunakan Radio HF (*high frequency*), penyampaian informasi penerbangan dari bandar udara Gamar Malamo - Galela, Kuabang - Kao, Buli – Buli dan Oesman Sadik - Labuha tidak selalu langsung ke bandar udara tujuan, namun harus melalui bandar udara Sultan Babullah - Ternate. Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 1.5.



Gambar 1.5 : Kondisi saat ini jalur komunikasi antar bandar udara

Gambar 1.5 menunjukkan Ternate sebagai stasiun *tributary* dari *sub centre* Manado, dimana stasiun *tributary* berfungsi untuk menerima dan mengirimkan informasi penerbangan hanya ke stasiun *sub centre*, sedangkan stasiun *sub centre* berfungsi untuk mengirim dan menerima informasi penerbangan dari stasiun *centre* (Makassar) dan beberapa stasiun *tributary*. Kondisi saat ini adalah bandar udara Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Galela, Buli - Buli dan Oesman Sadik - Labuha belum masuk dalam jaringan komunikasi penerbangan, sehingga pengiriman informasi penerbangan dari Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Galela, Buli - Buli dan Oesman Sadik - Labuha ke stasiun *sub centre* Manado

disampaikan ke bandar udara tujuan melewati stasiun *tributary* yaitu Ternate. Status dari Ternate sebagai stasiun *tributary* seharusnya hanya memberikan informasi penerbangan dari Ternate ke Manado saja, akan tetapi kondisi saat ini Ternate menjalankan fungsi stasiun *sub centre* karena menyampaikan informasi penerbangan ke bandar udara Sam Ratulangi - Manado yang berasal dari bandar udara Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Galela, Buli - Buli dan Oesman Sadik - Labuha, begitu juga sebaliknya. Jalur distribusi data seharusnya diperlihatkan dalam Gambar 1.6.



Gambar 1.6 menunjukkan kondisi ideal dari pelayanan komunikasi penerbangan antar bandar udara. Dalam gambar ini menunjukkan perubahan stasiun *tributary* bandar udara Sultan Babullah - Ternate menjadi stasiun *Sub centre* dikarenakan perubahan fungsi pelayanan komunikasi penerbangan menjadi menerima dan mengirim informasi penerbangan ke stasiun *tributary* bandar udara Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Galela, Buli – Buli, Oesman Sadik - Labuha dan stasiun *centre* di Makassar.

Dalam tesis ini penulis akan melakukan analisis untuk merencanakan penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara sebagai media

pendistribusian data penerbangan dengan studi kasus provinsi Maluku Utara. Penelitian ini berfokus pada pemilihan sistem komunikasi penerbangan *ground to ground* yang berfungsi sebagai pendistribusian informasi penerbangan antar bandar udara dan berdasarkan nilai keekonomian suatu investasi.

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah :

- a. Sistem komunikasi suara yang menggunakan gelombang HF (*high frequency*) pada saat waktu tertentu mengalami gangguan dikarenakan perubahan kondisi lapisan ionosfer sehingga informasi penerbangan tidak bisa disampaikan ke bandar udara tujuan sebelum pesawat tinggal landas, hal ini menyebabkan terganggunya pelayanan yang disyaratkan dalam aturan.
- b. Belum ada standar penggunaan sistem komunikasi yang digunakan pada layanan komunikasi penerbangan antar bandar udara untuk menyampaikan informasi penerbangan, sehingga tidak dapat mengantisipasi permasalahan dengan meningkatnya pergerakan pesawat udara di bandar udara Sultan Babullah - Ternate, Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Kao, Buli – Buli dan Oesman Sadik - Labuha.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tesis ini adalah evaluasi sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara di Sultan Babullah - Ternate, Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Kao, Buli – Buli dan Oesman Sadik - Labuha untuk terselenggaranya keselamatan penerbangan yang optimum sesuai dengan dokumen *Annex 10, volume 2, Aeronautical Telecommunication*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai masukan kepada Direktorat Jenderal Perhubungan Udara dalam menentukan penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara di Indonesia.

- b. Sebagai bahan referensi bagi dunia pendidikan tentang *Aeronautical Fixed Service*.
- c. Menunjukkan kepada masyarakat terhadap kepedulian untuk mewujudkan keselamatan penerbangan.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penulisan tesis ini meliputi tahapan identifikasi masalah, pengumpulan data, perencanaan, analisis dan tahap keputusan pemilihan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara di bandar udara Sultan Babullah - Ternate, Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Kao, Buli – Buli dan Oesman Sadik - Labuha.

1.6 Batasan Masalah

Dalam penulisan tesis ini, penulis memberikan batasan masalah yaitu :

- a. Analisis ini hanya dilakukan pada sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara (*ground to ground*) yang digunakan sebagai distribusi informasi penerbangan di bandar udara Sultan Babullah - Ternate, Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Kao, Buli – Buli dan Oesman Sadik – Labuha.
- b. Analisis ini hanya membahas stasiun *tributary* Ternate dalam jaringan komunikasi penerbangan dan bandar udara Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Kao, Buli – Buli dan Oesman Sadik – Labuha yang belum masuk dalam jaringan komunikasi penerbangan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tesis ini dibuat secara bertahap mulai dari latar belakang sampai dengan kesimpulan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah pada penulisan tesis ini

BAB 2 STUDI KEPUSTAKAAN

Berisi tentang teori dan jenis sistem komunikasi penerbangan yang digunakan sebagai pendistribusian data penerbangan dan struktur jaringan komunikasi penerbangan di Indonesia.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

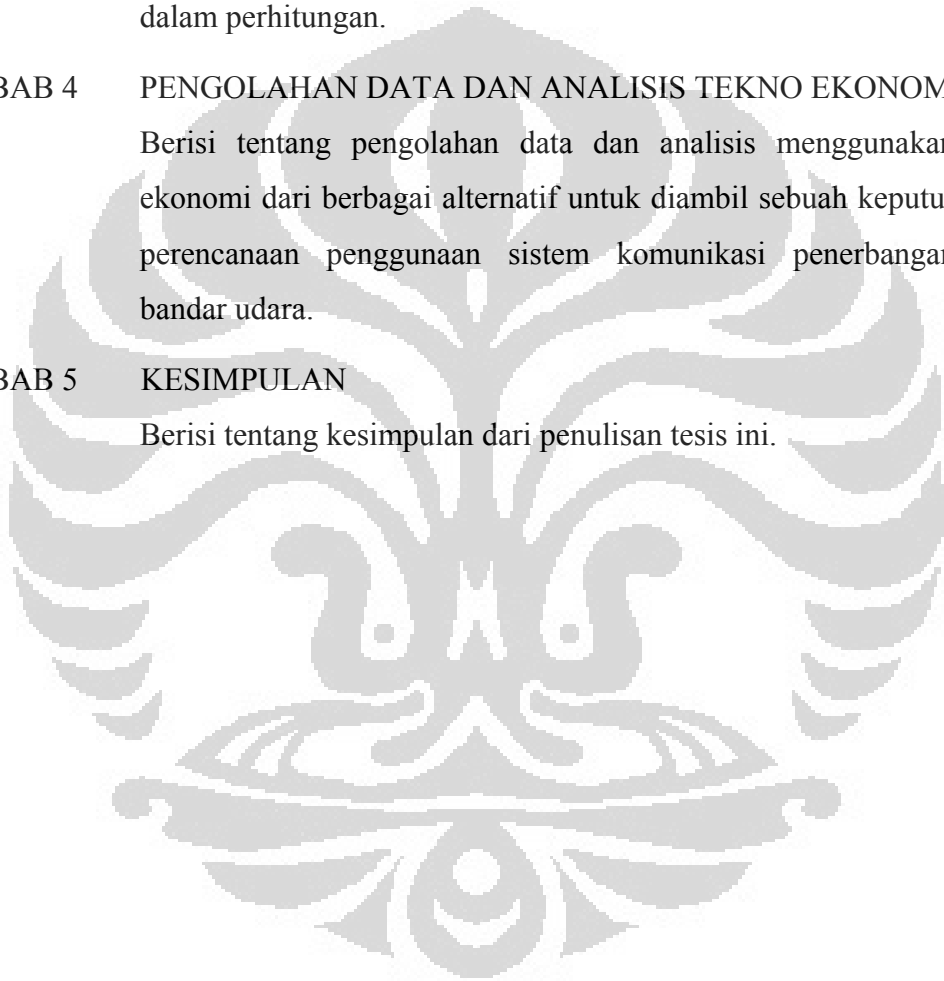
Berisi tentang metodologi penelitian yang digunakan dan data masukan dari sistem komunikasi penerbangan yang akan digunakan dalam perhitungan.

BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS TEKNO EKONOMI

Berisi tentang pengolahan data dan analisis menggunakan tekno ekonomi dari berbagai alternatif untuk diambil sebuah keputusan dari perencanaan penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara.

BAB 5 KESIMPULAN

Berisi tentang kesimpulan dari penulisan tesis ini.



BAB 2

STUDI KEPUSTAKAAN

International Civil Aviation Organization (ICAO) merupakan sebuah badan khusus PBB yang berdiri pada tahun 1944 untuk mempromosikan pembangunan penerbangan sipil di seluruh dunia yang aman dan tertib. ICAO menerapkan standar dan peraturan yang diperlukan untuk keselamatan penerbangan, keamanan, efisiensi dan keteraturan, penerbangan. Organisasi ini berfungsi sebagai forum kerjasama di semua bidang penerbangan antar anggotanya[2]. Indonesia adalah salah satu anggota *International Civil Aviation Organization* yang mensyaratkan kepada setiap negara anggotanya untuk selalu konsekuen melaksanakan isi dari Konvensi Chicago pada tahun 1944 yang dituangkan ke dalam Annexes dan Documents. ICAO di dalam Dokumen 9426 ATS Planning Manual Chapter II Paragraf 1.3.3.1 menyebutkan “*The state(s) responsible for providing air traffic service and related supporting services in particular portions of air service is (are) also responsible, in the event of disruption or potential disruption of these service, for instituting measure to ensure the safety of international civil aviation operations and, where possible for making provision for alternative facilities and services*”. Dari kalimat di atas jelas dinyatakan bahwa ICAO meminta pada suatu negara yang memberikan pelayanan lalu lintas penerbangan untuk bertanggung jawab jika pelayanan tersebut terganggu ataupun mempunyai potensi akan terganggu.

Tanggung jawab tersebut antara lain bisa diwujudkan dengan membuat fasilitas dan layanan alternatif. Dalam pembuatan *Contingency Plan*, ICAO mensyaratkan di dalam Dokumen 9426 Paragraf I.3.5.1 “*A contingency plan must be acceptable to providers and users of contingency services alike, i.e. in terms of the ability of the providers to discharge the functions assigned to them and in terms of safety of operations and traffic handling capacity provided by the plan in the circumstances.*” Terjemahan bebas dari kalimat di atas adalah “Sebuah *contingency plan* haruslah dapat diterima oleh para penyedia layanan lalu lintas udara dan juga pengguna dari *contingency plan* tersebut dalam hal ini perusahaan

penerbangan. Selain itu *contingency plan* tersebut juga harus memperhitungkan kemampuan dari penyedia layanan lalu lintas penerbangan yang diberikan tugas dalam *contingency plan* dalam menjalankan fungsinya terhadap keselamatan operasional penerbangan dan kemampuan dalam menangani tambahan trafik.

Di dalam Doc. 9750, *Global Air Navigation Plan for CNS/ATM Systems* tercantum visi dari sistem CNS/ATM adalah untuk mendukung pelaksanaan *Air Traffic Management* yang sempurna sehingga pesawat bisa berangkat ataupun mendarat sesuai dengan waktu yang mereka rencanakan dan dengan tingkat keselamatan yang tinggi. Untuk mencapai visi tersebut misi yang dilakukan, yaitu :

- a. Meningkatkan keselamatan, peningkatan keteraturan;
- b. Meningkatkan efisiensi serta kapasitas ruang udara dan bandara;
- c. Meningkatkan operasi (peningkatan kapasitas sehingga dapat meminimalkan konsumsi bahan bakar dan emisi mesin pesawat);
- d. Meningkatkan ketersediaan pemilihan jadwal dan profil bagi pengguna;
- e. Meminimalkan persyaratan alat pengangkut barang yang berbeda antar daerah.

Dengan semakin meningkatnya trafik penerbangan tiap tahunnya maka harus disesuaikan dengan kapasitas bandar udara seperti yang tercantum dalam Annex 11 – *Air Traffic Services* menyatakan bahwa program manajemen keselamatan pelayanan lalu lintas penerbangan (*ATS Safety*) harus :

- a. Mengidentifikasi kenyataan yang ada di lapangan dan potensi bahaya serta menentukan tindakan yang benar bila diperlukan;
- b. Menjamin tindakan yang diambil guna tetap menjaga keselamatan lalu lintas penerbangan;
- c. Selalu memonitor dan tetap menilai mutu keselamatan yang dicapai;
- d. Jika telah mengidentifikasi suatu bahaya maka manajemen harus mengambil tindakan yang tepat untuk menjamin keselamatan lalu lintas penerbangan.

Dari program keselamatan diatas sejalan dengan optimalisasi jaringan komunikasi penerbangan di Indonesia. Dimana fungsi dari jaringan komunikasi penerbangan adalah untuk penyampaian data penerbangan ke bandara tujuan

untuk mengidentifikasi risiko maupun potensi bahaya yang akan terjadi berdasarkan data yang dikirim, sehingga dapat diambil tindakan antisipasi resiko maupun potensi bahaya yang ada.

2.1 Pelayanan Komunikasi Penerbangan

Penerbangan adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas pemanfaatan wilayah udara, pesawat udara, bandar udara, angkutan udara, navigasi penerbangan, keselamatan dan keamanan, lingkungan hidup, serta fasilitas penunjang dan fasilitas umum lainnya[1]. Dalam memberikan pelayan lalu lintas penerbangan, pelayanan komunikasi penerbangan dibagi menjadi[1]:

- a. Pelayanan aeronautika bergerak (*aeronautical mobile service*); yaitu sebuah layanan bergerak antara stasiun penerbangan dan pesawat udara, atau antara pesawat udara, di mana stasiun pengamatan penerbangan dan stasiun rambu udara dapat berpartisipasi.
- b. Pelayanan aeronautika tetap (*aeronautical fixed service*); yaitu sebuah layanan telekomunikasi antara titik tetap tertentu yang disediakan terutama untuk keselamatan navigasi udara dan untuk operasi rutin, efisien dan ekonomis dari jasa penerbangan.
- c. Pelayanan radio navigasi aeronautika (*aeronautical radio navigation service*). yaitu sebuah layanan radio navigasi yang ditunjukkan untuk kepentingan dan keselamatan operasipesawat.

2.1.1 Pelayanan Aeronautika Bergerak (*Aeronautical Mobile Service*)

Pelayanan aeronautika bergerak merupakan layanan yang diberikan dari unit pelayanan komunikasi penerbangan kepada pesawat udara, pelayanan komunikasi ini bertujuan[1]:

- a. Mencegah terjadinya tabrakan antar pesawat di udara;
- b. Mencegah terjadinya tabrakan antar pesawat udara atau dengan halangan (*obstacle*) di daerah manuver (*manuvering area*);
- c. Memperlancar dan menjaga keteraturan arus lalu lintas penerbangan;
- d. Memberikan petunjuk dan informasi yang berguna untuk keselamatan dan efisiensi penerbangan;

- e. Memberikan notifikasi kepada organisasi terkait untuk bantuan pencarian dan pertolongan (*search and rescue*).

2.1.2 Pelayanan Aeronautika Tetap (*Aeronautical Fixed Service*)

Pelayanan aeronautika tetap adalah pelayanan telekomunikasi antar stasiun radio tetap penerbangan bertujuan untuk menyelenggarakan pelayanan radio navigasi penerbangan yang aman, berkesinambungan, efisien dan ekonomis. Layanan aeronautika tetap merupakan sebuah sistem komunikasi yang digunakan untuk komunikasi *ground to ground (point to point* dan atau *point to multipoint*) [2]. Pesan atau informasi yang diberikan dalam layanan aeronautika tetap didistribusikan melalui sebuah jaringan telekomunikasi tetap penerbangan (*aeronautical fixed telecommunication network*), isi dari pesan tersebut terdiri dari[2]:

- a. Pesan marabahaya;
- b. Pesan penting (*urgent*);
- c. Pesan keselamatan penerbangan;
- d. Pesan meteorologi;
- e. Pesan keteraturan penerbangan;
- f. Pesan layanan;
- g. Pesan layanan informasi penerbangan (AIS) dan administrasi penerbangan.

Dalam memberikan pelayanan komunikasi penerbangan antar bandar udara, jika pada saat penggunaan sirkuit radio gagal dikarenakan sinyal *fade-out* atau kondisi propagasi yang merugikan, penerima harus tetap mempertahankan pada frekuensi layanan penerbangan tetap yang biasa digunakan, untuk membangun kembali komunikasi pada frekuensi ini samapi memungkinkan untuk dikirim. Jika hubungan komunikasi tidak dapat dilakukan dalam konsisi yang wajar pada jaringan komunikasi penerbanagn tetap, sebuah jaringan komunikasi alternatif yang sesuai harus segera digunakan. Jika memungkinkan, harus melakukan upaya untuk membangun kembali komunikasi penerbangan pada setiap layanan penerbangan antar bandar udara yang tersedia. Jika upaya ini gagal, penggunaan

frekuensi darat-udara dapat dilakukan sebagai langkah luar biasa dan sementara dengan pertimbangan jaminan keamanan dalam pesawat[2].

2.2 Sistem Komunikasi Penerbangan Antar Bandar Udara

Dalam penerbangan, komunikasi ini digunakan untuk memberikan layanan komunikasi penerbangan antar bandar udara, dimana dalam penggunaannya terdapat dua jenis sistem komunikasi yaitu sistem komunikasi suara dan komunikasi data. Dalam penggunaannya, hubungan komunikasi *point to point* ini diperlukan oleh unit-unit keselamatan penerbangan seperti[2] :

- a. *Inter-area communication*, yaitu hubungan antara pusat-pusat pengawasan lalu lintas penerbangan (*aerodrome communication centre, flight information centre*) yang berbatasan.
- b. *Intra-area communication*, yaitu hubungan antara unit pusat komunikasi dengan unit yang berada dalam daerahnya (*aerodrome control, aeronautical flight information service*).

Sistem komunikasi penerbangan yang digunakan untuk pendistribusian data penerbangan antar bandar udara secara umum menggunakan dua jenis sistem komunikasi penerbangan, yaitu sistem komunikasi suara dan sistem komunikasi data. Di Indonesia jenis sistem komunikasi penerbangan yang digunakan adalah :

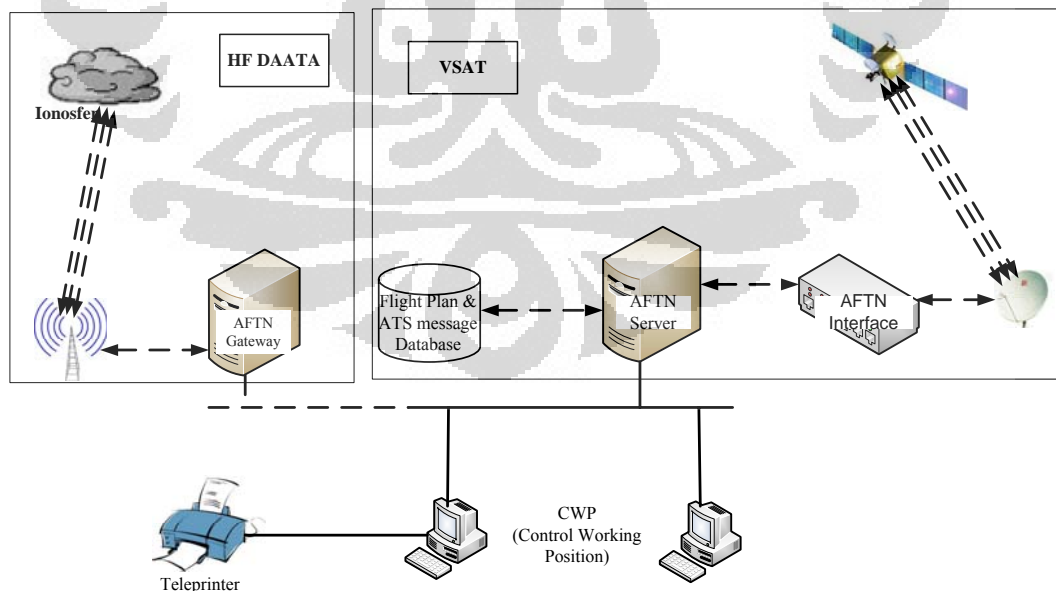
- a. Sistem komunikasi Radio HF (*high frequency*)
- b. Sistem komunikasi HF (*high frequency*) Data
- c. Sistem komunikasi Data

Komunikasi penerbangan antar bandar udara dengan sistem komunikasi data, akan terhubung ke sebuah jaringan AFTN (*Aeronautical Fixed Telecommunication Network*) di Indonesia dan dunia. AFTN dihubungkan antara stasiun penerbangan untuk pertukaran pesan dan / atau data digital yang memiliki karakteristik komunikasi sama dengan menggunakan format standar sebagaimana Annex 10 volume II tentang *Aeronautical Telecommunication*.

Pesan dalam AFTN yang dikirimkan secara rutin adalah pesan layanan informasi penerbangan dan pesan administrasi penerbangan, dalam pesan tersebut merupakan sebuah rencana penerbangan (*flight plan*) yang berisi tentang rencana

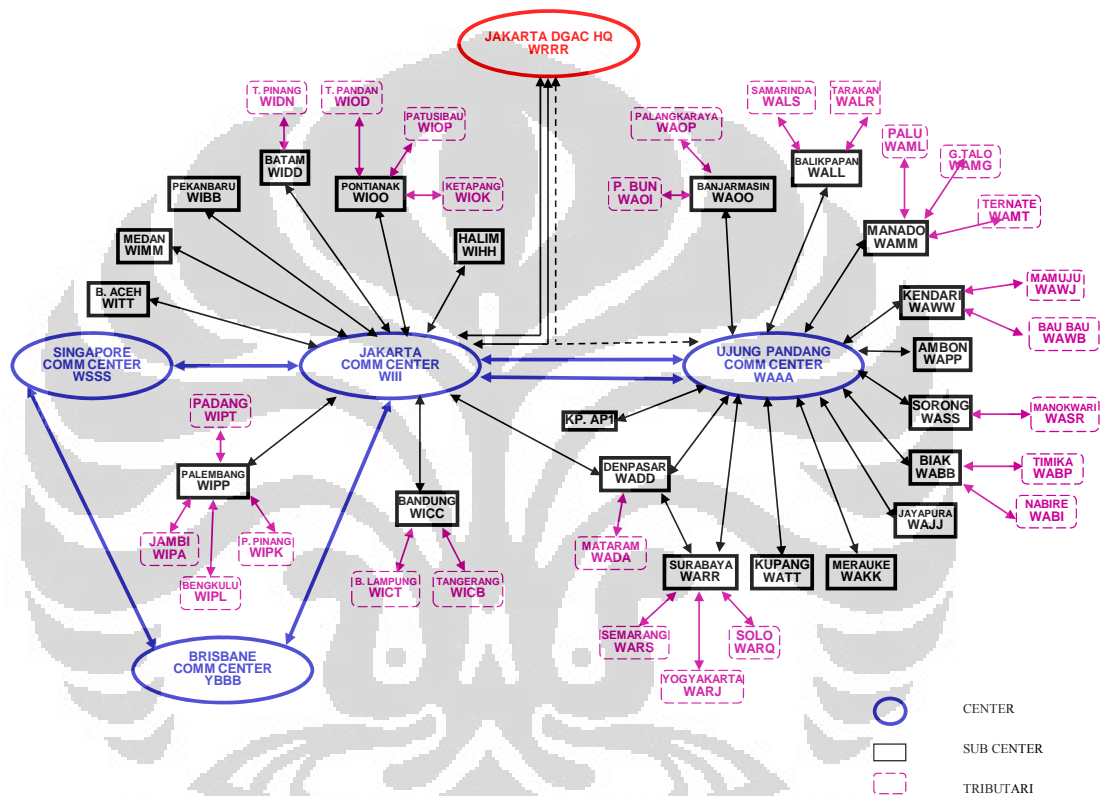
sebuah penerbangan suatu pesawat udara. Ketentuan dari rencana penerbangan adalah sebagai berikut[2]:

- a. Operator pesawat dan unit pelayanan lalu lintas penerbangan harus sesuai dengan petunjuk untuk menyelesaikan bentuk rencana penerbangan sesuai dengan isian rencana penerbangan;
- b. Operator pesawat terbang harus menyerahkan rencana penerbangan sebelum keberangkatan kepada unit pelayanan lalu lintas penerbangan;
- c. Jika terjadi penundaan selama 30 menit atau lebih dari waktu yang diperkirakan untuk penerbangan, rencana penerbangan harus diubah atau mengajukan rencana penerbangan baru dan rencana penerbangan lama dibatalkan;
- d. Sebuah rencana penerbangan harus didistribusikan ke unit pelayanan lalu lintas penerbangan yang akan dilewati selama penerbangan, kontrol *flight information region*, dan alternatif tujuan dari penerbangan;
- e. Pengecualian apabila *Flight Plan* telah dibuat dan diajukan untuk penerbangan yang berulang, rencana penerbangan diserahkan sebelum keberangkatan ke unit pelayanan lalu lintas udara di bandar udara keberangkatan.



