



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGGANTIAN FASILITAS KOMUNIKASI
PENERBANGAN PADA *FLIGHT INFORMATION REGION* (FIR)
UJUNG PANDANG**

TESIS

**ARIAN NURAHMAN
0906577690**

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JAKARTA

JULI 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGGANTIAN FASILITAS KOMUNIKASI
PENERBANGAN PADA *FLIGHT INFORMATION REGION (FIR)*
UJUNG PANDANG**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**ARIAN NURAHMAN
0906577690**

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN MANAJEMEN TELEKOMUNIKASI
JAKARTA

JULI 2012

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Arian Nurahman

N.P.M. : 0906577690

Tanda Tangan : 

Tanggal : 19 Juli 2012

LEMBAR PENGESAHAN

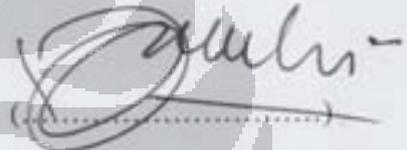
Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Arian Nurahman
NPM : 0906577910
Program Studi : Manajemen Telekomunikasi
Judul Tesis : ANALISA PENGGANTIAN FASILITAS KOMUNIKASI
PENERBANGAN PADA FIR UJUNG PANDANG

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, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

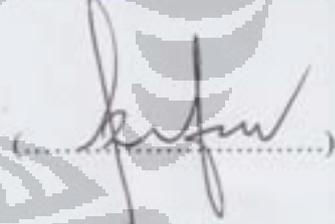
Pembimbing: Prof. Ir. Djambhari Sirat, M.Sc, Ph.D



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



Penguji : Ir. Arifin Djauhari, MT



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



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 10 Juli 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat, hidayah dan karunia-Nya dapat menyelesaikan Tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik program pendidikan Strata 2 (S-2) pada jurusan Manajemen Telekomunikasi Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Tesis ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, masukan dan pengarahan-pengarahan hingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Djamhari Sirat, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan arahan dan bimbingan;
2. Bapak Dr. Ir. Feri Yusivar M.Eng selaku Pembimbing Akademis penulis yang telah banyak membantu proses perkuliahan;
3. Staf pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Universitas Indonesia, khususnya Bapak Ir. Fajardhani, MBA, yang selalu memberikan dukungan dan bersedia menjadi partner diskusi;
4. Rekan-rekan mahasiswa/i Program Studi Manajemen Telekomunikasi 2009 yang banyak memberikan dukungan dan bersedia menjadi partner diskusi;
5. Rekan-rekan kerja di Direktorat Jenderal Perhubungan Udara atas bantuan dan dukungannya;
6. Keluarga dan orang tua penulis yang selalu memberikan semangat dan do'a;

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

Jakarta, Juli 2012

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

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

Nama : Arian Nurahman
NPM : 0906577690
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 Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul "**ANALISIS PENGGANTIAN FASILITAS KOMUNIKASI PENERBANGAN PADA FIR UJUNG PANDANG**" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan 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 : 10 Juli 2012

Yang menyatakan,



(Arian Nurahman)

ABSTRAK

Nama : Arian Nurahman
Program Studi : Manajemen Telekomunikasi
Judul : Analisis Penggantian Fasilitas Komunikasi Penerbangan Pada FIR Ujung Pandang

Indonesia saat ini memiliki 2 (dua) FIR (*flight information region*) yaitu Jakarta dan Ujung Pandang. FIR berfungsi sebagai pusat data dan pelayanan penerbangan yang bertugas untuk dikirim dan diedarkan kepada unit unit ATS (*air traffic service*) terkait. Kedua FIR ini harus memiliki kemampuan yang setara dalam hal pelayanan yang diberikan baik secara fasilitas dan operasional sesuai standar ICAO.

Pembaharuan FIR Jakarta diimplementasikan pada tahun 2012. Sementara pembaharuan FIR Ujung Pandang terakhir kali dilakukan pada tahun 2005. Karena perbedaan pelayanan dan fasilitas tidak setara dengan FIR Jakarta dimana beberapa perangkat FIR Ujung Pandang menjadi tidak memenuhi standar ICAO. Untuk itu pembaharuan fasilitas perlu dilakukan dalam rangka penyetaraan FIR Ujung Pandang

Terkait dengan penyetaraan fasilitas komunikasi penerbangan FIR Ujung Pandang, ada dua pilihan pembaharuan yaitu penggantian bertahap atau penggantian keseluruhan. Penentuan penggantian ditetapkan menggunakan metode tekno ekonomi.