Gambar 2.1 Arsitektur Aeronautical Fixed Telecommunication Network (AFTN)

Gambar 2.1 merupakan gambaran alur kerja sistem AFTN menggunakan sistem komunikasi VSAT dan HF data, dimana cara kerjanya adalah informasi penerbangan dibuat melalui *control working position* yang selanjutnya data informasi penerbangan akan masuk dalam server terminal AFTN[6]. Dari server tersebut data akan disimpan kedalam *database* dan dikirimkan dalam jaringan komunikasi penerbangan.



Gambar 2.2. Jaringan komunikasi penerbangan

Gambar 2.2 menunjukkan *aeronautical fixed telecommunication network* (AFTN) membentuk sebuah jaringan komunikasi penerbangan di Indonesia yang menghubungkan antar stasiun pelayanan komunikasi penerbangan[8]. Dalam gambar tersebut, jaringan komunikasi penerbangan di Indonesia terdiri dari tiga bagian yaitu :

- a. *Communication Centre*, merupakan stasiun pusat komunikasi berfungsi menerima, menyimpan, memproses, dan mendistribusikan berita-berita penerbangan antar *communication centre* serta dari dan ke *sub centre*.

Menurut Annex 10 Vol II, *communication centre* berfungsi untuk melakukan *relay* atau *retransmission* berita AFTN dari dan ke sejumlah stasiun AFTN lain yang terhubung.

- b. *Sub Centre*, merupakan stasiun komunikasi dalam jaringan AFTN yang berfungsi untuk menerima, menyimpan, memproses, dan mendistribusikan berita-berita penerbangan dari dan ke *communication centre* dengan *tributary station*, termasuk berita penerbangan dari *sub centre* yang bersangkutan.
- c. *Tributary*, merupakan stasiun komunikasi dalam jaringan AFTN berfungsi sebagai *end station* yang menerima, mengirim, dan menyimpan berita-berita penerbangan dari dan ke *sub centre*.

Persyaratan yang harus dipenuhi suatu komunikasi *point to point Aeronautical Fixed Telecommunication Network* (AFTN) adalah sebagai berikut[2]:

- a. Waktu tempuh pesan (informasi penerbangan) dari pengiriman sampai penerima maksimal selama 5 menit;
- b. Kedua titik sumber dan penerima terkoneksi dengan baik;
- c. Ada perjanjian (MOU) yang menjelaskan routing peralihan komunikasi AFTN dan tiap *communication centre* harus memilikinya.

2.2.1 Sistem Komunikasi Radio HF (*High Frequency*)

Dalam penerbangan, sistem komunikasi Radio HF merupakan peralatan komunikasi yang digunakan untuk melakukan pertukaran data/berita penerbangan melalui suara dalam bentuk *single side band* yang bekerja pada frekuensi tinggi[9]. Penggunaan sistem komunikasi ini berfungsi untuk memberikan layanan komunikasi penerbangan antar bandar udara menggunakan media gelombang frekuensi tinggi.

Gelombang radio HF yang digunakan pada dasarnya memiliki kelebihan yaitu dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer, sehingga sistem komunikasi ini dapat dimanfaatkan untuk komunikasi jarak jauh tanpa memerlukan *repeater* atau satelit. Namun gelombang frekuensi tinggi yang dipancarkan akan dipantulkan oleh lapisan ionosfer yang kondisinya senantiasa berubah[3].

Pada Gambar 1.3 menunjukkan hasil dari tabel prediksi frekuensi pada bulan Februari 2012 di wilayah Ternate[4]. Dari gambar tersebut dapat dianalisis bahwa dengan menggunakan frekuensi 9055 KHz penggunaan komunikasi suara dengan single side band tidak dapat digunakan sepanjang waktu dikarenakan kondisi dari lapisan ionosfer yang berubah. Waktu yang memungkinkan penggunaan komunikasi suara adalah pada rentang antara jam 19.30 sampai dengan jam 06.30 WIB.

2.2.1.1. Lapisan Ionosfer dan Perambatan Gelombang Radio HF

Gelombang radio frekuensi tinggi (HF), yaitu pita frekuensi radio 3 – 30 MHz, dalam bekerja memanfaatkan lapisan ionosfer untuk dapat menjangkau jarak jauh. Ketika gelombang radio sampai di ionosfer, akan dibelokkan secara bertahap sampai akhirnya keluar dari lapisan ionosfer dan kembali menuju bumi. Karakteristik ionosfer yang dipengaruhi oleh berbagai fenomena seperti aktifitas matahari dan medan magnet bumi membuat komunikasi jenis ini sangat bergantung pada kondisi alam. Selain itu, gelombang radio yang dapat dikembalikan oleh ionosfer juga tergantung pada parameter-parameter lain seperti frekuensi, jarak dan sudut pancarnya[9].

Gelombang radio HF (*High Frequency*) atau SW (*Short Wave*) telah menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia sehari-hari. Komunikasi menggunakan gelombang radio HF juga dilakukan diberbagai instansi pemerintah seperti TNI, Polri dan Pemda, yang secara umum disebut HF – SSB, dan juga digunakan didalam penerbangan sipil. Gelombang radio yang dipancarkan dari jarak yang sangat jauh dapat sampai ke pesawat penerima karena melalui proses penjalaran di udara.

Ionosfer adalah bagian dari atmosfer yang terletak pada ketinggian sekitar 50 sampai lebih dari 100 km di atas permukaan bumi dan mengandung partikel bermuatan listrik. Lapisan ini mampu memantulkan gelombang pendek. Ketika gelombang radio sampai di lapisan ionosfer sebagian energinya akan diserap oleh lapisan ionosfer dan sebagian lagi akan dipantulkan sehingga kembali ke bumi dan sebagian yang lainnya akan menembus lapisan ionosfer ke luar angkasa.

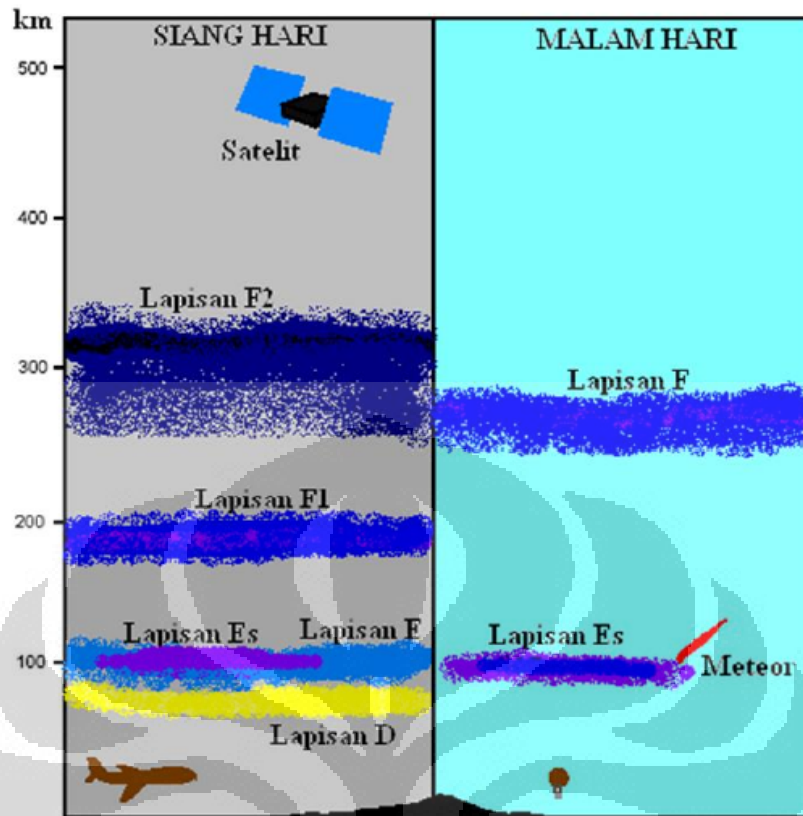
Kemampuan ionosfer dalam memantulkan gelombang radio tergantung pada kerapatan elektronnya, dan semakin rapat akan semakin tinggi pula frekuensi yang dapat dipantulkan. Selain kerapatan elektron, keberhasilan komunikasi juga ditentukan oleh faktor-faktor lain seperti jarak antena pemancar dan penerima serta sudut elevasi pemancaran gelombangnya.

Lapisan ionosfer bervariasi dari waktu ke waktu dan variasi ini mempengaruhi kemampuannya sebagai pemantul gelombang radio, terutama pada frekuensi HF (3 – 30 MHz). Salah satu penyebab variasi ionosfer adalah variasi aktifitas matahari, baik jangka pendek (harian) maupun jangka panjang (sebelas tahunan). Suatu perangkat komunikasi radio HF yang bekerja dengan baik untuk suatu tempat pada suatu waktu belum tentu baik juga untuk tempat dan waktu yang berbeda.

Gangguan pada penggunaan frekuensi dan menurunnya kualitas komunikasi dapat terjadi karena adanya gangguan pada proses perambatan gelombangnya. Gangguan ini diantaranya berupa derau (*noise*), suara keras-lemah (*fading*), bahkan komunikasi dapat terputus sama sekali (*black out*) untuk waktu beberapa jam karena gangguan pada lapisan ionosfer.

2.2.1.2. Pembagian Lapisan Ionosfer

Pada ketinggian sekitar 50 km sampai lebih dari 1000 km di atas permukaan bumi, sebagian molekul di lapisan ionosfer terionisasi oleh energi dari matahari dan menghasilkan gas yang terionisasi, daerah tersebut disebut ionosfer. Ionisasi adalah proses terlepasnya elektron-elektron yang bermuatan negatif dari atom netral atau molekul sehingga membentuk ion-ion bermuatan positif dan elektron bebas. Ion-ion inilah yang dipakai untuk menamakan daerah tersebut ionosfer. Tetapi sesungguhnya elektron-elektron yang lebih berperan penting dalam perambatan gelombang radio frekuensi yang seringkali disebut sebagai komunikasi HF dengan frekuensi 3 – 30 MHz. Secara umum, semakin banyak jumlah elektron, semakin tinggi frekuensi HF yang dapat dipantulkan.



Gambar 2.3 : Skema lapisan-lapisan ionosfer

Pada gambar 2.3 mengilustrasikan lapisan ionosfer yang terbentuk pada waktu siang hari, pada lapisan ionosfer tersebut terdiri dari empat lapisan yang disebut lapisan D, E, F1 dan F2[10]. Pada masing-masing lapisan ionosfer memiliki ketinggian sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 : Perbedaan karakteristik ionosfer

No	Ionosfer	Ketinggian
1	Lapisan D	50 sampai 90 km
2	Lapisan E	90 sampai 140 km
3	Lapisan F1	140 sampai 210 km
4	Lapisan F2	diatas 210 km

Tabel 2.1 menunjukkan perbedaan karakteristik ionosfer berdasarkan ketinggiannya[10]. Dari lapisan tersebut, lapisan ionosfer yang dapat memantulkan gelombang elektro magnetik HF adalah lapisan F.

Sifat dari ionosfer pada siang hari kadang-kadang teramati adanya bagian lapisan E yang muncul secara sporadik (disebut lapisan E sporadik). Pada malam hari jumlah elektron di lapisan D, E dan F1 menjadi sangat sedikit, dan hanya lapisan F2 yang dapat digunakan untuk komunikasi. Akan tetapi kadang-kadang ada juga lapisan E sporadik pada malam hari. Hanya lapisan E, E sporadik bila ada, F1 dan F2 yang memantulkan gelombang radio HF, sementara lapisan D tidak memantulkan tetapi justru menyerap energinya atau melemahkannya.

Lapisan F2 adalah lapisan paling penting untuk perambatan gelombang radio HF karena[11]:

- a. Ada selama 24 jam sehari
- b. Letaknya yang tinggi memungkinkan untuk jarak komunikasi terjauh
- c. Biasanya memantulkan gelombang radio pada frekuensi-frekuensi tertinggi dalam rentang HF.

2.2.2 Sistem Komunikasi HF (*High Frequency*) Data

Merupakan sistem komunikasi yang digunakan sebagai sarana komunikasi *point to point* untuk pertukaran informasi penerbangan. Pada sistem ini memanfaatkan sistem komunikasi radio HF yang jenis komunikasinya dirubah dari komunikasi suara menjadi komunikasi data.

Di Indonesia, sistem komunikasi ini dinamakan AFTN (*Aeronautical Fixed Telecommunication Network*) *point to point*, yaitu peralatan yang digunakan untuk keperluan pertukaran informasi penerbangan antar bandar udara (*point to point*) berupa berita (*message*) dalam format berita AFTN dengan menggunakan media transmisi gelombang HF. Secara keseluruhan sistem AFTN *point to point* dengan menggunakan transmisi gelombang HF harus mempunyai tingkat keberhasilan cukup baik (>50%) pada cuaca buruk[12].

Perangkat AFTN *point to point* secara sistem dibagi dalam tiga bagian utama, yaitu[12]:

- a. HF AFTN *Gateway*, yang berfungsi sebagai interface antara peralatan transceiver HF *single side band* dan jaringan AFTN
- b. Teleprinter, merupakan media dalam bentuk printer yang berfungsi untuk mengirim dan menerima berita AFTN

- c. HF *single side band* merupakan peralatan yang digunakan sebagai media transmisi.

2.3.1 HF AFTN Gateway

Gateway dalam sistem berfungsi untuk menghubungkan data pada sistem AFTN *point to point* dengan data dalam jaringan komunikasi penerbangan. Perangkat ini harus mempunyai kemampuan untuk menyimpan berita (*buffer*) dengan kapasitas yang cukup dan dilengkapi kemampuan untuk [12] :

- a. *Automatic repeat request*
- b. *Forward error correction*
- c. *Selective forward error correction*

Disamping itu, HF AFTN *Gateway* juga harus mempunyai kemampuan untuk mengontrol *transmit ON* dan *transmit OFF*. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari HF *transceiver* selalu dalam memancarkan sinyal (posisi *ON*) pada saat cuaca (kondisi lapisan ionosfer) jelek.

2.3.2 Teleprinter

Merupakan salah satu peralatan dari sistem komunikasi radio HF yang berfungsi untuk pengiriman dan penerimaan berita penerbangan dalam bentuk data tertulis secara *point to point* dengan menggunakan format berita AFTN [9].

Sistem peralatan teleprinter harus memenuhi syarat dapat melayani penerimaan, pengolahan dan pengiriman berita-berita penerbangan sesuai dengan standart dan format berita AFTN sebagaimana disyaratkan ICAO (*International Civil Aviation Organization*) dalam dokumen Annex 10 volume 2, berikut seluruh amandemennya yang terkait dengan berita AFTN dengan menggunakan media transmisi gelombang HF.

2.2.3 Sistem Komunikasi VSAT (*Very Small Apperture Terminal*)

VSAT merupakan perangkat yang berfungsi untuk memberikan layanan komunikasi data dengan menggunakan media akses satelit. Fungsi utama dari VSAT adalah untuk menerima dan mengirim data ke satelit. Satelit berfungsi

sebagai penerus sinyal untuk dikirimkan ke titik lainnya di atas bumi. Keunggulan utama dari layanan VSAT adalah sifatnya yang ekonomis. Keunggulan layanan VSAT adalah[13]:

- a. Dapat menjangkau wilayah yang sangat jauh.
- b. Memiliki tingkat keamanan yang tinggi karena merupakan jaringan pribadi.
- c. Fleksibel dalam teknologi karena mudah dihubungkan dengan layanan VSAT lainnya.
- d. Fleksibel dalam instalasi khususnya untuk lokasi yang berada di luar jangkauan kabel ataupun sentra bisnis.

Dalam komunikasi penerbangan, sebuah perangkat komunikasi antar bandar udara yang menggunakan media VSAT sebagai media akses data adalah AMSC (*Automatic Message Switching Centre*). Perangkat ini merupakan suatu alat pengendali komunikasi data yang terintegrasi untuk ATS (*Air Traffic Service*). Alat ini merupakan suatu paket program yang dibuat khusus untuk "*Message Switching Centre*" dalam suatu bandar udara yang dapat melayani penerimaan, pengelolaan dan pengiriman berita secara otomatis[14].

AMSC merupakan sistem pengatur penyaluran berita berbasis komputer yang bekerja secara *store and forward* artinya berita yang masuk ke AMSC disimpan lalu di salurkan sesuai dengan *address* (alamat) yang dituju. Karena AMSC digunakan di dunia penerbangan maka AMSC harus menggunakan standart format penerbangan yang diatur dalam annex 10 volume II untuk jaringan AFTN (*Aeronautical Fixed Telecommunication Network*).

Setiap bandar udara memiliki alamat AMSC yang berbeda-beda, alamat tersebut telah ditentukan berdasarkan pembagian wilayah dan statusnya. Sebagai contoh bandar udara Sultan Hassanudin - Makassar merupakan pusat penyaluran berita AMSC untuk Indonesia bagian timur. Bandar udara Sultan Hassanudin Makassar mempunyai alamat WAAA dimana "W" merupakan kode untuk wilayah Indonesia dan "AAA" merupakan tiga karakter yang sama menunjukkan bahwa Makassar merupakan bandar udara *centre*. Sedangkan untuk bandar udara Sam Ratulangi - Manado dengan bandar udara *tributary* atau berada di bawah bandar udara Sultan Hassanudin - Makassar memiliki alamat WAMM dimana "W" menunjukkan kode wilayah Indonesia, "A"

menunjukkan bahwa bandar udara Sam Ratulangi - Manado berada di bawah bandar udara Sultan Hassanudin - Makassar dan “MM” merupakan kode wilayah untuk bandar udara Sam Ratulangi - Manado itu sendiri. Pengalamatan untuk tiap unit di bandar udara mengacu pada ketentuan yang berlaku.

Sistem dasar AMSC merupakan *aeronautical oriented message switching* yang sistem jaringannya yang dapat melayani lalu lintas berita penerbangan secara *full duplex, half duplex, simplex (receive only)*, dan *simplex (send only)* menggunakan media satelit.

Dari sisi operasional, AMSC mampu untuk melayani menerima, mengolah, menyimpan, menyalurkan, dan mengirim berita penerbangan secara otomatis sesuai dengan prosedur yang terdapat dalam dokumen Annex volume 2 tentang *Aeronautical Telecommunication*. Selain itu AMSC mempunyai kemampuan untuk menyelenggarakan beberapa fungsi, seperti :

- a. “*Store and forward*” berita-berita AFTN secara otomatis.
- b. Menerima dan mengirim berita AFTN secara bersamaan dari semua saluran/kanal yang tersedia.
- c. Menampilkan dan mengirimkan secara otomatis semua berita-berita AFTN, baik berita yang memiliki “*single address* maupun *multi address*”.
- d. Membuat dan mengolah statistik harian/berkala (*incoming* dan *outgoing message*) dalam bentuk tampilan dan cetakan.
- e. Melaksanakan *traffic insurance (check message, message sequential numbering, test message)*.
- f. Melakukan dan melaksanakan *short term message file* untuk jangka waktu paling kurang satu hari atau semua berita yang disalurkan/dikirim melalui AMSC.
- g. Melakukan dan melaksanakan “*long term message file*” dengan menggunakan media penyimpanan seperti “*Magnetic disk* atau lainnya” yang berisi seluruh informasi yang diperlukan sehingga akan memudahkan manakala diperlukan untuk mencari dan menarik kembali (*retrieve*) berita yang telah pernah dikirim/disalurkan oleh AMSC, serta mencatat semua keterangan tentang berita-berita yang diterima dan dikirim.

- h. Melakukan pencarian dan menarik kembali (*retrieve*), serta melakukan pengiriman ulang berita dengan memakai nomor urut berita (*message sequential number*).
- i. Melakukan pengolahan sistem yaitu dapat dengan mudah memeriksa dan merubah parameter saluran dan atau jaringan dan lain-lain dari layar monitor.
- j. Memberikan laporan/indikator bila mana terjadi gangguan dalam sistem jaringan dan lalu lintas.

2.3 Tekno Ekonomi

Metode penyelesaian akhir masalah yang akan dipakai pada penelitian ini adalah dengan analisis tekno ekonomi. Ekonomi teknik adalah penentuan faktor-faktor dan kriteria ekonomi yang digunakan ketika satu atau lebih alternatif dipertimbangkan untuk dipilih dalam menyelesaikan suatu masalah di bidang teknik[15]. Dalam penyelesaian sebuah permasalahan, akan timbul beberapa alternatif yang masing-masing alternatif memiliki keuntungan dan kerugian yang berbeda-beda dari jenis dan jumlahnya. Namun penyelesaian masalah tersebut selalu memiliki kriteria ekonomi dan kriteria tersebut digunakan untuk memilih satu dari banyak alternatif yang tersedia tersebut. Semua itu harus diperhitungkan secara ekonomi dan matematis dengan tujuan untuk mendapatkan hasil dan keuntungan yang sebesar-besarnya, atau kerugian yang sekecil-kecilnya.

Tahapan analisis ekonomi teknik:

- a. Definisikan masalah dan tujuannya;
- b. Mengumpulkan informasi yang relevan terkait kasus yang sedang dipelajari;
- c. Memunculkan alternatif-alternatif;
- d. Evaluasi masing-masing alternatif;
- e. Penentuan alternatif terbaik dengan beberapa kriteria;
- f. Menerapkan hasilnya dan memantau kerjanya.

Dalam mengevaluasi beberapa alternatif yang ada, ekonomi teknik biasanya mempertimbangkan nilai uang terhadap waktu, estimasi pendapatan dan biaya, strategi keuangan, inflasi, depresiasi, ketidakpastian, pajak, undang-undang kebijakan, periode perencanaan, tingkat bunga modal, perhitungan nilai dan harga,

hingga *rate of return*. *Rate of return* adalah seberapa besar tingkat pengembalian biaya setelah alternatif dilaksanakan.

Kebutuhan untuk mengevaluasi penggantian, atau menambah nilai asset dari perubahan ekonomi dalam lingkungan operasi. Berbagai alasan dapat menjadi dasar perubahan ini dan kadang-kadang disertai dengan fakta-fakta keuangan yang tidak menyenangkan. Berikut adalah empat alasan utama yang diringkas dari berbagai faktor :

- a. Penurunan fisik / *physical impairment (deterioration)*. Ini adalah perubahan yang terjadi pada kondisi fisik aset tersebut. Biasanya, digunakan terus-menerus (akibat faktor umur) sehingga akan bekerja kurang efisien. Sehingga perlu perawatan rutin dan meningkatkan biaya perbaikan kerusakan. Atau, terjadi beberapa kejadian yang tak terduga sehingga mempengaruhi kondisi fisik dan ekonomi dari kepemilikan dan penggunaan aset tersebut.
- b. Alternatif persyaratan. Aset modal digunakan untuk memproduksi barang dan jasa yang memuaskan keinginan manusia. Ketika permintaan untuk barang atau jasa terjadi kenaikan atau penurunan atau terjadi perubahan desain barang atau jasa, aset yang bersangkutan dapat mempengaruhi ekonomi penggunaannya.
- c. Teknologi. Dampak dari perubahan teknologi yang bervariasi akan menjadi perbedaan jenis aset. Secara umum, biaya per unit produksi, serta kualitas dan lainnya, baik dipengaruhi oleh perubahan teknologi, yang mengakibatkan penggantian dari nilai asset akan ada penantang baru dan lebih baik.
- d. Keuangan. Faktor keuangan akan mempengaruhi perubahan peluang ekonomi eksternal penggunaan aset dan bisa melibatkan pajak penghasilan. Misalnya, sewa aset bisa menjadi lebih menarik daripada kepemilikan.

Dalam melakukan sebuah penggantian (fasilitas), beberapa faktor yang harus diperhatikan, antara lain :

- a. Menerima kesalahan masa lalu;
- b. Biaya penyusutan;
- c. Nilai aset kondisi saat ini;
- d. Umur ekonomis nilai aset penggantian;

- e. Sisa umur ekonomis aset saat ini;
- f. Mempertimbangkan pajak penghasilan.

Dalam ekonomi teknik, akan berada dalam sesuatu yang hubungan waktu dan uang, sehingga dalam melakukan perencanaan perlu memperhatikan beberapa hal, seperti :

- a. MARR (*Minimum Attractive Rate of Return / i*)

Adalah dasar dalam perhitungan tingkat bunga, dimana MARR ini sebagai perhitungan untuk nilai minimal dari tingkat pengembalian atau bunga yang bisa diterima oleh investor.

- b. PW (*Present Worth*)

Adalah nilai ekivalen pada saat sekarang (waktu 0) . Metode PW ini seringkali dipakai terlebih dahulu daripada metode lain karena biasanya relatif lebih mudah menilai suatu proyek pada saat sekarang. Metode *Present Worth* biasa disebut Metode Nilai Sekarang atau *Net Present Worth* (NPW) = *Net Present Value* (NPV).

$$\begin{aligned}
 PW (i\%) &= F_0(1+i)^0 + F_1(1+i)^{-1} + F_2(1+i)^{-2} + \dots + F_k(1+i)^{-k} + F_N(1+i)^{-N} \\
 &= \sum_{K=0}^N F_k(1+i)^{-k} \dots\dots\dots(2.1)
 \end{aligned}$$

- Dimana i =MARR / tingkat suku bunga
- k =index untuk jangka waktu / periode
- F_k =Pendapatan pada akhir periode
- N =jumlah periode

Hasil dari perhitungan NPV memnunjukkan apakah sebuah investasi tersebut layak atau tidaknya, hal ini tergantung dari besarnya nilai NPV yang diperoleh. Berikut adalah kriteria dari kelayakan sebuah investasi berdasarkan nilai NPV :

- 1) Jika, $NPV < 0$ maka hasil negatif (artinya usulan kegiatan tersebut tidak layak, atau dari segi ekonomis tidak menguntungkan)
- 2) Jika, $NPV > 0$ maka hasil positif (artinya usulan kegiatan tersebut layak, atau menguntungkan dari segi ekonomis)

c. *AW (Annual Worth)*

Adalah sebuah serial yang sama dalam jumlah tertentu (misalkan dalam rupiah), yang dinyatakan untuk jangka waktu studi, yaitu setara dengan arus kas masuk dan arus kas keluar dengan tingkat bunga yang umumnya MARR.

$$CR(i\%) = \underline{R} - \underline{E} - I(A/P, i\%, N) + S(A/F, i\%, N) \dots \dots \dots (2.2)$$

d. *FW (Future Worth)*

Karena tujuan utama dari semua nilai waktu dari uang adalah metode untuk memaksimalkan kekayaan masa depan pemilik perusahaan, informasi ekonomi yang disediakan oleh metode FW adalah sangat berguna dalam situasi keputusan modal investasi. FW didasarkan pada nilai setara dari semua arus kas masuk dan arus kas keluar pada akhir perencanaan yang berkelanjutan (masa studi) dengan tingkat bunga yang umumnya MARR. Proyek FW setara dengan PW. Dengan kata lain FW digunakan untuk menghitung nilai investasi yang akan datang berdasarkan tingkat suku bunga dan angsuran yang tetap selama periode tertentu.

$$\begin{aligned} FW(i\%) &= F_0(1+i)^N + F_1(1+i)^{N-1} + \dots + F_N(1+i)^0 \\ &= \sum_{k=0}^N F_k(1+i)^{N-k} \dots \dots \dots (2.3) \end{aligned}$$

e. *IRR (Internal Rate Return)* dan *ERR (External Rate Return)*

IRR dan ERR metode menghitung tingkat tahunan keuntungan, atau kembali, hasil dari investasi dan kemudian dibandingkan dengan MARR.

2.4 Pelayanan Publik

Pelayanan publik adalah kegiatan atau rangkaian kegiatan dalam rangka pemenuhan kebutuhan pelayanan sesuai dengan perundang-undangan bagi setiap warga negara dan penduduk atas barang, jasa, dan/atau pelayanan administratif yang disediakan oleh penyelenggara pelayanan publik[15]. Penyelenggara pelayanan publik adalah lembaga yang berada di lingkungan institusi penyelenggara negara, korporasi, lembaga independen yang dibentuk berdasarkan undang-undang untuk kegiatan pelayanan publik.

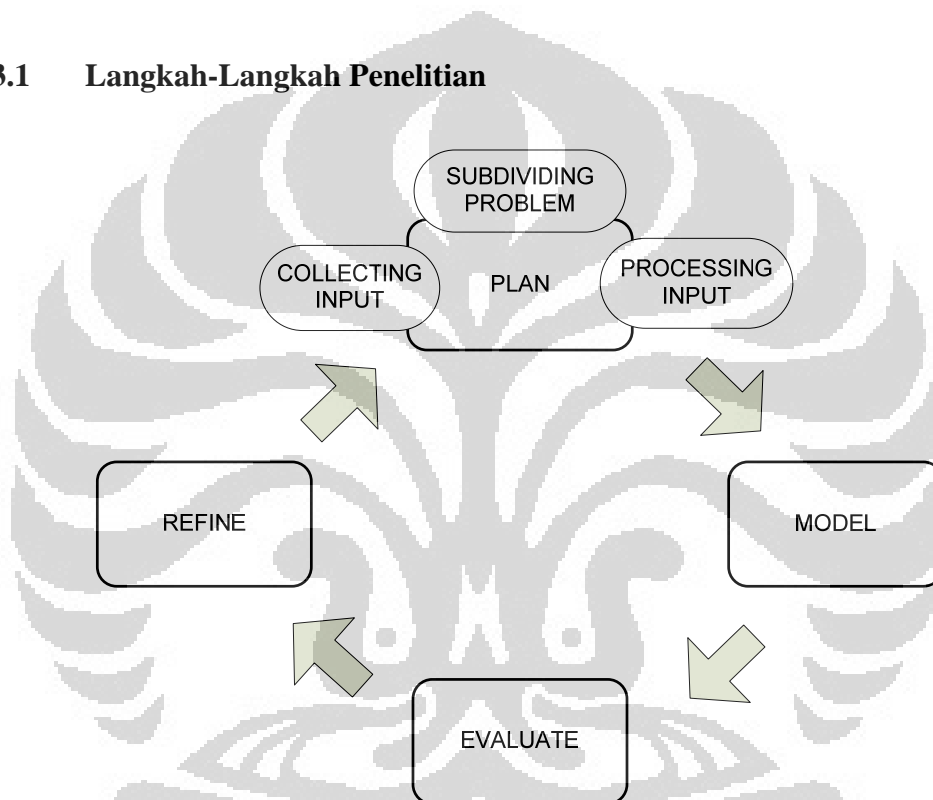
Pelayanan publik oleh aparatur pemerintah dewasa ini masih banyak dijumpai kelemahan sehingga belum dapat memenuhi kualitas yang diharapkan masyarakat. Hal ini ditandai dengan masih adanya berbagai keluhan masyarakat yang disampaikan melalui media massa, sehingga dapat menimbulkan citra yang kurang baik terhadap aparatur pemerintah. Mengingat fungsi utama pemerintah adalah melayani masyarakat maka pemerintah perlu terus berupaya meningkatkan kualitas pelayanan.

Dalam perhitungan untuk menentukan NPV masing-masing alternatif, kelayakan sebuah investasi pada dasarnya ditentukan oleh nilai NPV yang paling besar. Namun, yang perlu ditekankan bahwa bandar udara yang merupakan salah satu roda perekonomian Indonesia ini menjadi tanggung jawab pemerintah untuk mengembangkan pelayanan bandar udara dengan memperhatikan faktor keselamatan penerbangan. Untuk itu, penetapan alternatif yang ditunjukkan bukanlah berdasarkan nilai NPV positif terbesar melainkan berdasarkan NPV terbesar, dalam hal ini nilai negatif terkecil.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Metode analisis yang digunakan di dalam penelitian ini adalah analisis tekno ekonomi. Analisis tekno ekonomi yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan metodologi yang digunakan untuk sebuah evaluasi perencanaan pengembangan jaringan telekomunikasi[17].

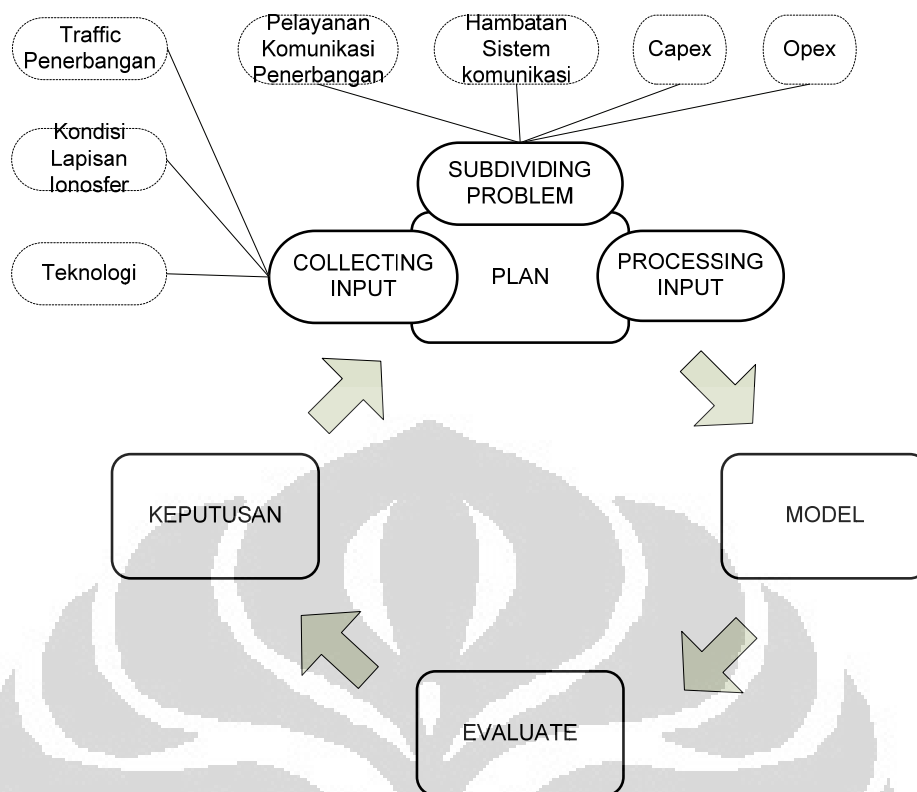
3.1 Langkah-Langkah Penelitian



Gambar 3.1 : Metodologi evaluasi perencanaan pengembangan jaringan telekomunikasi

Gambar 3.1 merupakan metodologi untuk evaluasi perencanaan pengembangan jaringan telekomunikasi (*Sofie Verbuge, koen Casier, Juan Van Ooteghem, Bart Lannoo, White Paper Practical steps in tecno-economic evaluation of network deployment planning, 2009*) [17]. Dalam tahap perencanaan terdapat empat langkah untuk analisis yaitu *planning, model, evaluate, dan refine*.

Dari metodologi tersebut dikembangkan sebuah model yang digunakan dalam penelitian sehingga tampak seperti Gambar 3.2.



Gambar 3.2 : Metodologi penelitian penataan sistem komunikasi penerbangan

Analisis akan dilakukan di bandar udara Sultan Babullah – Ternate, Kuabang – Kao, Gamar Malamo – Galela, Buli – Buli, Oesman Sadik – Labuha. Prosedur analisis tekno ekonomi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Penelitian dilakukan tentang penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara berdasarkan parameter pertumbuhan pergerakan pesawat udara, penghasilan jasa aeronautika, biaya operasi dan perawatan, usia fasilitas dan tingkat suku bunga.
- b. Dalam analisis menggunakan tekno ekonomi, akan dilakukan dengan cara membandingkan *Net Present Value* (NPV) masing-masing alternatif pilihan.
- c. Dalam tahapan keputusan, akan dipilih satu alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan dari pilihan alternatif yang ada dengan cara memilih nilai NPV terbesar.

3.2 Perencanaan Sistem Komunikasi Penerbangan Antar Bandar Udara

Pada tahap perencanaan sistem komunikasi penerbangan, tahapan yang akan dilakukan adalah mengumpulkan input tentang kondisi komunikasi penerbangan

yang ada saat ini beserta permasalahan yang dialami sistem komunikasi penerbangan saat ini. Dari tahapan ini dilakukan pemrosesan data ke dalam sebuah tabel.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam tahapan perencanaan sistem komunikasi penerbangan dilakukan untuk mengetahui kondisi saat ini dari sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Sultan Babullah - Ternate, Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Galela, Buli – Buli dan Oesman Sadik - Labuha. Data yang diperlukan dalam perencanaan ini adalah data tentang trafik penerbangan, kondisi lapisan ionosfer dan teknologi yang digunakan, penghasilan jasa pelayanan aeronautika, usia peralatan dan tingkat suku bunga.

3.3.1 Teknologi Sistem Komunikasi Penerbangan Antar Bandar Udara

Pada umumnya sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara yang digunakan untuk menyampaikan data penerbangan, di Indonesia menggunakan tiga jenis sistem komunikasi penerbangan yaitu menggunakan Radio HF (*High Frequency*), HF Data, dan VSAT (*Very Small Apperture Terminal*). Dari ketiga sistem komunikasi penerbangan tersebut, terdapat beberapa perbedaan, baik dari media transmisi maupun bentuk sistem komunikasinya. Untuk lebih jelasnya lihat dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Fasilitas sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara

No	Sistem Komunikasi Penerbangan	Transmisi	Bentuk Komunikasi
1	Radio HF (<i>High frequency</i>)	<i>High Frequency</i>	<i>Voice</i>
2	HF (<i>High Frequency</i>) Data	<i>High Frequency</i>	Data
3	VSAT (<i>Very Small Apperture Terminal</i>)	Satelit	Data

Tabel 3.1 menunjukkan sistem komunikasi penerbangan yang digunakan mempunyai perbedaan dari jenis sistem komunikasinya dan media transmisi yang digunakannya[18]. Sistem komunikasi yang paling dapat diandalkan untuk komunikasi penerbangan adalah menggunakan VSAT dikarenakan infrastruktur

komunikasi akan tersebar ke seluruh pelosok tanpa dibatasi oleh batas negara dan kondisi ionosfer[13], akan tetapi dengan biaya investasi yang tinggi perlu dilakukan sebuah perencanaan untuk menentukan penggunaan sistem komunikasi penerbangan tersebut.

3.3.2 Trafik Penerbangan

Seiring dengan tuntutan akan kebutuhan masyarakat akan keberadaan moda transportasi yang cepat dan aman, penerbangan menjadi pilihan utama untuk melakukan perjalanan dari satu tempat ke tempat lain. Hal ini dibuktikan dengan semakin meningkatnya jumlah penumpang pesawat udara tiap tahunnya.

Tabel 3.2 Pergerakan pesawat udara

Tahun	Pergerakan Pesawat Udara per Tahun				
	S. Babulah	Kuabang	Gamar Malamo	Buli	Oesman sadik
2010	8798	240	328	803	378
2011	9345	255	348	853	402
2012	9927	271	370	906	426
2013	10544	288	393	962	453
2014	11200	306	418	1022	481
2015	11896	325	444	1086	511
2016	12636	345	471	1153	543
2017	13422	366	500	1225	577
2018	14257	389	532	1301	613
2019	15144	413	565	1382	651
2020	16086	439	600	1468	691
2021	17087	466	637	1559	734
2022	18149	495	677	1656	780
2023	19278	526	719	1760	828
2024	20477	559	763	1869	880
2025	21751	593	811	1985	935
2026	23104	630	861	2109	993
2027	24541	669	915	2240	1054
2028	26067	711	972	2379	1120
2029	27689	755	1032	2527	1190
2030	29411	802	1096	2684	1264
2031	31240	852	1165	2851	1342
2032	33184	905	1237	3029	1426

Tabel 3.2 menunjukkan pergerakan pesawat udara di bandar udara Sultan Babulah - Ternate, Kuabang - Kao, Buli – Buli dan Oesman Sadik - Labuha,

dimana jumlah total frekuensi penerbangan paling tinggi adalah di bandar udara Sultan Babullah - Ternate[19].

Dalam penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara, terdapat perbedaan dalam jumlah trafik penerbangan yang dapat ditangani oleh sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara. Berikut adalah jumlah trafik penerbangan di setiap bandar udara berdasarkan penggunaan sistem komunikasi penerbangan :

- a. Trafik bandar udara dengan HF Data sebagai sistem komunikasi penerbangan

Tabel 3.3 Jumlah trafik penerbangan bandar udara yang menggunakan HF Data

No	Bandar Udara	Trafik Penerbangan / Tahun 2010	Trafik Penerbangan / Tahun 2011	Trafik Penerbangan / Tahun 2012
1	Rahadi Oesman – Ketapang	3462	3.677	3.906
2	H. Asan – Sampit	2412	2.562	2.721
3	Temindung – Samarinda	4077	4.331	4.600
4	Tampa Padang – Mamuju	1134	1.205	1.279
5	Bau Bau - Beto Ambari	2448	2.600	2.762
6	Hanandjoeddin - Tanjung Pandan	2948	3.131	3.326
7	Budiarto – Curug	2143	2.276	2.418
8	Iskandar - Pangkalan Bun	3254	3.456	3.671
9	Andi Jema – Masamba	1420	1.508	1.602
10	Bubung – Luwuk	1355	1.439	1.529
11	Long Apung	224	238	253
12	Rendani – Manowkwari	8544	9.075	9.640
13	Wai Oti – Maumere	2742	2.913	3.094
14	Pangsuma – Putusibau	206	219	232
15	Long Apung	224	238	253
16	Stagen – Kotabaru	657	698	741
17	Oksibil	5576	5.923	6.291

Dalam tabel 3.3 menunjukkan bandar udara di Indonesia yang menggunakan HF Data sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara. Dari tabel tersebut dapat diamati bandar udara yang menggunakan HF Data, selama tahun 2011 memiliki jumlah *traffic* paling sedikit adalah bandar udara Pangsuma - Putusibau yaitu sebanyak 219 penerbangan, sedangkan bandar udara yang paling

banyak jumlah *traffic* penerbangannya adalah bandar udara Rendani - Manokwari dengan 9.075 penerbangan.

b. Trafik bandar udara dengan Radio HF sebagai sistem komunikasi penerbangan

Tabel 3.4 Jumlah trafik penerbangan bandar udara yang menggunakan Radio HF

No	Bandar Udara	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2010	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2011	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2012
1	Cut Nyak Dien – Meulaboh	2622	2.785	2.958
2	Teuku Cut Ali - Tapak tuan	54	57	61
3	Lhok Suken	2269	2.410	2.560
4	FL Tobing – Sibolga	1050	1.115	1.185
5	Bhinaka - Gunung Sitoli	2619	2.782	2.955
6	Aek Godang - Padang Sidempuan	1110	1.179	1.252
7	Lasondre - Pulau Batu	668	710	754
8	Dabo – Singkep	84	89	95
9	Japura – Rengat	76	81	86
10	Sei Bati - Tanjung Balai Karimun	26	28	29
11	Pinang Kampai – Dumai	88	93	99
12	Penggung – Cirebon	2155	2.289	2.431
13	Tunggul Wulung – Cilacap	770	818	869
14	Dewadaru - Karimun Jawa	286	304	323
15	Brang Biji – Sumbawa	672	714	758
16	M. Salahudin – Bima	1516	1.610	1.710
17	Umbu Mehang Kumba – Waingapu	1318	1.400	1.487
18	Komodo - Labuhan Bajo	936	994	1.056
19	Mali – Alor	696	739	785
20	Tardamu – Sabu	654	695	738
21	Satartacik – Ruteng	522	554	589
22	Lekunik – Rote	218	232	246
23	Haliwen – Atambua	269	286	304
24	Soa – Bajawa	440	467	496
25	H. Aroeboesman – Ende	3962	4.208	4.470
26	Gewayantana – Larantuka	390	414	440
27	Wonopito – Lewoleba	315	335	355
28	Tambolaka – Waikabubak	1622	1.723	1.830
29	Susilo – Sintang	162	172	183
30	Nanga Pinoh	48	51	54
31	Beringin - Muara Teweh	1405	1.492	1.585

No	Bandar Udara	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2010	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2011	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2012
32	Kuala Pembuang	190	202	214
33	Kuala Kurun	194	206	219
34	Sunggu – Buntok	66	70	74
35	Puruk Cahu – Dirung	903	959	1.019
36	Kalimarau - Tanjung Redep	4883	5.187	5.509
37	Tanjung Harapan - Tanjung Selor	398	423	449
38	Nunuka	2705	2.873	3.052
39	Datah Dawai	195	207	220
40	Yuvai Semaring - Long Bawan	452	480	510
41	Naha – Tahuna	242	257	273
42	Melongguane	628	667	709
43	Lalos - Toli Toli	370	393	417
44	Kisugincu – Poso	316	336	357
45	Pugogol – Buol	116	123	131
46	Pongtiku - Tana Toraja	162	172	183
47	H. Aeropala – Selayar	19	20	21
48	Pomala – Kolaka	466	495	526
49	Kuabang – Kao	240	255	271
50	Gamar Malamo – Galela	328	348	370
51	Dumatubun – Langgur	1974	2.097	2.227
52	Oesman Sadik – Labuha	190	202	214
53	Emalamo – Sanana	162	172	183
54	Olilit – Saumlaki	443	471	500
55	Dobo - Pulau Aru	349	371	394
56	Torea - Fak Fak	1350	1.434	1.523
57	Sujarwo Tjondronegoro - Serui	316	336	357
58	Mararena – Sarmi	110	117	124
59	Tanah Merah	1839	1.953	2.075
60	Monanmani	626	665	706
61	Mindiptana	498	529	562
62	Kebar	194	206	219
63	Okaba	224	238	253

Tabel 3.4 menunjukkan bandar udara di Indonesia yang menggunakan Radio HF sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara[5]. Dari tabel tersebut dapat diamati bandar udara yang menggunakan Radio HF, selama tahun 2011 memiliki jumlah trafik paling sedikit adalah bandar udara Selayar - Sulawesi Selatan yaitu sebanyak 21 penerbangan, sedangkan bandar udara yang paling banyak jumlah trafik penerbangannya adalah bandar udara Kalimantan -

Tanjung Redep dengan 5.187 penerbangan. Untuk lebih detailnya lihat dalam Lampiran 8.

c. Trafik bandar udara dengan VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan

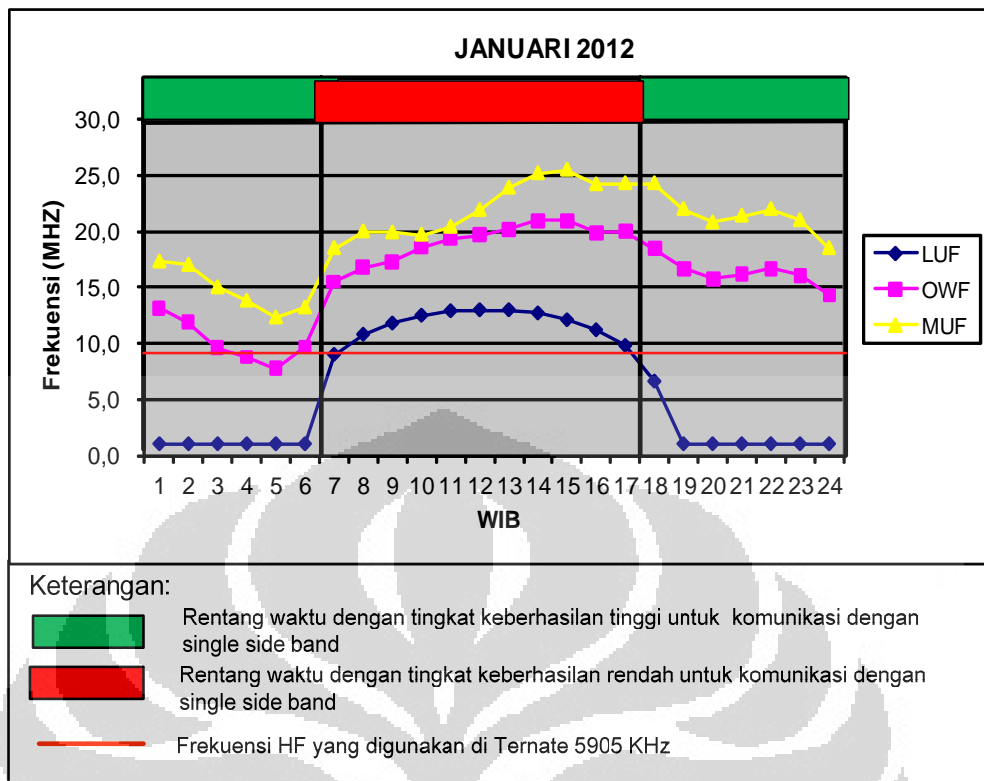
Tabel 3.5 Jumlah trafik penerbangan bandar udara yang menggunakan VSAT

No	Bandar Udara	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2010	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2011	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2012
1	Soekarno Hatta – Jakarta	249599	265.124	281.615
2	Halim Perdanakusuma - Jakarta	10786	11.457	12.170
3	Hasan Sadikin – Bandung	4932	5.239	5.565
4	S. Badaruddin II - Palembang	16028	17.025	18.084
5	S. Iskandar Muda - Banda Aceh	6057	6.434	6.834
6	Polonia - Medan	44877	47.668	50.633
7	S. Syarif Kasim - Pekanbaru	17284	18.359	19.501
8	Hang Nadim - Batam	23386	24.841	26.386
9	Supadio - Pontianak	10781	11.452	12.164
10	Hasanudin - Makassar	63849	67.820	72.039
11	Ngurah Rai - Denpasar	49144	52.201	55.448
12	BIL - Lombok	17881	18.993	20.175
13	Juanda - Surabaya	88239	93.727	99.557
14	Ahmad Yani - Semarang	18814	19.984	21.227
15	Adi Sutjipto - Yogyakarta	26670	28.329	30.091
16	Adi Soemarmo - Solo	7467	7.931	8.425
17	El Tari - Kupang	14548	15.453	16.414
19	Sentani - Jayapura	42100	44.719	47.500
20	frans Kaiseipo - Biak	10635	11.296	11.999
21	Deo - Sorong	8647	9.185	9.756
22	Patimura - Ambon	7492	7.958	8.453
23	Halouleo - Kendari	5021	5.333	5.665
24	Sam Ratulangi - Manado	16191	17.198	18.268
25	S. Babullah - Ternate	6884	7.312	7.767
26	Djalaludin - Gorontalo	2198	2.335	2.480
27	Mutiara - Palu	5269	5.597	5.945
28	Sepinggan - Balikpapan	54465	57.853	61.451
29	Juwata - Tarakan	11117	11.808	12.543
30	Syamsudin Norr - Banjarmasin	22236	23.619	25.088
31	Tjilik Riwut - Palangkaraya	5333	5.665	6.017
32	Depati Amir - Bangka	9250	9.825	10.436
33	Moses Kilangin - Timika	21027	22.335	23.724
34	Wamena	26644	28.301	30.062
35	Nabire	16051	17.049	18.110

Tabel 3.5 menunjukkan bandar udara di Indonesia yang menggunakan VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara[5]. Dari tabel tersebut dapat diamati bandar udara yang menggunakan VSAT, selama tahun 2011 memiliki jumlah trafik paling sedikit adalah bandar udara Djalaludin - Gorontalo yaitu sebanyak 2.198 penerbangan, sedangkan bandar udara yang paling banyak jumlah trafik penerbangannya adalah bandar udara Soekarno Hatta - Cengkareng dengan 281.615 penerbangan. Untuk lebih detailnya lihat dalam Lampiran 6.

3.3.3 Kondisi Lapisan Ionosfer

Lapisan Ionosfer merupakan media yang digunakan untuk memantulkan gelombang elektromagnetik dari frekuensi tinggi. Dengan kondisi lapisan ionosfer yang senantiasa berubah, maka komunikasi penerbangan antara unit-unit pelayanan komunikasi penerbangan tidak dapat dilakukan setiap saat dikarenakan tingkat keberhasilan dari sistem komunikasi sangat kecil[20]. Pada saat komunikasi sulit untuk dapat dilakukan, hal ini akan sangat beresiko apabila pada waktu tersebut terdapat jadwal keberangkatan pesawat dari bandar udara satu ke bandar udara lainnya. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis terhadap prediksi kondisi lapisan ionosfer dengan membuat plot penggunaan frekuensi berdasarkan data dari Lembaga Antariksa dan Penerbangan Negara (LAPAN).



Gambar 3.3: Kondisi lapisan ionosfer wilayah Ternate dan sekitarnya

Gambar 3.3 menunjukkan sebuah tabel plot frekuensi HF berdasarkan data hasil prediksi kondisi lapisan ionosfer di Ternate dan sekitarnya pada bulan Januari 2012[21]. Dari gambar di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Waktu komunikasi yang harus dipilih adalah waktu dimana frekuensi kerja berada diantara OWF (*optimum working frequency*) dan LUF (*lowest usable frequency*). Dengan memilih waktu tersebut maka diharapkan komunikasi yang dilakukan mempunyai kemungkinan keberhasilan tinggi.
- Penggunaan frekuensi tinggi di bandar udara Sultan Babullah - Ternate adalah 9055 KHz, maka komunikasi yang dilakukan pada bulan Januari 2012 kemungkinan tingkat keberhasilan tinggi untuk komunikasi terjadi pada pukul 17.30 sampai dengan pukul 06.30 WIB.

3.3.4 CAPEX

CAPEX atau *Capital Expenditure* merupakan biaya investasi yang harus dikeluarkan[15]. Dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan total CAPEX

yang diperlukan dalam investasi sistem komunikasi penerbangan yang sesuai dan efisien di suatu bandar udara.

Dengan spesifikasi dari sistem komunikasi penerbangan yang ada, menjadikan pemilihan sistem komunikasi penerbangan harus dilakukan dengan melakukan perencanaan dan analisis agar pengeluaran biaya investasi di suatu bandar udara efektif. Berikut adalah perbandingan biaya investasi dari berbagai macam fasilitas komunikasi penerbangan antar bandar udara yang digunakan untuk penyampaian data penerbangan.

Tabel 3.6 : Biaya Investasi peralatan komunikasi antar bandar udara

No	Fasilitas	Nilai Investasi / Tahun
1	HF SSB (<i>High Frequency Single Side Band</i>)	Rp. 70.000.000
2	HF Data (<i>High Frequency Data</i>)	Rp. 750.000.000
3	VSAT dengan AMSC	Rp. 1.450.000.000

Tabel 3.5 menunjukkan jumlah investasi untuk seperangkat sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara[22]. Dari nilai investasi tersebut terdiri dari biaya peralatan, biaya pengiriman, dan biaya instalasi. Nilai investasi peralatan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara paling tinggi adalah untuk investasi peralatan VSAT.

3.3.5 OPEX

Setelah dilakukan perhitungan CAPEX maka perhitungan selanjutnya adalah mengitung OPEX atau *Operating Expenditure* yaitu merupakan biaya yang diperlukan untuk menjalankan kegiatan operasional dan pemeliharaan sistem komunikasi penerbangan. Perhitungan CAPEX dan OPEX akan menggunakan referensi data dari Direktorat Jenderal perhubungan Udara.

Tabel 3.8 menunjukkan total dari biaya operasi peralatan sistem komunikasi penerbangan dan biaya perawatan atau penggantian komponen secara berkala dari penggunaan sistem komunikasi penerbangan[23][24][25][26][27]. Nilai operasi dan perawatan dari peralatan paling tinggi adalah di bandar udara Sultan Babullah

– Ternate. Besarnya biaya yang dikeluarkan untuk operasi dan perawatan tergantung dari sistem komunikasi penerbangan yang digunakan.

Tabel 3.7 : Biaya operasional dan perawatan dari sistem komunikasi penerbangan

No	Bandar Udara	Operational & Maintenance
1	Sultan Babullah – Ternate	Rp. 106.650.000
2	Kuabang – Kao	Rp. 65.390.000
3	Buli – Buli	Rp. 18.000.000
4	Gamar Malamo – Galela	Rp. 41.390.000
5	Oesman Sadik – Labuha	Rp. 46.209.000

3.3.6 Tingkat Suku Bunga

Pada penelitian ini, tingkat suku bunga yang digunakan adalah tingkat suku bunga yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia yaitu sebesar 5,75 %[28].

3.3.7 Usia Penggunaan Peralatan Komunikasi Penerbangan

Dalam penggunaan peralatan komunikasi penerbangan, Direktorat Jenderal Perhubungan udara menetapkan masa penggunaannya selama 20 tahun. Hal ini terdapat dalam Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara nomor : SKEP/157/IX/2003 tentang pedoman pemeliharaan dan pelaporan peralatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan[18].

BAB 4

PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS TEKNO EKONOMI

Seperti telah disebutkan pada bab sebelumnya bahwa sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara berfungsi untuk penyampaian informasi penerbangan antar bandar udara. Untuk itu sistem komunikasi ini harus didukung dengan sistem perangkat yang sesuai. Bab ini akan membahas penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara yang paling optimum untuk digunakan di bandar udara Sultan Babullah - Ternate, Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Galela, Buli – Buli dan Oesman Sadik - Labuha. Hasil pemilihan sistem komunikasi antar bandar udara tersebut kemudian akan dipetakan ke dalam jaringan komunikasi penerbangan di Indonesia.

Pembahasan bab ini akan terfokus pada perhitungan kelayakan ekonomi untuk menentukan pilihan yang terbaik dari beberapa alternatif berdasarkan metodologi yang digunakan dalam analisis ini, terdapat parameter yang digunakan untuk mengukur profitabilitas investasi, yaitu :

- a. Trafik penerbangan;
- b. Penghasilan jasa aeronautika;
- c. Biaya investasi sistem komunikasi penerbangan;
- d. Fasilitas sistem komunikasi penerbangan;
- e. Tingkat suku bunga;
- f. Usia pemakaian peralatan.

4.1 Pengolahan Data

Dalam Sub Bab ini akan membahas data-data yang telah diolah untuk digunakan dalam perhitungan tekno ekonomi. Data yang diolah meliputi data pendapatan jasa aeronautika dan kapasitas penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara.

4.1.1 Proyeksi Pendapatan Jasa Aeronautika

Salah satu sumber pendapatan bandar udara adalah berasal dari jasa pelayanan aeronautika, yaitu setiap pelayanan aeronautika yang diberikan oleh

penyelenggara bandar udara kepada maskapai penerbangan merupakan sumber penghasilan bagi bandar udara yang melayaninya[29]. Pada sub-bab ini akan dibahas pendapatan yang dihasilkan oleh bandar udara dari hasil pelayanan aeronautika untuk periode 2012 sampai dengan 2032 atau selama dua puluh tahun sebagaimana masa penggunaan dari fasilitas komunikasi penerbangan antar bandar udara.

Dalam buku statistik perhubungan tahun 2010 mencatatkan bahwa sektor transportasi udara mengalami presentase pertumbuhan pergerakan pesawat udara yaitu sebesar 6,22%, presentase tingkat pertumbuhan ini akan digunakan untuk memprediksi jumlah pergerakan pesawat udara hingga 20 tahun kedepan

4.1.1.1 Bandar Udara Sultan Babullah – Ternate

Bandar udara Sultan Babullah - Ternate merupakan bandar udara dengan jumlah pergerakan pesawat udara terbanyak di wilayah Maluku Utara, yaitu pada tahun 2012 memiliki jumlah pergerakan pesawat yang datang dan pergi di bandar udara sebesar 9.927 pesawat.

Dengan presentase pertumbuhan pergerakan pesawat udara seperti disebutkan sebelumnya, maka didapatkan pendapatan bandar udara Sultan Babullah – Ternate setiap tahunnya seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pendapatan bandar udara Sultan Babullah - Ternate

Tahun	Trafik Pesawat	Tarif per Pelayanan (Rp)	Pendapatan (Rp)
2012	9.927	875	8.685.696
2013	10.544	875	9.225.946
2014	11.200	875	9.799.800
2015	11.896	875	10.409.347
2016	12.636	875	11.056.809
2017	13.422	875	11.744.542
2018	14.257	875	12.475.053
2019	15.144	875	13.251.001
2020	16.086	875	14.075.213
2021	17.087	875	14.950.691
2022	18.149	875	15.880.624
2023	19.278	875	16.868.399
2024	20.477	875	17.917.614
2025	21.751	875	19.032.089
2026	23.104	875	20.215.885
2027	24.541	875	21.473.313

Tahun	Trafik Pesawat	Tarif per Pelayanan (Rp)	Pendapatan (Rp)
2028	26.067	875	22.808.953
2029	27.689	875	24.227.670
2030	29.411	875	25.734.631
2031	31.240	875	27.335.325
2032	33.184	875	29.035.583

Tabel 4.1 menunjukkan pendapatan bandar udara Sultan Babulah - Ternate yang bersumber dari jasa pelayanan aeronautika selama periode 2012 sampai dengan 2032[19]. Peningkatan trafik penerbangan setiap tahun didapatkan dari jumlah pergerakan pesawat udara tahun sebelumnya dikalikan dengan presentase pertumbuhan pergerakan pesawat udara. Pendapatan bandar udara dalam satu tahun bersumber dari besaran tarif untuk setiap satu kali layanan adalah Rp. 875 sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor PM.6 Tahun 2009 [29], dikalikan dengan total pergerakan pesawat udara di bandar udara selama satu tahun. Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan bahwa pendapatan bandar udara mengalami peningkatan setiap tahunnya, dengan jumlah pendapatan selama 20 tahun kedepan adalah sebesar Rp. 29.035.583. Hal ini berbanding lurus dengan jumlah peningkatan pergerakan pesawat udara di bandar udara.

4.1.1.2 Pendapatan Jasa Pelayanan Aeronautika di Bandar Udara Kuabang - Kao

Bandar udara Kuabang – Kao merupakan salah satu bandar udara di wilayah maluku utara yang mengalami pertumbuhan setiap tahunnya, berdasarkan pembahasan pada Bab 3 memperlihatkan peningkatan trafik penerbangan di bandar udara Kuabang – Kao dengan jumlah pergerakan pesawat udara di tahun 2012 sebesar 271 penerbangan. Jumlah pergerakan pesawat ini mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya dengan jumlah pergerakan sebesar 255 pesawat udara

Dengan menggunakan presentase pertumbuhan pergerakan pesawat udara seperti disebutkan sebelumnya, maka didapatkan pendapatan bandar udara Kuabang – Kao setiap tahunnya seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.2

Tabel 4.2 Pendapatan bandar udara Kuabang - Kao

No	Trafik penerbangan / Tahun	Tarif per Pelayanan (Rp)	Pendapatan (Rp)
2012	271	875	236.936
2013	288	875	251.674
2014	306	875	267.328
2015	325	875	283.956
2016	345	875	301.618
2017	366	875	320.379
2018	389	875	340.306
2019	413	875	361.473
2020	439	875	383.957
2021	466	875	407.839
2022	495	875	433.206
2023	526	875	460.152
2024	559	875	488.773
2025	593	875	519.175
2026	630	875	551.468
2027	669	875	585.769
2028	711	875	622.204
2029	755	875	660.905
2030	802	875	702.013
2031	852	875	745.678
2032	905	875	792.060

Tabel 4.2 menunjukkan pendapatan bandar udara Kuabang - Kao yang bersumber dari jasa pelayanan aeronautika selama periode 2012 sampai dengan 2032[19]. Peningkatan trafik penerbangan setiap tahun didapatkan dari jumlah pergerakan pesawat udara tahun sebelumnya dikalikan dengan presentase pertumbuhan pergerakan pesawat udara. Pendapatan bandar udara dalam satu tahun bersumber dari besaran tarif untuk setiap satu kali layanan adalah Rp. 875 sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor PM.6 Tahun 2009[29], dikalikan dengan total pergerakan pesawat udara di bandar udara selama satu tahun. Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan bahwa pendapatan bandar udara mengalami peningkatan setiap tahunnya, dengan jumlah pendapatan selama 20 tahun kedepan adalah sebesar Rp. 792.060. Hal ini berbanding lurus dengan jumlah peningkatan pergerakan pesawat udara di bandar udara.

4.1.1.3 Bandar Udara Gamar Malamo - Galela

Dengan menggunakan presentase pertumbuhan pergerakan pesawat udara seperti disebutkan sebelumnya, maka didapatkan pendapatan bandar udara Gamar Malamo - Galela setiap tahunnya seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pendapatan bandar udara Gamar Malamo – Galela

No	Trafik Penerbangan / Tahun	Tarif per Pelayanan (Rp)	Pendapatan (Rp)
2012	370	875	323.813
2013	393	875	343.954
2014	418	875	365.348
2015	444	875	388.073
2016	471	875	412.211
2017	500	875	437.851
2018	532	875	465.085
2019	565	875	494.013
2020	600	875	524.741
2021	637	875	557.380
2022	677	875	592.049
2023	719	875	628.874
2024	763	875	667.990
2025	811	875	709.539
2026	861	875	753.672
2027	915	875	800.551
2028	972	875	850.345
2029	1.032	875	903.237
2030	1.096	875	959.418
2031	1.165	875	1.019.094
2032	1.237	875	1.082.481

Tabel 4.3 menunjukkan pendapatan bandar udara Gamar Malamo - Galela yang bersumber dari jasa pelayanan aeronautika selama periode 2012 sampai dengan 2032. Dalam tabel, peningkatan trafik penerbangan setiap tahun didapatkan dari jumlah pergerakan pesawat udara pada tahun sebelumnya dikalikan dengan presentase pertumbuhan pergerakan pesawat udara. Pendapatan bandar udara dalam satu tahun bersumber dari besaran tarif untuk setiap satu kali layanan adalah Rp. 875 sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor PM.6 Tahun 2009[29], dikalikan dengan total pergerakan pesawat udara di bandar udara selama satu tahun. Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan bahwa pendapatan bandar udara mengalami peningkatan setiap tahunnya, dengan

jumlah pendapatan selama 20 tahun kedepan adalah sebesar Rp. 1.082.481. Hal ini berbanding lurus dengan jumlah peningkatan pergerakan pesawat udara di bandar udara.

4.1.1.4 Bandar Udara Buli - Buli

Dengan menggunakan presentase pertumbuhan pergerakan pesawat udara seperti disebutkan sebelumnya, maka didapatkan pendapatan bandar udara Buli setiap tahunnya seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pendapatan bandar udara Buli - Buli

No	Trafik Penerbangan / Tahun	Tarif per Pelayanan (Rp)	Pendapatan (Rp)
2010	756	875	661.500
2012	853	875	746.350
2013	906	875	792.773
2014	962	875	842.083
2015	1.022	875	894.461
2016	1.086	875	950.096
2017	1.153	875	1.009.192
2018	1.225	875	1.071.964
2019	1.301	875	1.138.640
2020	1.382	875	1.209.464
2021	1.468	875	1.284.692
2022	1.560	875	1.364.600
2023	1.657	875	1.449.478
2024	1.760	875	1.539.636
2025	1.869	875	1.635.401
2026	1.985	875	1.737.123
2027	2.109	875	1.845.172
2028	2.240	875	1.959.942
2029	2.379	875	2.081.850
2030	2.527	875	2.211.341
2031	2.684	875	2.348.887
2032	2.851	875	2.494.988

Tabel 4.4 menunjukkan pendapatan bandar udara Buli - Buli yang bersumber dari jasa pelayanan aeronautika selama periode 2012 sampai dengan 2032[19]. Dalam tabel tersebut, peningkatan trafik penerbangan setiap tahun didapatkan dari jumlah pergerakan pesawat udara pada tahun sebelumnya dikalikan dengan presentase pertumbuhan pergerakan pesawat udara. Pendapatan

bandar udara dalam satu tahun bersumber dari besaran tarif untuk setiap satu kali layanan adalah Rp. 875 sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor PM.6 Tahun 2009[29], dikalikan dengan total pergerakan pesawat udara di bandar udara selama satu tahun. Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan bahwa pendapatan bandar udara mengalami peningkatan setiap tahunnya, dengan jumlah pendapatan selama 20 tahun kedepan adalah sebesar Rp. 2.494.988. Hal ini berbanding lurus dengan jumlah peningkatan pergerakan pesawat udara di bandar udara.

4.1.1.5 Bandar Udara Oesman Sadik - Labuha

Dengan menggunakan presentase pertumbuhan pergerakan pesawat udara seperti disebutkan sebelumnya, maka didapatkan pendapatan bandar udara Buli – Buli setiap tahunnya seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pendapatan bandar udara Oesman Sadik - Labuha

No	Trafik Penerbangan / Tahun	Tarif per Pelayanan (Rp)	Pendapatan (Rp)
2012	426	875	373.175
2013	453	875	396.386
2014	481	875	421.042
2015	511	875	447.230
2016	543	875	475.048
2017	577	875	504.596
2018	613	875	535.982
2019	651	875	569.320
2020	691	875	604.732
2021	734	875	642.346
2022	780	875	682.300
2023	828	875	724.739
2024	880	875	769.818
2025	935	875	817.701
2026	993	875	868.562
2027	1.054	875	922.586
2028	1.120	875	979.971
2029	1.190	875	1.040.925
2030	1.264	875	1.105.671
2031	1.342	875	1.174.443
2032	1.426	875	1.247.494

Tabel 4.5 menunjukkan pendapatan bandar udara Oesman Sadik – Labuha yang bersumber dari jasa pelayanan aeronautika selama periode 2012 sampai dengan 2032[19]. Dalam tabel tersebut, peningkatan trafik penerbangan setiap tahun didapatkan dari jumlah pergerakan pesawat udara pada tahun sebelumnya dikalikan dengan presentase pertumbuhan pergerakan pesawat udara. Pendapatan bandar udara dalam satu tahun bersumber dari besaran tarif untuk setiap satu kali layanan adalah Rp. 875 sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor PM.6 Tahun 2009[29], dikalikan dengan total pergerakan pesawat udara di bandar udara selama satu tahun. Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan bahwa pendapatan bandar udara mengalami peningkatan setiap tahunnya, dengan jumlah pendapatan selama 20 tahun kedepan adalah sebesar Rp. 1.247.494. Hal ini berbanding lurus dengan jumlah peningkatan pergerakan pesawat udara di bandar udara.