Berdasarkan analisis yang dilakukan, pilihan penggantian bertahap lebih ekonomis dibandingkan dengan pilihan penggantian keseluruhan. Penggantian keseluruhan dapat menjadi opsi yang dapat diterima apabila nilai investasi (CAPEX) dan biaya operasional (OPEX) dapat diturunkan sehingga nilai keekonomiannya dapat mengungguli nilai keekonomian dari opsi penggantian bertahap.

Kata Kunci :
FIR Ujung Pandang, Fasilitas Komunikasi Penerbangan dan Tekno Ekonomi

ABSTRACT

Name : Arian Nurahman
Study Programme : Magister Telecommunication Management
Title : Analysis on Aeronautical Facilities Replacement in Ujung Pandang FIR

Indonesia currently has 2 (two) FIR (flight information region), ie Jakarta and Ujung Pandang. FIR is a data center and flight service responsible to send and distribute aeronautical information to adjacent ATS units (air traffic service). Both FIR should have an equal ability in terms of services provided according to ICAO standards.

The renewal according the ICAO standard the aeronautical communication facilities on Jakarta FIR implemented in 2012. The last replacement of Ujung Pandang FIR performed in 2005. Since the services is not equal to Jakarta FIR and some devices are not complied the ICAO standard, it is necessary to renewal of the facilities in order to meet the both condition.

Regarding the performance equalization of the aeronautical communication facilities on Ujung Pandang FIR, there are two options of renewal that can be chosen; upgrade or replace the entire facilities. The option is determined by using the economic engineering method.

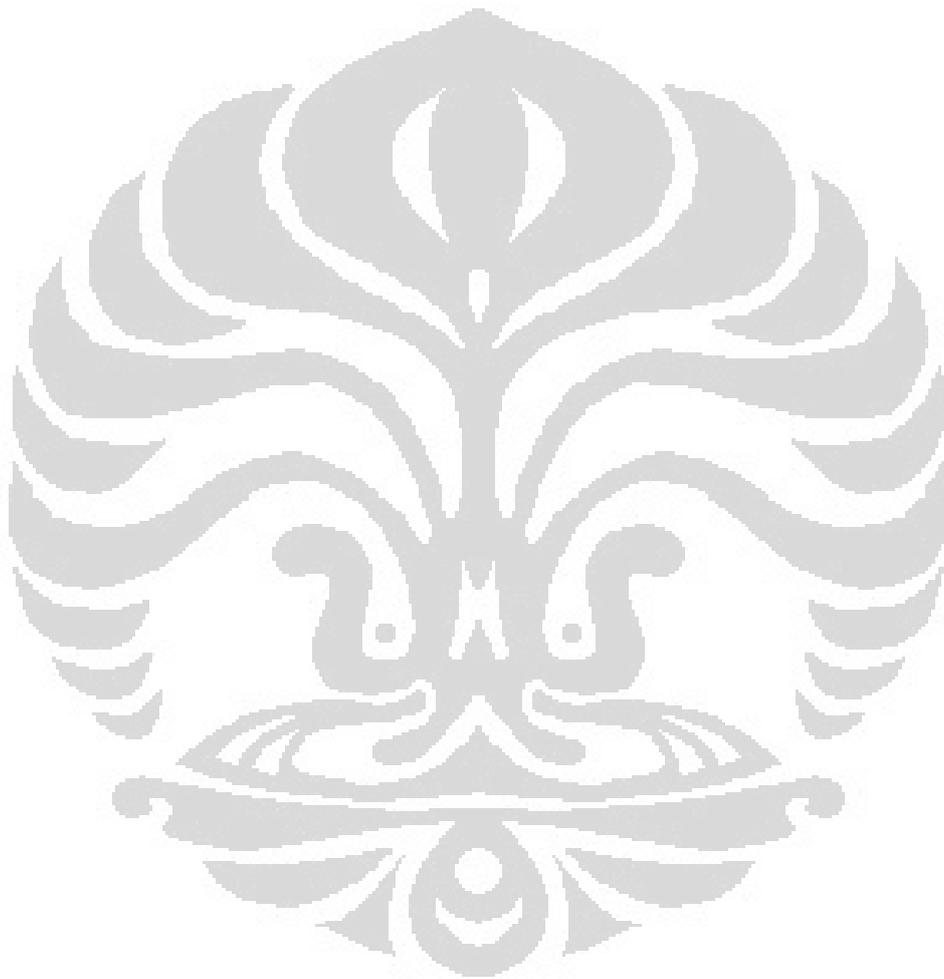
Based on the economic engineering analysis, the upgrade option has more economic value than the replacement of the entire facilities. The replacement option can be an alternative method if the investment value (CAPEX) and the operational cost (OPEX) could be lower so the economic value can be higher that the upgrade option.