4.1.2 Kapasitas Penggunaan Sistem Komunikasi Penerbangan

Sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara mempunyai kapasitas untuk melayani penerbangan di bandar udara, hal tersebut berpengaruh terhadap pelayanan yang diberikan. Hingga saat ini Indonesia belum mempunyai standar yang mengatur tentang kapasitas frekuensi penerbangan terhadap fasilitas atau sistem yang digunakan untuk melayani komunikasi penerbangan antar bandar udara.

Dalam penelitian ini, kapasitas sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara ditentukan dengan menghitung batas minimum, rata-rata dan batas maksimum frekuensi penerbangan dari sistem komunikasi yang sudah digunakan di bandar-bandar udara seperti pada tabel 4.6, 4.7 dan 4.8. Batasan frekuensi ini akan dijadikan masukan sebagai batasan dalam penggunaan sistem komunikasi penerbangan.

4.1.2.1 Kapasitas penggunaan radio HF terhadap trafik penerbangan

Dari data trafik bandar udara yang menggunakan Radio HF diperoleh kapasitas penggunaan sistem komunikasi penerbangan Radio HF sebagai parameter untuk perhitungan NPV (*Net Present Value*).

Tabel 4.6 Kapasitas penggunaan Radio HF

Jenis Fasilitas	Jumlah Bandar Udara	Frekuensi Penerbangan Bandara / Tahun		
		Minimum	Maksimum	Rata-rata
Radio HF	63	21	5.509	889

Parameter yang dihasilkan untuk penggunaan sistem ini didapatkan dari perhitungan jumlah rata-rata dan jumlah maksimum frekuensi penerbangan. Untuk lebih detailnya lihat di Lampiran 6.

Jumlah frekuensi penerbangan maksimum dari penggunaan Radio HF adalah 5.509 dan ini menjadi parameter penggunaan sistem komunikasi Radio HF.

4.1.2.2 Kapasitas penggunaan HF Data terhadap trafik penerbangan

Dari data trafik bandar udara yang menggunakan HF Data diperoleh kapasitas penggunaan sistem komunikasi penerbangan HF Data sebagai parameter untuk perhitungan NPV (*Net Present Value*).

Tabel 4.7 Kapasitas penggunaan HF Data

Jenis Fasilitas	Jumlah Bandar Udara	Frekuensi Penerbangan Bandara / Tahun		
		Minimum	Maksimum	Rata-rata
HF Data	17	232	9.640	2.842

Parameter yang dihasilkan untuk penggunaan sistem ini didapatkan dari perhitungan jumlah rata-rata dan jumlah maksimum frekuensi penerbangan. Untuk lebih detailnya lihat di Lampiran 7.

Jumlah frekuensi penerbangan maksimum dari penggunaan HF Data adalah sebesar 9.640 dan ini menjadi parameter penggunaan sistem komunikasi HF Data.

4.1.2.3 Kapasitas penggunaan VSAT terhadap trafik penerbangan

Dari data trafik bandar udara yang menggunakan HF Data diperoleh kapasitas penggunaan sistem komunikasi penerbangan HF Data sebagai parameter untuk perhitungan NPV (*Net Present Value*).

Tabel 4.8 Kapasitas penggunaan sistem komunikasi VSAT

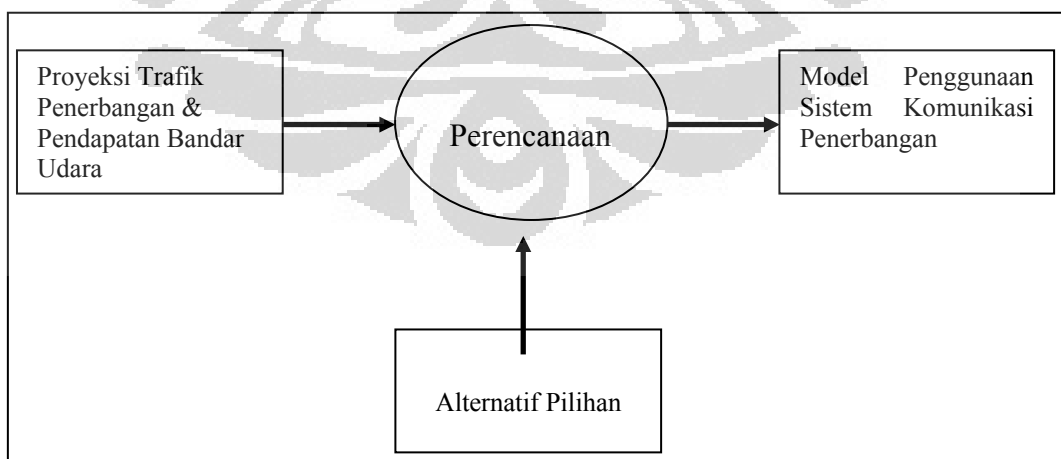
Jenis Fasilitas	Jumlah Bandar Udara	Frekuensi Penerbangan Bandara / Tahun		
		Minimum	Maksimum	Rata-rata
VSAT	35	2.480	281.615	31.223

Parameter yang dihasilkan untuk penggunaan sistem ini didapatkan dari perhitungan jumlah rata-rata dan jumlah maksimum frekuensi penerbangan. Untuk lebih detailnya lihat di Lampiran 8.

Jumlah frekuensi penerbangan maksimum dari penggunaan VSAT adalah sebesar 281.615 dan ini menjadi parameter penggunaan sistem komunikasi HF Data.

4.1.3 Alternatif Pilihan Penggunaan Sistem Komunikasi Penerbangan

Pada sub-bab ini akan dijelaskan berbagai alternatif yang digunakan untuk memilih sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara. Beberapa alternatif yang dipilih dalam investasi sistem komunikasi penerbangan secara garis besar terdapat tiga alternatif investasi sistem komunikasi penerbangan, yaitu pemilihan investasi untuk sistem Radio HF, HF Data dan VSAT. Alternatif ini diperoleh berdasarkan proyeksi trafik penerbangan dan kapasitas penggunaan sistem komunikasi penerbangan. Untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Alur perencanaan penggunaan sistem komunikasi penerbangan

Gambar 4.1 menunjukkan sebuah alur perencanaan untuk menentukan penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara. Dalam perencanaannya, diperlukan masukan data yang bersumber dari proyeksi pertumbuhan trafik penerbangan dan pendapatan jasa pelayanan aeronautika. Masukan data tersebut akan menghasilkan alternatif pilihan, yang selanjutnya dilakukan proses perencanaan sehingga terbentuk sebuah model penggunaan sistem komunikasi penerbangan seperti ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Model penggunaan sistem komunikasi penerbangan

BANDAR UDARA	ALTERNATIF 1			ALTERNATIF 2			ALTERNATIF 3		
	RADIO HF	HF DATA	VSAT	RADIO HF	HF DATA	VSAT	RADIO HF	HF DATA	VSAT
Sultan Babullah Ternate			X						
Kuabang Kao	X				X				X
Gamar Malamo Galela	X	X			X				X
Buli	X	X	X		X				X
Oesman Sadik Labuha	X	X			X				X

Tabel 4.9 menunjukkan sebuah model dari pemilihan penggunaan sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Sultan Babullah - Ternate, Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Galela, Buli – Buli dan Oesman Sadik – Labuha, yang diperoleh dari proyeksi trafik penerbangan dan kapasitas penggunaan sistem komunikasi penerbangan. Model ini digunakan sebagai alternatif pilihan penggunaan sistem komunikasi penerbangan. Warna kuning dalam tabel menunjukkan berapa kali investasi yang dilakukan dalam sebuah pilihan alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara.

4.1.3.1 Alternatif pilihan di bandar udara Sultan Babullah - Ternate

Bandar udara Sultan Babullah - Ternate merupakan bandar udara terbesar di wilayah Maluku Utara dan merupakan bandar udara dengan jumlah trafik penerbangan terbanyak. Dalam pemilihan alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara, alternatif yang ada adalah penggunaan VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan.

Tabel 4.10 Alternatif pilihan sistem komunikasi penerbangan bandar udara Sultan Babullah - Ternate

BANDAR UDARA SULTAN BABULLAH - TERNATE
ALTERNATIF
Pada tahun pertama menggunakan VSAT

Tabel 4.10 menunjukkan alternatif di bandar udara Sultan Babullah – Ternate untuk penggunaan sistem komunikasi penerbangan. Pemilihan alternatif ini berdasarkan jumlah peningkatan trafik penerbangan di bandar udara Sultan Babullah – Ternate. Dengan kapasitas minimum penggunaan VSAT adalah 2.480 trafik penerbangan, sedangkan pada tahun 2012 jumlah trafik penerbangan di bandar udara Sultan Babullah – Ternate adalah 9.927 trafik penerbangan, sehingga alternatif yang ada adalah dengan penggunaan VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara.

4.1.3.2 Alternatif pilihan di bandar udara Kuabang - Kao

Dalam pemilihan alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Kuabang - Kao, alternatif yang ada adalah penggunaan Radio HF, HF Data atau VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan, untuk lebih jelasnya lihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Alternatif pemilihan sistem komunikasi penerbangan bandar udara
Kuabang – Kao

BANDAR UDARA KUABANG - KAO		
ALTERNATIF 1	ALTERNATIF 2	ALTERNATIF 3
Pada tahun pertama menggunakan Radio HF	Pada tahun pertama menggunakan HF Data	Pada tahun pertama menggunakan VSAT

Tabel 4.11 menunjukkan tiga alternatif yang akan digunakan untuk menentukan penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara di bandar udara Kuabang - Kao. Pemilihan alternatif ini berdasarkan jumlah peningkatan trafik penerbangan di bandar udara Kuabang – Kao.

Dengan pertumbuhan sebesar 6,22 % setiap tahunnya, dasar dari pemilihan ketiga alternatif tersebut adalah sebagai berikut :

a. Alternatif satu

Dalam alternatif satu adalah penggunaan Radio HF berdasarkan trafik penerbangan di bandar udara. Trafik penerbangan pada tahun 2012 adalah sebanyak 217 penerbangan dalam satu tahun, dimana dengan jumlah trafik tersebut berada dalam kapasitas penggunaan Radio HF.

b. Alternatif dua

Dalam alternatif dua adalah penggunaan HF Data ada karena mengacu berdasarkan pertumbuhan trafik penerbangan di bandar udara setiap tahunnya sebesar 6,22%, hal ini menjadi sebuah tindakan antisipasi terhadap peningkatan jumlah trafik penerbangan.

c. Alternatif tiga

Alternatif ketiga adalah menggunakan VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandara udara. Alternatif ketiga ada dikarenakan sistem dari komunikasi yang digunakan adalah sistem komunikasi data dengan menggunakan media satelit, dimana dalam sistem komunikasi ini tidak bergantung pada kondisi lapisan ionosfer.

4.1.3.3 Alternatif Pilihan di bandar udara Gamar Malamo - Galela

Dalam pemilihan alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Gamar Malamo - Galela, alternatif yang ada adalah penggunaan HF SSB, HF Data atau VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan, untuk lebih jelasnya lihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 menunjukkan tiga alternatif yang akan digunakan untuk menentukan penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara yang optimal di bandar udara Gamar Malamo - Galela. Pemilihan alternatif ini berdasarkan jumlah peningkatan trafik penerbangan di bandar udara Gamar Malamo – Galela.

Tabel 4.12 Alternatif pemilihan sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Gamar Malamo - Galela

BANDAR UDARA GAMAR MALAMO – GALELA		
ALTERNATIF 1	ALTERNATIF 2	ALTERNATIF 3
Tahun pertama menggunakan Radio HF dan ganti HF Data 16 tahun yang akan datang	Pada tahun pertama menggunakan HF Data	Pada tahun pertama menggunakan VSAT

Jumlah trafik penerbangan di bandar udara pada tahun ini adalah sebanyak 370 penerbangan, dengan pertumbuhan sebesar 6,22 % setiap tahunnya. Dasar dari pemilihan ketiga alternatif tersebut adalah sebagai berikut :

a. Alternatif satu

Dalam alternatif satu adalah penggunaan Radio HF mulai tahun sekarang dan enam belas tahun kemudian akan diganti menggunakan HF Data. Alternatif penggunaan sistem komunikasi ini berdasarkan trafik penerbangan di bandar udara, dimana pada tahun pertama sampai dengan ke lima belas jumlah trafik penerbangan masih dalam parameter penggunaan HF Voice sedangkan di tahun keenam belas jumlah trafik penerbangan masuk dalam parameter penggunaan sistem komunikasi berada dalam HF Data.

b. Alternatif dua

Dalam alternatif dua adalah dengan jumlah trafik penerbangan yang sama pada alternatif satu, pada alternatif kedua penggunaan HF Data sejak tahun

pertama dengan menghilangkan penggunaan HF Radio. Alternatif ini muncul sebagai antisipasi dari pertumbuhan trafik penerbangan sebesar 6,22 % setiap tahunnya.

c. Alternatif tiga

Alternatif ketiga adalah menggunakan VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandara udara. Alternatif ketiga ada dikarenakan sistem dari komunikasi yang digunakan adalah sistem komunikasi data dengan menggunakan media satelit, dimana dalam sistem komunikasi ini tidak bergantung pada kondisi lapisan ionosfer

4.1.3.4 Alternatif Pilihan di bandar udara Buli - Buli

Dalam pemilihan alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Buli - Buli, alternatif yang ada adalah penggunaan HF SSB, HF Data atau VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan, untuk lebih jelasnya lihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Alternatif pemilihan sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Buli - Buli

BANDAR UDARA BULI		
ALTERNATIF 1	ALTERNATIF 2	ALTERNATIF 3
Tahun pertama menggunakan Radio HF dan di tahun ke 2 diganti menggunakan HF Data dan pada 28 tahun mendatang diganti menggunakan VSAT	Dari tahun pertama menggunakan HF Data	Dari Tahun Pertama menggunakan VSAT

Tabel 4.13 menunjukkan tiga alternatif yang akan digunakan untuk menentukan penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara di bandar udara Buli. Pemilihan alternatif ini berdasarkan jumlah peningkatan trafik penerbangan di bandar udara Buli, dimana jumlah trafik penerbangan di bandar udara pada tahun ini adalah sebanyak 906 penerbangan dengan pertumbuhan sebesar 6,22 % setiap tahunnya. Dasar dari pemilihan ketiga alternatif tersebut adalah sebagai berikut :

a. Alternatif satu

Dalam alternatif satu adalah penggunaan Radio HF mulai tahun sekarang, penggantian HF Data pada satu tahun yang akan datang dan penggantian kembali menggunakan VSAT pada 27 tahun yang akan datang. Alternatif penggunaan sistem komunikasi ini berdasarkan trafik penerbangan di bandar udara, dimana pada tahun pertama sampai dengan tahun kedua jumlah trafik penerbangan masih dalam parameter penggunaan Radio HF sedangkan di tahun ketiga jumlah trafik penerbangan masuk parameter penggunaan sistem komunikasi berada dalam HF Data dan pada 27 tahun mendatang masuk dalam parameter penggunaan VSAT.

b. Alternatif dua

Dalam alternatif dua adalah dengan jumlah trafik penerbangan yang sama pada alternatif satu, pada alternatif kedua penggunaan HF Data sejak tahun pertama dengan menghilangkan alternatif penggunaan Radio HF sebagai sistem komunikasi penerbangan.

c. Alternatif tiga

Dalam alternatif ketiga adalah dengan jumlah trafik penerbangan yang sama pada alternatif satu, pada alternatif ketiga penggunaan VSAT sejak tahun pertama dengan menghilangkan alternatif penggunaan Radio HF dan HF Data. Namun dalam penggunaan sistem komunikasi ini membutuhkan biaya investasi yang besar.

4.1.3.5 Alternatif Pilihan di bandar udara Oesman Sadik - Labuha

Dalam pemilihan alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Oesman Sadik - Labuha, alternatif yang ada adalah penggunaan HF SSB, HF Data atau VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan, untuk lebih jelasnya lihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Alternatif pemilihan sistem komunikasi penerbangan di bandar udara
Oesman Sadik - Labuha

BANDAR UDARA OESMAN SADIK - LABUHA		
ALTERNATIF 1	ALTERNATIF 2	ALTERNATIF 3
Tahun pertama menggunakan Radio HF, akan diganti menggunakan HF Data pada 14 tahun akan datang	Tahun pertama menggunakan HF Data	Tahun pertama menggunakan VSAT

Tabel 3.19 menunjukkan tiga alternatif yang akan digunakan untuk menentukan penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara di bandar udara Oesman Sadik - Labuha. Pemilihan alternatif ini berdasarkan jumlah peningkatan trafik penerbangan di bandar udara Oesman Sadik - Labuha, dimana jumlah trafik penerbangan di bandar udara pada tahun ini adalah sebanyak 426 penerbangan dan pertumbuhan sebesar 6,22 % setiap tahunnya. Dasar dari pemilihan ketiga alternatif tersebut adalah sebagai berikut :

a. Alternatif satu

Dalam alternatif satu adalah penggunaan Radio HF mulai tahun sekarang sampai dengan tahun ke tiga belas dan pada tahun keempat belas akan diganti menggunakan HF Data. Alternatif penggunaan sistem komunikasi ini berdasarkan trafik penerbangan di bandar udara, dimana pada tahun pertama sampai dengan tahun ketiga belas jumlah trafik penerbangan masih dalam parameter penggunaan HF Voice sedangkan di tahun keempat belas jumlah trafik penerbangan masuk parameter penggunaan sistem komunikasi berada dalam HF Data.

b. Alternatif dua

Dalam alternatif dua adalah dengan jumlah trafik penerbangan yang sama pada alternatif satu, pada alternatif kedua penggunaan HF Data sejak tahun pertama dengan menghilangkan penggunaan Radio HF. Hal ini sebagai antisipasi peningkatan trafik penerbangan di bandar udara Gamar Malamo – Galela.

c. Alternatif tiga

Dalam alternatif ketiga adalah dengan jumlah trafik penerbangan yang sama pada alternatif satu, pada alternatif ketiga penggunaan VSAT sejak tahun

pertama dengan menghilangkan alternatif penggunaan Radio HF dan HF Data. Namun dalam penggunaan sistem komunikasi ini membutuhkan biaya investasi yang besar.

4.2 Analisis Data

Pendapatan bandar udara yang dihasilkan dari jasa pelayanan aeronautika dan biaya yang dikeluarkan untuk investasi fasilitas komunikasi penerbangan antar bandar udara tidaklah cukup untuk menilai tingkat profitabilitas investasi sebuah sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara. Salah satu *tools* yang akan digunakan untuk analisis penggunaan sistem komunikasi penerbangan adalah dengan *Net Present Value* (NPV). NPV merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa mendatang yang didiskontokan pada saat ini dengan menghitung selisih antara *Present Value* dari investasi dengan nilai sekarang dari penerimaan kas bersih di masa yang akan datang[32].

Dalam pemilihan alternatif dari beberapa alternatif yang ada, dilakukan dengan cara memilih alternatif dengan NPV paling besar.

4.2.1 NPV Pilihan Alternatif di Bandar Udara Sultan Babullah - Ternate

Pilihan Alternatif di bandar udara Sultan Babullah – Ternate hanya memiliki satu alternatif yaitu penggunaan VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara. Pilihan alternatif ini akan dilakukan perhitungan NPV dengan beberapa parameter yaitu biaya investasi VSAT, jumlah trafik penerbangan di bandar udara Sultan Babullah – Ternate, pendapatan pelayanan jasa aeronautika bandar udara Sultan Babullah – Ternate, biaya operasi dan perawatan peralatan, tingkat suku bunga saat ini, dan usia penggunaan sistem komunikasi penerbangan.

Tabel 4.15 NPV pilihan alternatif di bandar udara Sultan Babullah - Ternate

BANDAR UDARA KUABANG - KAO	ALTERNATIF
	Pada tahun pertama menggunakan VSAT
NPV	Rp. (830.801.105)

Tabel 4.15 menunjukkan hasil perhitungan pada alternatif penggunaan VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan di bandar udara Sultan Babullah – Ternate. Dari hasil perhitungan didapatkan NPV sebesar Rp. -2.527.084.278, perhitungan lebih rinci terdapat di Lampiran 9.

4.2.2 NPV Pilihan Alternatif di Bandar Udara Kuabang - Kao

Pemilihan alternatif di bandar udara Kuabang - Kao memiliki tiga alternatif yang berbeda. Cara untuk memilih satu alternatif dari beberapa alternatif melalui perhitungan NPV masing-masing alternatif dengan beberapa parameter yaitu biaya investasi VSAT, jumlah trafik penerbangan di bandar udara Kuabang - Kao, pendapatan pelayanan jasa aeronautika bandar udara Kuabang - Kao, biaya operasi dan perawatan peralatan, tingkat suku bunga saat ini, dan usia penggunaan sistem komunikasi penerbangan

Dari beberapa alternatif yang telah disebutkan dalam sub-bab sebelumnya, didapatkan NPV seperti pada Tabel 4.16

Tabel 4.16 NPV alternatif pilihan di bandar udara Kuabang – Kao

BANDAR UDARA KUABANG - KAO	ALTERNATIF 1	ALTERNATIF 2	ALTERNATIF 3
	Pada tahun pertama menggunakan Radio HF	Pada tahun pertama menggunakan HF Data	Pada tahun pertama menggunakan VSAT
NPV	Rp. (830.801.105)	Rp. (1.510.801.105)	Rp. (2.210.801.105)

Tabel 4.16 menunjukkan hasil perhitungan NPV dari alternatif pilihan di bandar udara Kuabang – Kao. Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai NPV paling besar adalah pada alternatif pertama, yaitu penggunaan HF SSB sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara mulai tahun 2012 sebesar Rp. - 830.801.105, hasil perhitungan terdapat di Lampiran 10.

4.2.3 NPV Pilihan Alternatif di Bandar Udara Gamar Malamo - Galela

Pemilihan alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara di bandar udara Gamar Malamo - Galela memiliki tiga alternatif yang berbeda. Cara untuk memilih satu alternatif dari beberapa alternatif melalui

perhitungan NPV masing-masing alternatif dengan beberapa parameter yaitu biaya investasi VSAT, jumlah trafik penerbangan di bandar udara Gamar Malamo - Galela, pendapatan pelayanan jasa aeronautika bandar udara Gamar Malamo - Galela, biaya operasi dan perawatan peralatan, tingkat suku bunga saat ini, dan usia penggunaan sistem komunikasi penerbangan.

Dari beberapa alternatif yang telah disebutkan dalam sub-bab sebelumnya, didapatkan NPV seperti pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 NPV alternatif pilihan di bandar udara Gamar Malamo – Galela

	ALTERNATIF 1	ALTERNATIF 2	ALTERNATIF 3
BANDAR UDARA GAMAR MALAMO - GALELA	Tahun pertama menggunakan Radio HF dan ganti HF Data 16 tahun yang akan datang	Pada tahun pertama menggunakan HF Data	Pada tahun pertama menggunakan VSAT
NPV	Rp. (872.370.428)	Rp. (1.228.138.617)	Rp. (1.928.138.617)

Tabel 4.17 menunjukkan hasil perhitungan NPV dari alternatif pilihan di bandar udara Gamar Malamo - Galela. Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai NPV paling besar adalah pada alternatif pertama yaitu penggunaan Radio SSB mulai tahun pertama, kemudian pada lima belas tahun yang akan datang diganti menggunakan HF Data sebesar Rp. -872.370.428, hasil perhitungan terdapat di Lampiran 11.

4.2.4 NPV Pilihan Alternatif di Bandar Udara Buli - Buli

Pemilihan alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara di bandar udara Buli memiliki tiga alternatif yang berbeda. Cara untuk memilih satu alternatif dari beberapa alternatif melalui perhitungan NPV masing-masing alternatif dengan beberapa parameter, yaitu biaya investasi VSAT, jumlah trafik penerbangan di bandar udara Buli - Buli, pendapatan pelayanan jasa aeronautika bandar udara Buli, biaya operasi dan perawatan peralatan, tingkat suku bunga saat ini, dan usia penggunaan sistem komunikasi penerbangan.

Dari beberapa alternatif yang telah disebutkan dalam Sub Bab sebelumnya, didapatkan NPV seperti pada tabel 4.18.

Tabel 4.18 NPV alternatif pilihan di bandar udara Buli – Buli

BANDAR UDARA BULI – BULI	ALTERNATIF 1	ALTERNATIF 2	ALTERNATIF 3
	Tahun pertama menggunakan Radio HF dan di tahun ke 2 diganti menggunakan HF Data dan pada 28 tahun mendatang diganti menggunakan VSAT	Pada tahun pertama menggunakan HF Data	Pada tahun pertama menggunakan VSAT
NPV	Rp. (1.437.878.276)	Rp. (945.986.814)	Rp. (1.645.986.814)

Tabel 4.18 menunjukkan hasil perhitungan NPV dari alternatif pilihan di bandar udara Buli - Buli. Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai NPV paling besar adalah pada alternatif kedua yaitu menggunakan HF Data pada tahun pertama sebesar Rp. -945.986.814, hasil perhitungan terdapat di Lampiran 12.

4.2.5 NPV Pilihan Alternatif di Bandar Udara Oesman Sadik - Labuha

Pemilihan alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara di bandar udara Oesman Sadik - Labuha memiliki tiga alternatif yang berbeda. Cara untuk memilih satu alternatif dari beberapa alternatif melalui perhitungan NPV masing-masing alternatif dengan beberapa parameter yaitu biaya investasi VSAT, jumlah trafik penerbangan di bandar udara Oesman Sadik - Labuha, pendapatan pelayanan jasa aeronautika bandar udara Oesman Sadik - Labuha, biaya operasi dan perawatan peralatan, tingkat suku bunga saat ini, dan usia penggunaan sistem komunikasi penerbangan

Dari beberapa alternatif yang telah disebutkan dalam Sub-Bab sebelumnya, didapatkan NPV seperti pada tabel 4.19

Tabel 4.19 NPV alternatif pilihan di bandar udara Oesman Sadik – Labuha

BANDAR UDARA OESMAN SADIK – LABUHA	ALTERNATIF 1	ALTERNATIF 2	ALTERNATIF 3
	Tahun pertama menggunakan Radio HF, akan diganti menggunakan HF Data pada 14 tahun akan datang	Pada tahun pertama menggunakan HF Data	Pada tahun pertama menggunakan VSAT
NPV	Rp. (653.290.611)	Rp. (953.359.466)	Rp. (1.653.359.466)

Tabel 4.19 menunjukkan hasil perhitungan NPV dari alternatif pilihan penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara di bandar udara Oesman Sadik - Labuha. Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai NPV paling besar adalah pada alternatif pertama yaitu menggunakan HF Radio pada tahun pertama dan akan diganti menggunakan HF Data pada 14 tahun akan datang sebesar Rp. - 653290611, hasil perhitungan terdapat di Lampiran 13.

4.3 Pemilihan Alternatif

Setelah dilakukan pengolahan dan analisis data terhadap beberapa alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara, akan dilakukan pemilihan alternatif terbaik dari beberapa alternatif yang ada.

Hasil pemilihan alternatif adalah sebagai berikut

- a. Bandar udara Sultan Babullah di Ternate, dipilih alternatif 1 yaitu menggunakan VSAT sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara. Dari perhitungan didapatkan nilai NPV sebesar Rp. – 2.527.084.278.
- b. Bandar udara Kuabang di Kao , dipilih alternatif 1 yaitu menggunakan Radio HF (*high frequency*) sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara. Dari perhitungan didapatkan nilai NPV adalah sebesar Rp. – 830.801.105
- c. Bandar udara Gamar Malamo di Galela, dipilih alternatif 1 yaitu menggunakan Radio HF (*high frequency*) sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara pada saat ini dan akan akan diganti menggunakan sistem HF Data pada empat belas tahun yang akan datang. Dari perhitungan didapatkan nilai NPV paling tinggi adalah sebesar Rp. - 872.370.428
- d. Bandar udara Buli di Buli, dipilih alternatif 2 yaitu menggunakan HF (*high frequency*) Data sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara pada saat ini. Dari perhitungan didapatkan nilai NPV paling tinggi adalah sebesar Rp. – 945.986.814.
- e. Bandar udara Oesman Sadik di Labuha, dipilih alternatif 1 yaitu menggunakan Radio HF (*high frequency*) sebagai sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara pada saat ini dan akan akan diganti

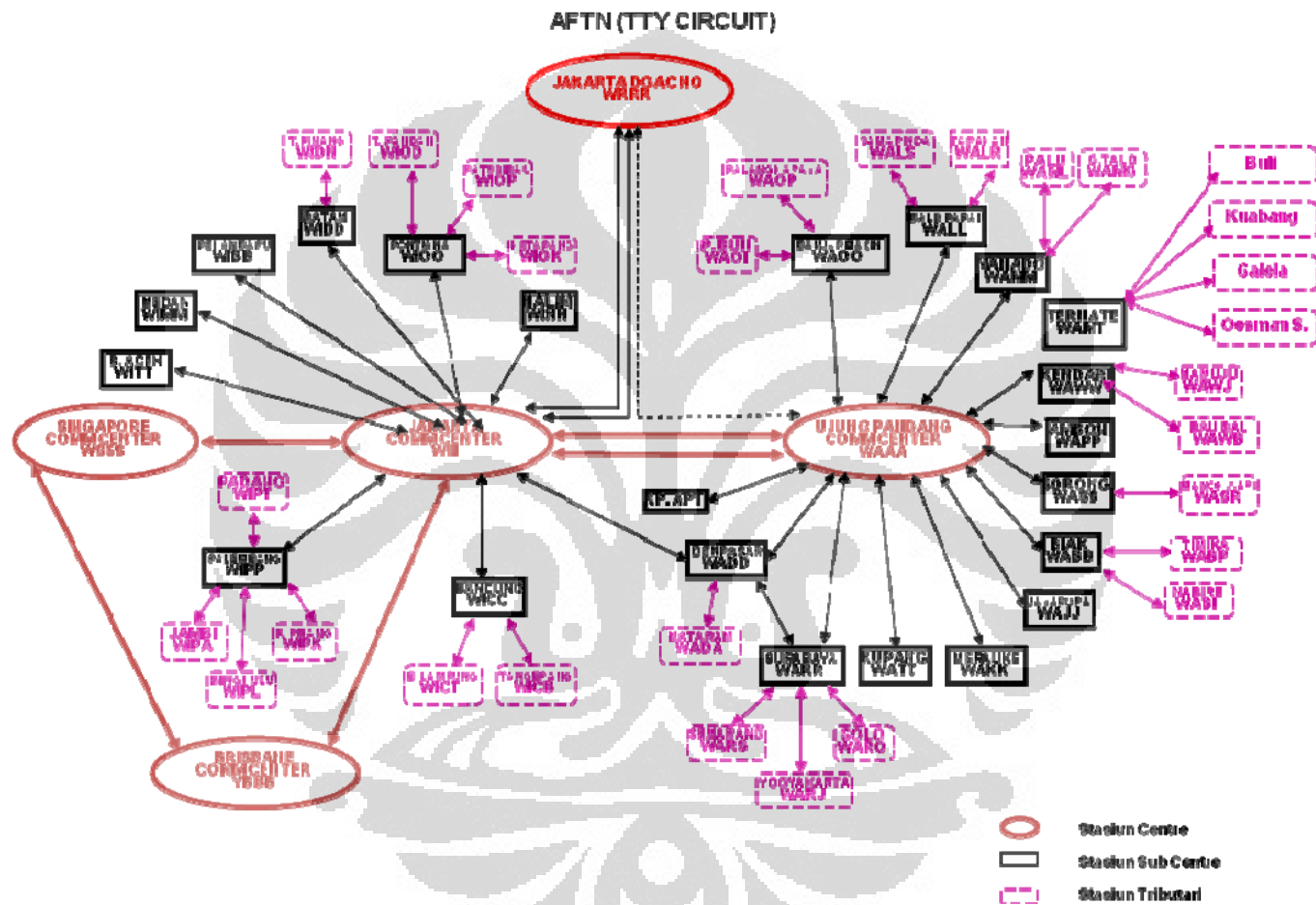
menggunakan sistem HF Data pada sepuluh tahun yang akan datang. Dari perhitungan didapatkan nilai NPV paling tinggi adalah sebesar Rp. – 653.290.611.

Tabel 4.20 Pemilihan alternatif sistem komunikasi penerbangan

BANDAR UDARA	ALTERNATIF PILIHAN		
	RADIO HF	HF DATA	VSAT
Sultan Babullah - Ternate			2012
Kuabang - Kao	2012		
Gamar Malamo - Galela	2012	2026	
Buli – Buli		2012	
Oesman Sadik - Labuha	2012	2023	

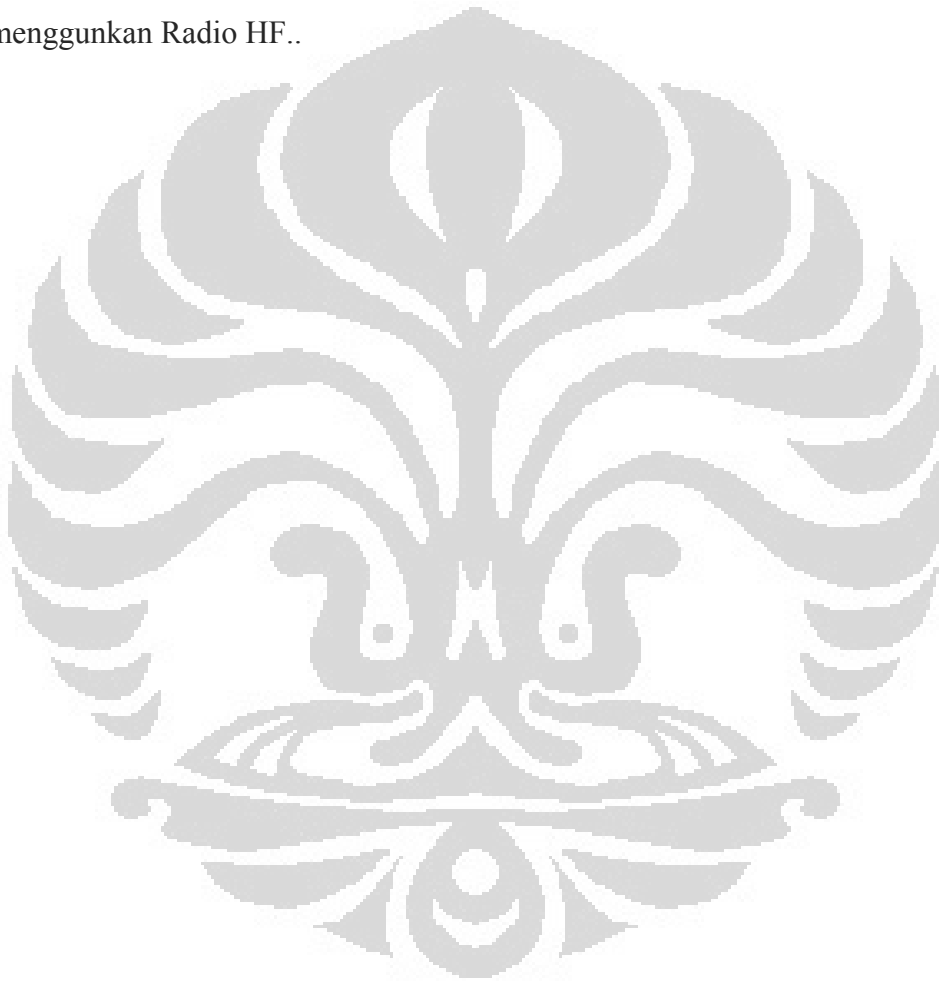
Tabel 4.5 menunjukkan pemilihan alternatif penggunaan sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara. Pemilihan alternatif ini berdasarkan nilai NPV paling besar.

Dari penelitian yang dilakukan, hasilnya akan dipetakan dalam jaringan komunikasi penerbangan, sehingga tampak seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Jaringan komunikasi penerbangan baru

Gambar 4. menunjukkan jaringan komunikasi penerbangan baru berdasarkan hasil analisis, dimana stasiun *tributary* Ternate berubah menjadi stasiun *sub centre* yang membawahi empat *tributary* yaitu bandar udara Buli – Buli dengan menggunakan HF Data, bandar udara Kuabang – Kao dengan menggunakan Radio HF, bandar udara Gamar Malamo - Galela dengan menggunakan Radio HF dan bandar udara Oesman Sadik – Labuha dengan menggunakan Radio HF..



BAB 5

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini terdapat beberapa poin yang dapat diambil sebagai kesimpulan, yaitu :

1. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah bandar udara Sultan Babullah – Ternate menjadi stasiun *sub centre* dengan menggunakan sistem komunikasi VSAT, bandar udara Buli – Buli menjadi stasiun *tributary* dengan menggunakan sistem komunikasi HF Data, sedangkan bandar udara bandar udara Kuabang - Kao, Gamar Malamo - Galela, Oesman Sadik - Labuha menjadi stasiun *tributary* dengan menggunakan sistem komunikasi Radio HF.
2. Secara umum sistem komunikasi penerbangan antar bandar udara yang paling baik digunakan adalah VSAT, namun karena pertimbangan biaya investasi maka diperlukan sebuah penelitian untuk memilih sistem komunikasi yang paling optimal dari beberapa alternatif teknologi yang ada.

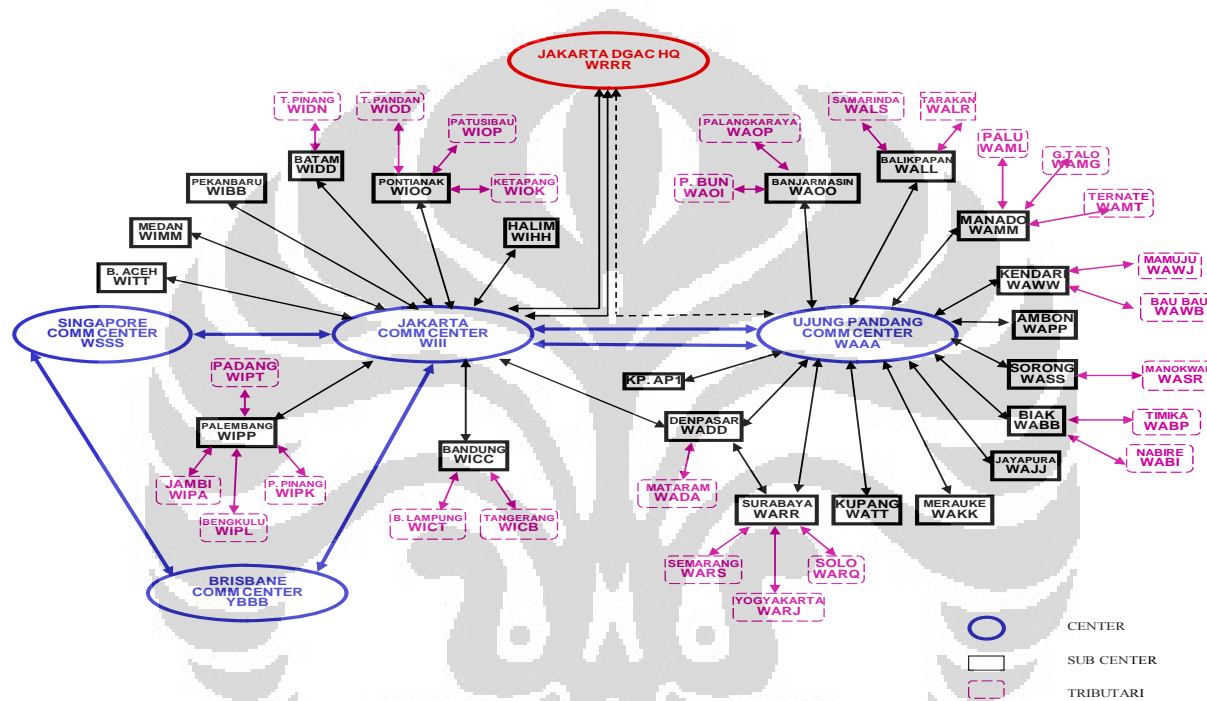
DAFTAR REFERENSI

- [1] “_____” Undang-undang nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan
- [2] “_____” Annex 10 Volume 2, Aeronautical Telecommunication, Chapter 4 Aeronautical Fixed Telecommunication Network, Sixth Edition, 2001.
- [3] “_____” Info Bandar Udara, diakses di http://hubud.dephub.go.id/?id+infobandara+detail+info_umum+cari pada Maret 2012.
- [4] “_____” Hasil Riset Prediksi Frekuensi dan Parameter Komunikasi Radio, Lembaga Antariksa dan Penerbangan Negara, di akses di <http://iontelkom.dirgantara-lapan.or.id/?q=category/prediksi-frekuensi-dan-parameter-komunikasi-radio-untuk-daerah/terdate>, pada Februari 2012.
- [5] “_____” Statistik Perhubungan Tahun 2010, diakses di http://118.97.61.233/pusdatin/index.php?option=com_content&task=view&id=69&Itemid=94 pada 29 Mei 2012
- [6] “_____” AFTN Terminal User Manual, Flight ATM system Ltd, 2009
- [7] “_____” Prosiding Workshop Komunikasi Radio, Lembaga Antariksa dan Penerbangan Negara, 2007
- [8] “_____” Jaringan Komunikasi Penerbangan, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2011
- [9] “_____” Modul Rating High Frequency Single Side Band (HF SSB), Direktorat Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan - Ditjen Hubud
- [9] “_____” Pedoman Teknis Pengadaan dan Pemasangan Teleprinter 1 (satu) Unit di bandar udara Syukuran Aminuddin – Luwuk, Direktorat Navigasi Penerbangan, 2011
- [10] Jlyo, Sri Suhartini, Varuliantor Dear, Manajemen Frekuensi dan Evaluasi Kanal HF Sebagai langkah Adaptasi Terhadap Perubahan Kondisi Lapisan Ionosfer, Berita Dirgantara Volume 12 Nomor 3, diakses di http://www.perpustakaan.lapan.go.id/jurnal/index.php/berita_dirgantara/article/viewFile/1658/1496 , pada April 2012

- [11] Ednofri, Sri Suhartini, Variasi Lapisan E dan F Ionosfer di Atas Kototabang, Jurnal Sains Dirgantara Volume 6 Nomor 1, diakses di http://www.perpustakaan.lapan.go.id/jurnal/index.php/jurnal_sains/article/viewFile/330/284, pada April 2012
- [12] “_____” Pedoman Teknis Pengadaan dan Pemasangan Aeronautical Fixed Telecommunication Network Point to Point, Direktorat Navigasi Penerbangan, 2011
- [13] Dr. Surya Siregar, DEA, Peran Satelit Komunikasi, Fakultas MIPA Institusi Teknologi Bandung, Studim Generale, 2009, diakses di http://personal.fmipa.itb.ac.id/suryadi/files/2010/11/satelit-komunikasi-orasi-ilmiah_denpasar30oktober2010.pdf pada 25 April 2012.
- [14] “_____” Automatic Message Swithing Centre, Modul, Direktorat Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan
- [15] William G. Sullivan, ElinnM. Wicks, James T. Luxhoj, Engineering Economic, thiteenth edition, 2006
- [16] “_____” Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 25 tahun 2009 tentang Pelayanan Publik
- [17] Sofie Verbuge, koen Casier, Juan Van Ooteghem, Bart Lannoo, White Paper Practical steps in tecno-economic evaluation of network deployment planning, 2009 diakses di http://ibcn.intec.ugent.be/te/Whitepapers/IBCN_TE_WhitePaper_200911.pdf pada 29 April 2012
- [18] “_____” SKEP 157/X/2003 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Pelaporan Peralatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan
- [19] “_____” Statistik Perhubungan Tahun 2010, diakses di http://118.97.61.233/pusdatin/index.php?option=com_content&task=view&id=69&Itemid=94
- [20] Dadang Nurmali & Siti Suhartini, Komunikasi Data Digital Menggunakan Gelombang Radio HF, Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Antartika, LAPAN diakses di <http://jurnal.lapan.go.id/index.php/beritadirgantara/article/view/705/623> pada 3 Maret 2012

- [21] “_____” Hasil Riset Prediksi Frekuensi dan Parameter Komunikasi Radio, Lembaga Antariksa dan Penerbangan Negara, di akses di <http://iontelkom.dirgantara-lapan.or.id/?q=category/prediksi-frekuensi-dan-parameter-komunikasi-radio-untuk-daerah/ternate>, pada Februari 2012
- [22] “_____” Daftar Isian Perencanaan Anggaran Satuan Kerja Direktorat Navigasi Penerbangan tahun 2011.
- [23] “_____” RKAKL Satuan Kerja Bandar Udara Kuabang Kao tahun 2012
- [24] “_____” RKAKL Satuan Kerja Bandar Udara Gamar Malamo – Galele tahun 2012
- [25] “_____” RKAKL Satuan Kerja Bandar Udara Buli tahun 2012
- [26] “_____” RKAKL Satuan Kerja Bandar Udara Oesman Sadik tahun 2012
- [27] “_____” RKAKL Satuan Kerja Bandar Udara Sultan Babullah Ternate tahun 2012
- [30] “_____” BI Rate, diakses di <http://www.bi.go.id/web/id/Moneter/BI+Rate/Data+BI+Rate/> pada 12 Juni 2012
- [29] “_____” Data fasilitas Jaringan dan fasilitas komunikasi penerbangan, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2012

Lampiran 1 : Jaringan komunikasi penerbangan



Prediksi Frekuensi dan Parameter Komunikasi Radio Januari-Maret 2012

By *admin*

Created 31/12/2011 - 07:25

Submitted by admin on Sat, 31/12/2011 - 07:25

Sirkuit : Jakarta - Ternate Jarak : 2427 KM

Pemancar : Jakarta (-6.30 ; 106.85). Arah Ant 71

Penerima : Ternate (0.90 ; 127.50). Arah Ant 250

	Jan 2012	Feb 2012	Mar 2012
Sdt El Ant	6-16	6-14	6-14
	WIB LUF OWF MUF	LUF OWF MUF	LUF OWF MUF WIB
0	1.0 13.2 17.3	1.0 14.9 19.4	1.0 19.7 25.3 0
1	1.0 11.9 17.0	1.0 13.3 18.7	1.0 14.3 19.9 1
2	1.0 9.6 15.0	1.0 11.3 17.3	1.0 12.2 18.1 2
3	1.0 8.8 13.8	1.0 10.3 15.8	1.0 10.9 16.2 3
4	1.0 7.8 12.3	1.0 9.2 14.2	1.0 9.4 14.0 4
5	1.0 9.7 13.2	1.0 10.0 13.7	1.0 10.6 14.0 5
6	9.0 15.5 18.5	9.1 16.6 19.8	9.0 18.4 21.7 6
7	10.8 16.8 20.0	10.9 19.5 23.2	11.0 21.9 25.7 7
8	11.8 17.3 19.9	12.0 19.7 23.4	12.1 22.5 26.4 8
9	12.5 18.6 19.7	12.7 18.9 22.2	12.8 22.6 26.1 9
10	12.9 19.4 20.4	13.1 20.1 23.9	13.2 23.9 27.0 10
11	13.0 19.7 21.9	13.2 21.5 25.5	13.3 24.8 28.0 11

Lampiran 2 : Prediksi dan parameter Radio Januari – Maret 2012

12	13.0	20.2	23.9	13.1	21.9	26.0	13.2	27.2	30.7	12
13	12.7	21.0	25.2	12.8	22.6	27.1	12.9	27.2	31.4	13
14	12.1	21.0	25.5	12.3	22.8	27.7	12.4	26.7	31.6	14
15	11.2	19.9	24.2	11.4	22.9	27.9	11.4	26.9	31.9	15
16	9.8	20.0	24.3	9.9	22.1	26.8	9.9	26.7	31.7	16
17	6.6	18.5	23.4	6.5	21.1	26.7	6.3	24.4	30.0	17
18	1.0	16.7	22.0	1.0	20.2	26.5	1.0	22.7	28.6	18
19	1.0	15.8	20.8	1.0	19.5	25.6	1.0	25.0	31.5	19
20	1.0	16.2	21.4	1.0	19.8	26.1	1.0	25.8	32.6	20
21	1.0	16.7	22.0	1.0	21.3	28.1	1.0	25.2	32.3	21
22	1.0	16.1	21.0	1.0	20.9	27.1	1.0	25.1	32.2	22
23	1.0	14.3	18.6	1.0	17.1	22.3	1.0	22.5	28.8	23

Keterangan :

- (1) Arah antena dalam derajat & dihitung searah jarum jam,
UTARA=0, TIMUR=90, SELATAN=180, BARAT=270
- (2) Sdt el ant dalam derajat & dihitung dari arah horisontal
- (3) Sebaiknya gunakan frekuensi antara OMF dan MUF
- (4) Satuan LUF, OMF, dan MUF dalam MHz

Lampiran 3 : ICAO Model Flight Plan form

A2-2

Air Traffic Management (PANS-ATM)

1. ICAO model flight plan form

FLIGHT PLAN PLAN DE VOL			
PRIORITY Priorité ←≡ FF →		ADDRESSEE(S) Destinataire(s)	
FILING TIME Heure de dépôt		ORIGINATOR Expéditeur	
SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR Identification précise du(des) destinataire(s) et/ou de l'expéditeur			
3 MESSAGE TYPE Type de message ←≡ (FPL	7 AIRCRAFT IDENTIFICATION Identification de l'aéronef	8 FLIGHT RULES Règles de vol	TYPE OF FLIGHT Type de vol
9 NUMBER Nombre	TYPE OF AIRCRAFT Type d'aéronef	WAKE TURBULENCE CAT. Cat. de turbulence de sillage	10 EQUIPMENT Équipement
13 DEPARTURE AERODROME Aérodrome de départ	TIME Heure		
15 CRUISING SPEED Vitesse croisière	LEVEL Niveau	ROUTE Route	
16. DESTINATION AERODROME Aérodrome de destination		TOTAL EET Durée totale estimée HR MIN	ALTN AERODROME Aérodrome de dégagement
18 OTHER INFORMATION Renseignements divers		2ND ALTN AERODROME 2 ^e aérodrome de dégagement	
SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES) Renseignements complémentaires (À NE PAS TRANSMETTRE DANS LES MESSAGES DE PLAN DE VOL DÉPOSÉ)			
19 ENDURANCE Autonomie E / HR MIN	PERSONS ON BOARD Personnes à bord → P /	EMERGENCY RADIO Radio de secours → R / UHF U V E	
SURVIVAL EQUIPMENT/Équipement de survie → S / P		DINGHIES/Canots D	
POLAR Polaire		DESERT Désert	MARITIME Meritime
DINGHIES/Canots		JUNGLE Jungle	LIGHT Lampes
NUMBER Nombre		CAPACITY Capacité	FLUORES Fluores
COVER Couverture		COLOUR Couleur	UHF U V
AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS Couleur et marques de l'aéronef		VHF V V	
REMARKS Remarques → N			
PILOT-IN-COMMAND Pilote commandant de bord C			
FILED BY / Déposé par		SPACE RESERVED FOR ADDITIONAL REQUIREMENTS Espace réservé à des fins supplémentaires	

1/11/01

Lampiran 4 : Tarif Pelayanan Jasa Penerbangan

JENIS PENERIMAAN NEGARA BUKAN PAJAK	SATUAN	TARIF
6. Registrasi Laporan Penempatan Kapal Dalam Trayek Liner Angkutan Laut Dalam Negeri	per kapal per 6 bulan	Rp 100.000,00
7. Registrasi Laporan Pengoperasian Kapal Trampoer Angkutan Laut Dalam Negeri	per kapal per 3 bulan	Rp 100.000,00
8. Pemberitahuan Keagenan Kapal Asing (PKKA)	per kapal per pelabuhan	USD 50,00
9. Pemberitahuan Penggunaan Kapal Asing (PPKA) Angkutan Laut Dalam Negeri	per kapal	USD 50,00
III. JASA TRANSPORTASI UDARA		
A. PELAYANAN JASA PENERBANGAN (PJP) :		
1. Pelayanan Jasa Penerbangan Dalam Negeri yang diselenggarakan oleh UPT	per route unit	Rp 875,00
2. Pelayanan Jasa Penerbangan Luar Negeri yang diselenggarakan oleh UPT	per route unit	USD 0,65
3. Pelayanan Jasa Penerbangan Dalam Negeri yang diselenggarakan oleh PT (Persero) Angkasa Pura I dan II	per route unit	15 % dari tarif PJP Dalam Negeri PT AP I dan PT AP II
4. Pelayanan Jasa Penerbangan Luar Negeri yang diselenggarakan oleh PT (Persero) Angkasa Pura I dan II	per route unit	10 % dari tarif PJP Luar Negeri PT AP I dan PT AP II
B. PELAYANAN JASA PENUMPANG PESAWAT UDARA (PJP2U)		
1. Dalam Negeri :		
a. Bandar Udara Kelas Utama dan Kelas I khusus	per penumpang	Rp 30.000,00
b. Bandar Udara Kelas I	per penumpang	Rp 15.000,00
c. Bandar Udara Kelas II	per penumpang	Rp 11.000,00
d. Bandar Udara Kelas III	per penumpang	Rp 10.000,00
e. Bandar Udara Kelas IV dan satuan kerja	per penumpang	Rp 8.000,00
2. Luar Negeri:		
a. Bandar Udara Kelas Utama dan Kelas I khusus	per penumpang	Rp 100.000,00
b. Bandar Udara Kelas I	per penumpang	Rp 40.000,00
c. Bandar Udara Kelas II, III, IV dan satuan kerja	per penumpang	Rp 30.000,00

Lampiran 5 : Fasilitas komunikasi penerbangan

NO	KOTA	BANDARA	STATUS	FASILITAS	JUMLAH
1	Ternate	Sultan Babullah	Aerodrome Control (ADC)	VHF A/G Tower Set	2
				VHF A/G Portable	2
				VHF Extended Range (ER)	1
				HF - SSB	3
				Radio Link (Tidore)	1
				RECORDER	1
				AMSC	1
				Teleprinter	3
				IAIS	1
2	Buli	Buli	Unattended	HF - SSB	2
				VHF A/G Portable	1
3	Kao	Kuabang		VHF A/G Portable	1
				HF - SSB	1
4	Labuha	Osman Sadik	AFIS	VHF A/G AFIS	1
				VHF A/G Portable	2
				HF SSB	3
5	Galela	Gamar Malamo	AFIS	VHF A/G Portable	1
				HF SSB	1

Lampiran 8 : Frekuensi penerbangan di bandar udara dengan fasilitas Radio HF

No	Bandar Udara	Trafik Penerbangan / Tahun 2010	Trafik Penerbangan / Tahun 2011	Trafik Penerbangan / Tahun 2012
1	Cut Nyak Dien - Meulaboh	2622	2.785	2.958
2	Teuku Cut Ali - Tapak tuan	54	57	61
3	Lhok Suken	2269	2.410	2.560
4	FL Tobing - Sibolga	1050	1.115	1.185
5	Bhinaka - Gunung Sitoli	2619	2.782	2.955
6	Aek Godang - Padang Sidempuan	1110	1.179	1.252
7	Lasondre - Pulau Batu	668	710	754
8	Dabo - Singkep	84	89	95
9	Japura - Rengat	76	81	86
10	Sei Bati - Tanjung Balai Karimun	26	28	29
11	Pinang Kampai - Dumai	88	93	99
12	Penggung - Cirebon	2155	2.289	2.431
13	Tunggul Wulung - Cilacap	770	818	869
14	Dewadaru - Karimun Jawa	286	304	323
15	Brang Biji - Sumbawa	672	714	758
16	M. Salahudin - Bima	1516	1.610	1.710
17	Umbu Mehang Kumba - Waingapu	1318	1.400	1.487
18	Komodo - Labuhan Bajo	936	994	1.056
19	Mali - Alor	696	739	785
20	Tardamu - Sabu	654	695	738
21	Satartacik - Ruteng	522	554	589
22	Lekunik - Rote	218	232	246
23	Haliwen - Atambua	269	286	304
24	Soa - Bajawa	440	467	496
25	H. Aroeboesman - Ende	3962	4.208	4.470
26	Gewayantana - Larantuka	390	414	440
27	Wonopito - Lewoleba	315	335	355
28	Tambolaka - Waikabubak	1622	1.723	1.830
29	Susilo - Sintang	162	172	183
30	Nanga Pinoh	48	51	54
31	Beringin - Muara Teweh	1405	1.492	1.585
32	Kuala Pembuang	190	202	214
33	Kuala Kurun	194	206	219
34	Sunggu - Buntok	66	70	74
35	Puruk Cahu - Dirung	903	959	1.019
36	Kalimarau - Tanjung Redep	4883	5.187	5.509
37	Tanjung Harapan - Tanjung Selor	398	423	449
38	Nunuka	2705	2.873	3.052

No	Bandar Udara	Trafik Penerbangan / Tahun 2010	Trafik Penerbangan / Tahun 2011	Trafik Penerbangan / Tahun 2012
39	Datah Dawai	195	207	220
40	Yuvai Semarang - Long Bawan	452	480	510
41	Naha - Tahuna	242	257	273
42	Melongguane	628	667	709
43	Lalos - Toli Toli	370	393	417
44	Kisugincu - Poso	316	336	357
45	Pugogol - Buol	116	123	131
46	Pongtiku - Tana Toraja	162	172	183
47	H. Aeropala - Selayar	19	20	21
48	Pomala - Kolaka	466	495	526
49	Kuabang - Kao	240	255	271
50	Gamar Malamo - Galela	328	348	370
51	Dumatubun - Langgur	1974	2.097	2.227
52	Oesman Sadik - Labuha	190	202	214
53	Emalamo - Sanana	162	172	183
54	Olilit - Saumlaki	443	471	500
55	Dobo - Pulau Aru	349	371	394
56	Torea - Fak Fak	1350	1.434	1.523
57	Sujarwo Tjondronegoro - Serui	316	336	357
58	Mararena - Sarmi	110	117	124
59	Tanah Merah	1839	1.953	2.075
60	Monanmani	626	665	706
61	Mindiptana	498	529	562
62	Kebar	194	206	219
63	okaba	224	238	253
Rata-rata per tahun		796	846	898
Minimum		19	20	21
Maksimum		4.883	5.187	5.509

Lampiran 7 : Frekuensi penerbangan di bandara dengan fasilitas HF Data

No	Bandar Udar	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2010	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2011	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2012
1	Rahadi Oesman - Ketapang	3462	3.677	3.906
2	H. Asan - Sampit	2412	2.562	2.721
3	Temindung - Samarinda	4077	4.331	4.600
4	Tampa Padang - Mamuju	1134	1.205	1.279
5	Bau Bau - Beto Ambari	2448	2.600	2.762
6	Hanandjoeddin - Tanjung Pandan	2948	3.131	3.326
7	Budiarto - Curug	2143	2.276	2.418
8	Iskandar - Pangkalan Bun	3254	3.456	3.671
9	Andi Jema - Masamba	1420	1.508	1.602
10	Bubung - Luwuk	1355	1.439	1.529
11	Long Apung	224	238	253
12	Rendani - Manowkwari	8544	9.075	9.640
13	Wai Oti - Maumere	2742	2.913	3.094
14	Pangsuma - Putusibau	206	219	232
15	Long Apung	224	238	253
16	Stagen - Kotabaru	657	698	741
17	oksibil	5576	5.923	6.291
Rata-rata per tahun		2.519	2.676	2.842
Minimum		206	219	232
Maksimum		8.544	9.075	9.640

Lampiran 6 : Frekuensi Penerbangan di bandar udara dengan fasilitas VSAT

No	Bandar Udara	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2010	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2011	Frekwensi Penerbangan / Tahun 2012
1	Soekarno Hatta - Jakarta	249599	265.124	281.615
2	Halim Perdanakusuma - Jakarta	10786	11.457	12.170
3	Hasan Sadikin - Bandung	4932	5.239	5.565
4	S. Badaruddin II - Palembang	16028	17.025	18.084
5	S. Iskandar Muda - Banda Aceh	6057	6.434	6.834
6	Polonia - Medan	44877	47.668	50.633
7	S. Syarif Kasim - Pekanbaru	17284	18.359	19.501
8	Hang Nadim - Batam	23386	24.841	26.386
9	Supadio - Pontianak	10781	11.452	12.164
10	Hasanudin - Makassar	63849	67.820	72.039
11	Ngurah Rai - Denpasar	49144	52.201	55.448
12	BIL - Lombok	17881	18.993	20.175
13	Juanda - Surabaya	88239	93.727	99.557
14	Ahmad Yani - Semarang	18814	19.984	21.227
15	Adi Sutjipto - Yogyakarta	26670	28.329	30.091
16	Adi Soemarmo - Solo	7467	7.931	8.425
17	El Tari - Kupang	14548	15.453	16.414
19	Sentani - Jayapura	42100	44.719	47.500
20	frans Kaiseipo - Biak	10635	11.296	11.999
21	Deo - Sorong	8647	9.185	9.756
22	Patimura - Ambon	7492	7.958	8.453
23	Halouleo - Kendari	5021	5.333	5.665
24	Sam Ratulangi - Manado	16191	17.198	18.268
25	S. Babullah - Ternate	6884	7.312	7.767
26	Djalaludin - Gorontalo	2198	2.335	2.480
27	Mutiara - Palu	5269	5.597	5.945
28	Sepinggan - Balikpapan	54465	57.853	61.451
29	Juwata - Tarakan	11117	11.808	12.543
30	Syamsudin Norr - Banjarmasin	22236	23.619	25.088
31	Tjilik Riwut - Palangkaraya	5333	5.665	6.017
32	Depati Amir - Bangka	9250	9.825	10.436
33	Moses Kilangin - Timika	21027	22.335	23.724
34	Wamena	26644	28.301	30.062
35	Nabire	16051	17.049	18.110
Rata-rata per tahun		27.674	29.395	31.223
Minimum		2.198	2.335	2.480
Maksimum		249.599	265.124	281.615

Lampiran 9 : Perhitungan NPV bandar udara Sultan Babullah – Ternate

Bandara: S. Babullah - Ternate

Suku Bunga 5,75%

EOY	Perangkat Komunikasi	Investasi	Pergerakan Pesawat	Tarif Layanan	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV	
								Factor	(Rp)
0	VSAT	(1.450.000.000)	0	0	0	0	(1.450.000.000)	1,0000	(1.450.000.000)
1	VSAT		9.927	875	8.686.125	(106.650.000)	(97.963.875)	0,9456	(92.637.234)
2	VSAT		10.544	875	9.226.402	(106.650.000)	(97.423.598)	0,8942	(87.117.101)
3	VSAT		11.200	875	9.800.284	(106.650.000)	(96.849.716)	0,8456	(81.894.969)
4	VSAT		11.897	875	10.409.862	(106.650.000)	(96.240.138)	0,7996	(76.954.626)
5	VSAT		12.637	875	11.057.355	(106.650.000)	(95.592.645)	0,7561	(72.280.741)
6	VSAT		13.423	875	11.745.123	(106.650.000)	(94.904.877)	0,7150	(67.858.816)
7	VSAT		14.258	875	12.475.669	(106.650.000)	(94.174.331)	0,6761	(63.675.140)
8	VSAT		15.145	875	13.251.656	(106.650.000)	(93.398.344)	0,6394	(59.716.751)
9	VSAT		16.087	875	14.075.909	(106.650.000)	(92.574.091)	0,6046	(55.971.387)
10	VSAT		17.087	875	14.951.431	(106.650.000)	(91.698.569)	0,5717	(52.427.458)
11	VSAT		18.150	875	15.881.410	(106.650.000)	(90.768.590)	0,5406	(49.074.000)
12	VSAT		19.279	875	16.869.233	(106.650.000)	(89.780.767)	0,5113	(45.900.646)
13	VSAT		20.478	875	17.918.500	(106.650.000)	(88.731.500)	0,4835	(42.897.594)
14	VSAT		21.752	875	19.033.030	(106.650.000)	(87.616.970)	0,4572	(40.055.574)
15	VSAT		23.105	875	20.216.885	(106.650.000)	(86.433.115)	0,4323	(37.365.821)
16	VSAT		24.542	875	21.474.375	(106.650.000)	(85.175.625)	0,4088	(34.820.044)
17	VSAT		26.069	875	22.810.081	(106.650.000)	(83.839.919)	0,3866	(32.410.405)
18	VSAT		27.690	875	24.228.868	(106.650.000)	(82.421.132)	0,3656	(30.129.492)
19	VSAT		29.412	875	25.735.904	(106.650.000)	(80.914.096)	0,3457	(27.970.295)
20	VSAT		31.242	875	27.336.677	(106.650.000)	(79.313.323)	0,3269	(25.926.186)
						NPV	(2.527.084.278)	PV	(2.527.084.278)

Lampiran 10 : Perhitungan NPV bandar udara Kuabang – Kao

Bandara: Kuabang - Kao

Alternatif Pertama

Suku Bunga 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Pergerakan Pesawat	Tarif	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV		
								Factor	(Rp)	
0	HF radio	(70.000.000)	-	-	-	-	(70.000.000)	1,0000	(70.000.000)	
1	HF radio		271	875	237.125	(65.390.000)	(65.152.875)	0,9456	(61.610.284)	
2	HF radio		288	875	251.874	(65.390.000)	(65.138.126)	0,8942	(58.247.127)	
3	HF radio		306	875	267.541	(65.390.000)	(65.122.459)	0,8456	(55.066.778)	
4	HF radio		325	875	284.182	(65.390.000)	(65.105.818)	0,7996	(52.059.297)	
5	HF radio		345	875	301.858	(65.390.000)	(65.088.142)	0,7561	(49.215.284)	
6	HF radio		366	875	320.633	(65.390.000)	(65.069.367)	0,7150	(46.525.851)	
7	HF radio		389	875	340.577	(65.390.000)	(65.049.423)	0,6761	(43.982.592)	
8	HF radio		413	875	361.761	(65.390.000)	(65.028.239)	0,6394	(41.577.559)	
9	HF radio		439	875	384.262	(65.390.000)	(65.005.738)	0,6046	(39.303.236)	
10	HF radio		466	875	408.163	(65.390.000)	(64.981.837)	0,5717	(37.152.515)	
11	HF radio		495	875	433.551	(65.390.000)	(64.956.449)	0,5406	(35.118.676)	
12	HF radio		526	875	460.518	(65.390.000)	(64.929.482)	0,5113	(33.195.363)	
13	HF radio		559	875	489.162	(65.390.000)	(64.900.838)	0,4835	(31.376.566)	
14	HF radio		594	875	519.588	(65.390.000)	(64.870.412)	0,4572	(29.656.602)	
15	HF radio		631	875	551.906	(65.390.000)	(64.838.094)	0,4323	(28.030.097)	
16	HF radio		670	875	586.235	(65.390.000)	(64.803.765)	0,4088	(26.491.968)	
17	HF radio		712	875	622.699	(65.390.000)	(64.767.301)	0,3866	(25.037.410)	
18	HF radio		756	875	661.431	(65.390.000)	(64.728.569)	0,3656	(23.661.880)	
19	HF radio		803	875	702.572	(65.390.000)	(64.687.428)	0,3457	(22.361.078)	
20	HF radio		853	875	746.272	(65.390.000)	(64.643.728)	0,3269	(21.130.943)	
							NPV	(830.801.105)	PV	(830.801.105)

Alternatif Kedua

Suku Bunga 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Pergerakan Pesawat	Tarif	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV	
								Factor	(Rp)
0	HF Data	(750.000.000)	-	-	-	-	(750.000.000)	1,0000	(750.000.000)
1	HF Data		271	875	237.125	(65.390.000)	(65.152.875)	0,9456	(61.610.284)
2	HF Data		288	875	251.874	(65.390.000)	(65.138.126)	0,8942	(58.247.127)
3	HF Data		306	875	267.541	(65.390.000)	(65.122.459)	0,8456	(55.066.778)
4	HF Data		325	875	284.182	(65.390.000)	(65.105.818)	0,7996	(52.059.297)
5	HF Data		345	875	301.858	(65.390.000)	(65.088.142)	0,7561	(49.215.284)
6	HF Data		366	875	320.633	(65.390.000)	(65.069.367)	0,7150	(46.525.851)
7	HF Data		389	875	340.577	(65.390.000)	(65.049.423)	0,6761	(43.982.592)
8	HF Data		413	875	361.761	(65.390.000)	(65.028.239)	0,6394	(41.577.559)
9	HF Data		439	875	384.262	(65.390.000)	(65.005.738)	0,6046	(39.303.236)
10	HF Data		466	875	408.163	(65.390.000)	(64.981.837)	0,5717	(37.152.515)
11	HF Data		495	875	433.551	(65.390.000)	(64.956.449)	0,5406	(35.118.676)
12	HF Data		526	875	460.518	(65.390.000)	(64.929.482)	0,5113	(33.195.363)
13	HF Data		559	875	489.162	(65.390.000)	(64.900.838)	0,4835	(31.376.566)
14	HF Data		594	875	519.588	(65.390.000)	(64.870.412)	0,4572	(29.656.602)
15	HF Data		631	875	551.906	(65.390.000)	(64.838.094)	0,4323	(28.030.097)
16	HF Data		670	875	586.235	(65.390.000)	(64.803.765)	0,4088	(26.491.968)
17	HF Data		712	875	622.699	(65.390.000)	(64.767.301)	0,3866	(25.037.410)
18	HF Data		756	875	661.431	(65.390.000)	(64.728.569)	0,3656	(23.661.880)
19	HF Data		803	875	702.572	(65.390.000)	(64.687.428)	0,3457	(22.361.078)
20	HF Data		853	875	746.272	(65.390.000)	(64.643.728)	0,3269	(21.130.943)
						NPV	(1.510.801.105)	PV	(1.510.801.105)

Alternatif Ketiga

Suku Bunga 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Pergerakan Pesawat	Tarif	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV		
								Factor	(Rp)	
0	VSAT	(1.450.000.000)	-	-	-	-	(1.450.000.000)	1,0000	(1.450.000.000)	
1	VSAT		271	875	237.125	(65.390.000)	(65.152.875)	0,9456	(61.610.284)	
2	VSAT		288	875	251.874	(65.390.000)	(65.138.126)	0,8942	(58.247.127)	
3	VSAT		306	875	267.541	(65.390.000)	(65.122.459)	0,8456	(55.066.778)	
4	VSAT		325	875	284.182	(65.390.000)	(65.105.818)	0,7996	(52.059.297)	
5	VSAT		345	875	301.858	(65.390.000)	(65.088.142)	0,7561	(49.215.284)	
6	VSAT		366	875	320.633	(65.390.000)	(65.069.367)	0,7150	(46.525.851)	
7	VSAT		389	875	340.577	(65.390.000)	(65.049.423)	0,6761	(43.982.592)	
8	VSAT		413	875	361.761	(65.390.000)	(65.028.239)	0,6394	(41.577.559)	
9	VSAT		439	875	384.262	(65.390.000)	(65.005.738)	0,6046	(39.303.236)	
10	VSAT		466	875	408.163	(65.390.000)	(64.981.837)	0,5717	(37.152.515)	
11	VSAT		495	875	433.551	(65.390.000)	(64.956.449)	0,5406	(35.118.676)	
12	VSAT		526	875	460.518	(65.390.000)	(64.929.482)	0,5113	(33.195.363)	
13	VSAT		559	875	489.162	(65.390.000)	(64.900.838)	0,4835	(31.376.566)	
14	VSAT		594	875	519.588	(65.390.000)	(64.870.412)	0,4572	(29.656.602)	
15	VSAT		631	875	551.906	(65.390.000)	(64.838.094)	0,4323	(28.030.097)	
16	VSAT		670	875	586.235	(65.390.000)	(64.803.765)	0,4088	(26.491.968)	
17	VSAT		712	875	622.699	(65.390.000)	(64.767.301)	0,3866	(25.037.410)	
18	VSAT		756	875	661.431	(65.390.000)	(64.728.569)	0,3656	(23.661.880)	
19	VSAT		803	875	702.572	(65.390.000)	(64.687.428)	0,3457	(22.361.078)	
20	VSAT		853	875	746.272	(65.390.000)	(64.643.728)	0,3269	(21.130.943)	
							NPV	(2.210.801.105)	PV	(2.210.801.105)

Lampiran 11 : Perhitungan NPV bandar udara Gamar Malamo – Galela

Bandara: Gamar Malamo - Galela**Alternatif Pertama**

Suku Bunga 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Pergerakan Pesawat	Tarif	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV	
								Factor	(Rp)
0	HF radio	(70.000.000)	-	-	-	-	(70.000.000)	1,0000	(70.000.000)
1	HF radio		370	875	323.750	(41.390.000)	(41.066.250)	0,9456	(38.833.333)
2	HF radio		393	875	343.887	(41.390.000)	(41.046.113)	0,8942	(36.703.821)
3	HF radio		417	875	365.277	(41.390.000)	(41.024.723)	0,8456	(34.690.018)
4	HF radio		443	875	387.997	(41.390.000)	(41.002.003)	0,7996	(32.785.632)
5	HF radio		471	875	412.131	(41.390.000)	(40.977.869)	0,7561	(30.984.714)
6	HF radio		500	875	437.765	(41.390.000)	(40.952.235)	0,7150	(29.281.637)
7	HF radio		531	875	464.994	(41.390.000)	(40.925.006)	0,6761	(27.671.080)
8	HF radio		564	875	493.917	(41.390.000)	(40.896.083)	0,6394	(26.148.014)
9	HF radio		600	875	524.638	(41.390.000)	(40.865.362)	0,6046	(24.707.680)
10	HF radio		637	875	557.271	(41.390.000)	(40.832.729)	0,5717	(23.345.579)
11	HF radio		676	875	591.933	(41.390.000)	(40.798.067)	0,5406	(22.057.457)
12	HF radio		719	875	628.752	(41.390.000)	(40.761.248)	0,5113	(20.839.292)
13	HF radio		763	875	667.860	(41.390.000)	(40.722.140)	0,4835	(19.687.279)
14	HF radio		811	875	709.401	(41.390.000)	(40.680.599)	0,4572	(18.597.822)
15	HF radio		861	875	753.525	(41.390.000)	(40.636.475)	0,4323	(17.567.517)
16	HF radio	(750.000.000)	915	875	800.395	(41.390.000)	(790.589.605)	0,4088	(323.195.335)
17	HF radio		972	875	850.179	(41.390.000)	(40.539.821)	0,3866	(15.671.676)
18	HF Data		1.032	875	903.060	(41.390.000)	(40.486.940)	0,3656	(14.800.220)
19	HF Data		1.096	875	959.231	(41.390.000)	(40.430.769)	0,3457	(13.976.063)
20	HF Data		1.164	875	1.018.895	(41.390.000)	(40.371.105)	0,3269	(13.196.632)
						NPV	(854.740.803)	PV	(854.740.803)

Alternatif Kedua

Suku Bunga 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Pergerakan Pesawat	Tarif	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV		
								Factor	(Rp)	
0	HF Data	(750.000.000)	-	-	-	-	(750.000.000)	1,0000	(750.000.000)	
1	HF Data		370	875	323.750	(41.390.000)	(41.066.250)	0,9456	(38.833.333)	
2	HF Data		393	875	343.887	(41.390.000)	(41.046.113)	0,8942	(36.703.821)	
3	HF Data		417	875	365.277	(41.390.000)	(41.024.723)	0,8456	(34.690.018)	
4	HF Data		443	875	387.997	(41.390.000)	(41.002.003)	0,7996	(32.785.632)	
5	HF Data		471	875	412.131	(41.390.000)	(40.977.869)	0,7561	(30.984.714)	
6	HF Data		500	875	437.765	(41.390.000)	(40.952.235)	0,7150	(29.281.637)	
7	HF Data		531	875	464.994	(41.390.000)	(40.925.006)	0,6761	(27.671.080)	
8	HF Data		564	875	493.917	(41.390.000)	(40.896.083)	0,6394	(26.148.014)	
9	HF Data		600	875	524.638	(41.390.000)	(40.865.362)	0,6046	(24.707.680)	
10	HF Data		637	875	557.271	(41.390.000)	(40.832.729)	0,5717	(23.345.579)	
11	HF Data		676	875	591.933	(41.390.000)	(40.798.067)	0,5406	(22.057.457)	
12	HF Data		719	875	628.752	(41.390.000)	(40.761.248)	0,5113	(20.839.292)	
13	HF Data		763	875	667.860	(41.390.000)	(40.722.140)	0,4835	(19.687.279)	
14	HF Data		811	875	709.401	(41.390.000)	(40.680.599)	0,4572	(18.597.822)	
15	HF Data		861	875	753.525	(41.390.000)	(40.636.475)	0,4323	(17.567.517)	
16	HF Data		915	875	800.395	(41.390.000)	(40.589.605)	0,4088	(16.593.149)	
17	HF Data		972	875	850.179	(41.390.000)	(40.539.821)	0,3866	(15.671.676)	
18	HF Data		1.032	875	903.060	(41.390.000)	(40.486.940)	0,3656	(14.800.220)	
19	HF Data		1.096	875	959.231	(41.390.000)	(40.430.769)	0,3457	(13.976.063)	
20	HF Data		1.164	875	1.018.895	(41.390.000)	(40.371.105)	0,3269	(13.196.632)	
							NPV	(1.228.138.617)	PV	(1.228.138.617)

Alternatif Ketiga

Suku Bunga 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Pergerakan Pesawat	Tarif	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV	
								Factor	(Rp)
0	VSAT	(1.450.000.000)	-	-	-	-	(1.450.000.000)	1,0000	(1.450.000.000)
1	VSAT		370	875	323.750	(41.390.000)	(41.066.250)	0,9456	(38.833.333)
2	VSAT		393	875	343.887	(41.390.000)	(41.046.113)	0,8942	(36.703.821)
3	VSAT		417	875	365.277	(41.390.000)	(41.024.723)	0,8456	(34.690.018)
4	VSAT		443	875	387.997	(41.390.000)	(41.002.003)	0,7996	(32.785.632)
5	VSAT		471	875	412.131	(41.390.000)	(40.977.869)	0,7561	(30.984.714)
6	VSAT		500	875	437.765	(41.390.000)	(40.952.235)	0,7150	(29.281.637)
7	VSAT		531	875	464.994	(41.390.000)	(40.925.006)	0,6761	(27.671.080)
8	VSAT		564	875	493.917	(41.390.000)	(40.896.083)	0,6394	(26.148.014)
9	VSAT		600	875	524.638	(41.390.000)	(40.865.362)	0,6046	(24.707.680)
10	VSAT		637	875	557.271	(41.390.000)	(40.832.729)	0,5717	(23.345.579)
11	VSAT		676	875	591.933	(41.390.000)	(40.798.067)	0,5406	(22.057.457)
12	VSAT		719	875	628.752	(41.390.000)	(40.761.248)	0,5113	(20.839.292)
13	VSAT		763	875	667.860	(41.390.000)	(40.722.140)	0,4835	(19.687.279)
14	VSAT		811	875	709.401	(41.390.000)	(40.680.599)	0,4572	(18.597.822)
15	VSAT		861	875	753.525	(41.390.000)	(40.636.475)	0,4323	(17.567.517)
16	VSAT		915	875	800.395	(41.390.000)	(40.589.605)	0,4088	(16.593.149)
17	VSAT		972	875	850.179	(41.390.000)	(40.539.821)	0,3866	(15.671.676)
18	VSAT		1.032	875	903.060	(41.390.000)	(40.486.940)	0,3656	(14.800.220)
19	VSAT		1.096	875	959.231	(41.390.000)	(40.430.769)	0,3457	(13.976.063)
20	VSAT		1.164	875	1.018.895	(41.390.000)	(40.371.105)	0,3269	(13.196.632)
						NPV	(1.928.138.617)	PV	(1.928.138.617)

Lampiran 12 : Perhitungan NPV bandar udara Buli

Bandara: Buli
Alternatif Pertama

Suku Bunga : 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Tarif Layanan	Pergerakan pesawat	Pendapatan	O&M	PV		
							Kas Bersih	Factor	Rp
0	HF Data	(70.000.000)	0	-	0	0	(70.000.000)	1,0000	(70.000.000)
1	HF Data		875	853	746.375	(18.000.000)	(17.253.625)	0,9456	(16.315.485)
2	HF Data	(750.000.000)	875	906	792.800	(18.000.000)	(767.207.200)	0,8942	(686.043.917)
3	HF Data		875	962	842.112	(18.000.000)	(17.157.888)	0,8456	(14.508.507)
4	HF Data		875	1.022	894.491	(18.000.000)	(17.105.509)	0,7996	(13.677.745)
5	HF Data		875	1.086	950.128	(18.000.000)	(17.049.872)	0,7561	(12.891.968)
6	HF Data		875	1.153	1.009.226	(18.000.000)	(16.990.774)	0,7150	(12.148.731)
7	HF Data		875	1.225	1.072.000	(18.000.000)	(16.928.000)	0,6761	(11.445.717)
8	HF Data		875	1.301	1.138.679	(18.000.000)	(16.861.321)	0,6394	(10.780.741)
9	HF Data		875	1.382	1.209.504	(18.000.000)	(16.790.496)	0,6046	(10.151.732)
10	HF Data		875	1.468	1.284.736	(18.000.000)	(16.715.264)	0,5717	(9.556.734)
11	HF Data		875	1.560	1.364.646	(18.000.000)	(16.635.354)	0,5406	(8.993.897)
12	HF Data		875	1.657	1.449.527	(18.000.000)	(16.550.473)	0,5113	(8.461.471)
13	HF Data		875	1.760	1.539.688	(18.000.000)	(16.460.312)	0,4835	(7.957.803)
14	HF Data		875	1.869	1.635.456	(18.000.000)	(16.364.544)	0,4572	(7.481.327)
15	HF Data		875	1.985	1.737.182	(18.000.000)	(16.262.818)	0,4323	(7.030.564)
16	HF Data		875	2.109	1.845.234	(18.000.000)	(16.154.766)	0,4088	(6.604.115)
17	HF Data		875	2.240	1.960.008	(18.000.000)	(16.039.992)	0,3866	(6.200.658)
18	HF Data		875	2.379	2.081.920	(18.000.000)	(15.918.080)	0,3656	(5.818.940)
19	HF Data	(1.450.000.000)	875	2.527	2.211.416	(18.000.000)	(1.465.788.584)	0,3457	(506.692.166)
20	HF Data		875	2.685	2.348.966	(18.000.000)	(15.651.034)	0,3269	(5.116.059)
						NPV	(1.437.878.276)	PV	(1.437.878.276)

Alternatif Kedua

Suku Bunga : 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Tarif Layanan	Pergerakan pesawat	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV	
								Factor	Rp
0	VSAT	(750.000.000)					(750.000.000)	1,0000	(750.000.000)
1	VSAT		875	853	746.375	(18.000.000)	(17.253.625)	0,9456	(16.315.485)
2	VSAT		875	906	792.800	(18.000.000)	(17.207.200)	0,8942	(15.386.841)
3	VSAT		875	962	842.112	(18.000.000)	(17.157.888)	0,8456	(14.508.507)
4	VSAT		875	1022	894.491	(18.000.000)	(17.105.509)	0,7996	(13.677.745)
5	VSAT		875	1086	950.128	(18.000.000)	(17.049.872)	0,7561	(12.891.968)
6	VSAT		875	1153	1.009.226	(18.000.000)	(16.990.774)	0,7150	(12.148.731)
7	VSAT		875	1225	1.072.000	(18.000.000)	(16.928.000)	0,6761	(11.445.717)
8	VSAT		875	1301	1.138.679	(18.000.000)	(16.861.321)	0,6394	(10.780.741)
9	VSAT		875	1382	1.209.504	(18.000.000)	(16.790.496)	0,6046	(10.151.732)
10	VSAT		875	1468	1.284.736	(18.000.000)	(16.715.264)	0,5717	(9.556.734)
11	VSAT		875	1560	1.364.646	(18.000.000)	(16.635.354)	0,5406	(8.993.897)
12	VSAT		875	1657	1.449.527	(18.000.000)	(16.550.473)	0,5113	(8.461.471)
13	VSAT		875	1760	1.539.688	(18.000.000)	(16.460.312)	0,4835	(7.957.803)
14	VSAT		875	1869	1.635.456	(18.000.000)	(16.364.544)	0,4572	(7.481.327)
15	VSAT		875	1985	1.737.182	(18.000.000)	(16.262.818)	0,4323	(7.030.564)
16	VSAT		875	2109	1.845.234	(18.000.000)	(16.154.766)	0,4088	(6.604.115)
17	VSAT		875	2240	1.960.008	(18.000.000)	(16.039.992)	0,3866	(6.200.658)
18	VSAT		875	2379	2.081.920	(18.000.000)	(15.918.080)	0,3656	(5.818.940)
19	VSAT		875	2527	2.211.416	(18.000.000)	(15.788.584)	0,3457	(5.457.780)
20	VSAT		875	2685	2.348.966	(18.000.000)	(15.651.034)	0,3269	(5.116.059)
							NPV		(945.986.814)
								PV	(945.986.814)

Alternatif Ketiga

Suku Bunga : 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Tarif Layanan	Pergerakan pesawat	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV	
								Factor	Rp
0	VSAT	(1.450.000.000)					(1.450.000.000)	1,0000	(1.450.000.000)
1	VSAT		875	853	746.375	(18.000.000)	(17.253.625)	0,9456	(16.315.485)
2	VSAT		875	906	792.800	(18.000.000)	(17.207.200)	0,8942	(15.386.841)
3	VSAT		875	962	842.112	(18.000.000)	(17.157.888)	0,8456	(14.508.507)
4	VSAT		875	1.022	894.491	(18.000.000)	(17.105.509)	0,7996	(13.677.745)
5	VSAT		875	1.086	950.128	(18.000.000)	(17.049.872)	0,7561	(12.891.968)
6	VSAT		875	1.153	1.009.226	(18.000.000)	(16.990.774)	0,7150	(12.148.731)
7	VSAT		875	1.225	1.072.000	(18.000.000)	(16.928.000)	0,6761	(11.445.717)
8	VSAT		875	1.301	1.138.679	(18.000.000)	(16.861.321)	0,6394	(10.780.741)
9	VSAT		875	1.382	1.209.504	(18.000.000)	(16.790.496)	0,6046	(10.151.732)
10	VSAT		875	1.468	1.284.736	(18.000.000)	(16.715.264)	0,5717	(9.556.734)
11	VSAT		875	1.560	1.364.646	(18.000.000)	(16.635.354)	0,5406	(8.993.897)
12	VSAT		875	1.657	1.449.527	(18.000.000)	(16.550.473)	0,5113	(8.461.471)
13	VSAT		875	1.760	1.539.688	(18.000.000)	(16.460.312)	0,4835	(7.957.803)
14	VSAT		875	1.869	1.635.456	(18.000.000)	(16.364.544)	0,4572	(7.481.327)
15	VSAT		875	1.985	1.737.182	(18.000.000)	(16.262.818)	0,4323	(7.030.564)
16	VSAT		875	2.109	1.845.234	(18.000.000)	(16.154.766)	0,4088	(6.604.115)
17	VSAT		875	2.240	1.960.008	(18.000.000)	(16.039.992)	0,3866	(6.200.658)
18	VSAT		875	2.379	2.081.920	(18.000.000)	(15.918.080)	0,3656	(5.818.940)
19	VSAT		875	2.527	2.211.416	(18.000.000)	(15.788.584)	0,3457	(5.457.780)
20	VSAT		875	2.685	2.348.966	(18.000.000)	(15.651.034)	0,3269	(5.116.059)
						NPV	(1.645.986.814)	PV	(1.645.986.814)

Lampiran 13 : Perhitungan NPV bandar udara Oesman Sadik – Labuha

Bandara: Oesman Sadik Labuha

Alternatif Pertama

Suku Bunga : 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Pergerakan Pesawat	Tarif	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV	
								Factor	Rp
0	HF radio	(70.000.000)	0	0	0	0	(70.000.000)	1,0000	(70.000.000)
1	HF radio		426	875	372.750	(18.000.000)	(17.627.250)	0,9456	(16.668.794)
2	HF radio		452	875	395.935	(18.000.000)	(17.604.065)	0,8942	(15.741.721)
3	HF radio		481	875	420.562	(18.000.000)	(17.579.438)	0,8456	(14.864.964)
4	HF radio		511	875	446.721	(18.000.000)	(17.553.279)	0,7996	(14.035.786)
5	HF radio		542	875	474.507	(18.000.000)	(17.525.493)	0,7561	(13.251.601)
6	HF radio		576	875	504.022	(18.000.000)	(17.495.978)	0,7150	(12.509.962)
7	HF radio		612	875	535.372	(18.000.000)	(17.464.628)	0,6761	(11.808.554)
8	HF radio		650	875	568.672	(18.000.000)	(17.431.328)	0,6394	(11.145.190)
9	HF radio		690	875	604.043	(18.000.000)	(17.395.957)	0,6046	(10.517.801)
10	HF radio		733	875	641.615	(18.000.000)	(17.358.385)	0,5717	(9.924.430)
11	HF radio		779	875	681.523	(18.000.000)	(17.318.477)	0,5406	(9.363.227)
12	HF radio		827	875	723.914	(18.000.000)	(17.276.086)	0,5113	(8.832.443)
13	HF radio		879	875	768.941	(18.000.000)	(17.231.059)	0,4835	(8.330.423)
14	HF radio	(750.000.000)	933	875	816.770	(18.000.000)	(767.183.230)	0,4572	(350.730.744)
15	HF radio		992	875	867.573	(18.000.000)	(17.132.427)	0,4323	(7.406.504)
16	HF radio		1.053	875	921.536	(18.000.000)	(17.078.464)	0,4088	(6.981.726)
17	HF Data		1.119	875	978.855	(18.000.000)	(17.021.145)	0,3866	(6.579.947)
18	HF Data		1.188	875	1.039.740	(18.000.000)	(16.960.260)	0,3656	(6.199.915)
19	HF Data		1.262	875	1.104.412	(18.000.000)	(16.895.588)	0,3457	(5.840.448)
20	HF Data		1.341	875	1.173.106	(18.000.000)	(16.826.894)	0,3269	(5.500.427)
						NPV	(616.234.607)	PV	(616.234.607)

Alternatif Kedua

Suku Bunga : 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Pergerakan Pesawat	Tarif	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV	
								Factor	Rp
0	HF Data	(750.000.000)	0	0	0	0	(750.000.000)	1,0000	(750.000.000)
1	HF Data		426	875	372.750	(18.000.000)	(17.627.250)	0,9456	(16.668.794)
2	HF Data		452	875	395.935	(18.000.000)	(17.604.065)	0,8942	(15.741.721)
3	HF Data		481	875	420.562	(18.000.000)	(17.579.438)	0,8456	(14.864.964)
4	HF Data		511	875	446.721	(18.000.000)	(17.553.279)	0,7996	(14.035.786)
5	HF Data		542	875	474.507	(18.000.000)	(17.525.493)	0,7561	(13.251.601)
6	HF Data		576	875	504.022	(18.000.000)	(17.495.978)	0,7150	(12.509.962)
7	HF Data		612	875	535.372	(18.000.000)	(17.464.628)	0,6761	(11.808.554)
8	HF Data		650	875	568.672	(18.000.000)	(17.431.328)	0,6394	(11.145.190)
9	HF Data		690	875	604.043	(18.000.000)	(17.395.957)	0,6046	(10.517.801)
10	HF Data		733	875	641.615	(18.000.000)	(17.358.385)	0,5717	(9.924.430)
11	HF Data		779	875	681.523	(18.000.000)	(17.318.477)	0,5406	(9.363.227)
12	HF Data		827	875	723.914	(18.000.000)	(17.276.086)	0,5113	(8.832.443)
13	HF Data		879	875	768.941	(18.000.000)	(17.231.059)	0,4835	(8.330.423)
14	HF Data		933	875	816.770	(18.000.000)	(17.183.230)	0,4572	(7.855.603)
15	HF Data		992	875	867.573	(18.000.000)	(17.132.427)	0,4323	(7.406.504)
16	HF Data		1.053	875	921.536	(18.000.000)	(17.078.464)	0,4088	(6.981.726)
17	HF Data		1.119	875	978.855	(18.000.000)	(17.021.145)	0,3866	(6.579.947)
18	HF Data		1.188	875	1.039.740	(18.000.000)	(16.960.260)	0,3656	(6.199.915)
19	HF Data		1.262	875	1.104.412	(18.000.000)	(16.895.588)	0,3457	(5.840.448)
20	HF Data		1.341	875	1.173.106	(18.000.000)	(16.826.894)	0,3269	(5.500.427)
NPV							(953.359.466)	PV	(953.359.466)

Alternatif Ketiga

Suku Bunga : 5,75%

EOY	Perangkat	Investasi	Pergerakan Pesawat	Tarif	Pendapatan	O&M	Kas Bersih	PV		
								Factor	Rp	
0	HF radio	(1.450.000.000)	0	0	0	0	(1.450.000.000)	1,0000	(1.450.000.000)	
1	HF radio		426	875	372.750	(18.000.000)	(17.627.250)	0,9456	(16.668.794)	
2	HF radio		452	875	395.935	(18.000.000)	(17.604.065)	0,8942	(15.741.721)	
3	HF radio		481	875	420.562	(18.000.000)	(17.579.438)	0,8456	(14.864.964)	
4	HF radio		511	875	446.721	(18.000.000)	(17.553.279)	0,7996	(14.035.786)	
5	HF radio		542	875	474.507	(18.000.000)	(17.525.493)	0,7561	(13.251.601)	
6	HF radio		576	875	504.022	(18.000.000)	(17.495.978)	0,7150	(12.509.962)	
7	HF radio		612	875	535.372	(18.000.000)	(17.464.628)	0,6761	(11.808.554)	
8	HF radio		650	875	568.672	(18.000.000)	(17.431.328)	0,6394	(11.145.190)	
9	HF radio		690	875	604.043	(18.000.000)	(17.395.957)	0,6046	(10.517.801)	
10	HF radio		733	875	641.615	(18.000.000)	(17.358.385)	0,5717	(9.924.430)	
11	HF radio		779	875	681.523	(18.000.000)	(17.318.477)	0,5406	(9.363.227)	
12	HF radio		827	875	723.914	(18.000.000)	(17.276.086)	0,5113	(8.832.443)	
13	HF radio		879	875	768.941	(18.000.000)	(17.231.059)	0,4835	(8.330.423)	
14	HF radio		933	875	816.770	(18.000.000)	(17.183.230)	0,4572	(7.855.603)	
15	HF radio		992	875	867.573	(18.000.000)	(17.132.427)	0,4323	(7.406.504)	
16	HF radio		1.053	875	921.536	(18.000.000)	(17.078.464)	0,4088	(6.981.726)	
17	HF radio		1.119	875	978.855	(18.000.000)	(17.021.145)	0,3866	(6.579.947)	
18	HF radio		1.188	875	1.039.740	(18.000.000)	(16.960.260)	0,3656	(6.199.915)	
19	HF radio		1.262	875	1.104.412	(18.000.000)	(16.895.588)	0,3457	(5.840.448)	
20	HF radio		1.341	875	1.173.106	(18.000.000)	(16.826.894)	0,3269	(5.500.427)	
							NPV	(1.653.359.466)	PV	(1.653.359.466)