Key Word :
FIR Ujung Pandang, Aeronautical Communication Facilities and Engineering Economics
#

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	7
1.3 Rumusan Masalah	8
1.4 Tujuan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Batasan Penelitian	9
1.7 Sistematika Penulisan	9
BAB 2 STUDI KEPUSTAKAAN	11
2.1 Konsep Navigasi Penerbangan	11
2.1.1 Manajemen Ruang Udara	11
2.1.2 Konsep CNS ATM.....	15
2.2 Kondisi Pelayanan Navigasi Di Indonesia	27
2.2.1 Kondisi Struktural	27
2.2.2 Kondisi Operasional.....	27
2.3 Jaringan Komunikasi Penerbangan.....	35
2.4 Tekno Ekonomi	37
2.4.1. Terminologi Biaya	38
2.4.2. Hubungan Uang-Waktu	41
2.4.3. <i>Replacement Analysis</i>	45
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	47
3.1. Metode Tekno Ekonomi	47
3.2. Replacement Analysis Pada Fasilitas Komunikasi Penerbangan di FIR Ujung Pandang.....	49
3.2.1 Tahap identifikasi alternatif	49
3.2.2 Tahap Perhitungan	52
3.2.3 Tahap Pemilihan	52
3.3. FIR Ujung Pandang.....	53
3.4. Skenario Arsitektur Jaringan Telekomunikasi Penerbangan	64
BAB 4 PERHITUNGAN DAN ANALISIS TEKNO EKONOMI	69

4.1. Pendapatan	69
4.2. Biaya Investasi (CAPEX) dan Biaya Operasional (OPEX).....	71
4.3. Perhitungan Tekno Ekonomi	72
4.4. Replacement Analysis.....	75
BAB 5 KESIMPULAN	78
DAFTAR REFERENSI.....	79



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Pertumbuhan dan Perkiraan Penumpang di kasawan Asia Pasfik (dalam jutaan).....	2
Gambar 1.2	Jumlah Kecelakaan Penerbangan di Indonesia.....	3
Gambar 1.3	Pelayanan yang diberikan oleh Flight Information Region.....	4
Gambar 1.4	Pembagian Wilayah FIR di Indonesia.....	5
Gambar 1.5	Jaringan Komunikasi Penerbangan di Indonesia dan Negara tetangga.....	6
Gambar 1.6	Posisi Indonesia di wilayah Asia Pasifik.....	6
Gambar 2.1	Pembagian Ruang Udara.....	11
Gambar 2.2	Bagan Alur CNS ATM.....	15
Gambar 2.3	Kondisi CNS ATM Global saat ini.....	16
Gambar 2.4	Evolusi Sistem Komunikasi Penerbangan.....	18
Gambar 2.5	Ilustrasi Evolusi Sistem Komunikasi Penerbangan.....	20
Gambar 2.6	Evolusi Sistem Navigasi Penerbangan.....	22
Gambar 2.7	Ilustrasi Evolusi Sistem Navigasi Penerbangan.....	23
Gambar 2.8	Evolusi Sistem Pengamatan Penerbangan.....	25
Gambar 2.9	Ilustrasi Evolusi Sistem Pengamatan Penerbangan.....	26
Gambar 2.10	Peta Pelayanan Aeronautika Bergerak untuk ruang udara ADC.....	30
Gambar 2.11	Area Pelayanan RADAR di Indonesia.....	30
Gambar 2.12	Peta Jaringan ATN Wilayah Asia Pasifik.....	35
Gambar 2.13	Konfigurasi Jaringan ATN di Indonesia.....	36
Gambar 2.14	Ilustrasi <i>Present Worth</i>	42
Gambar 2.15	Ilustrasi <i>Annual Worth</i>	42
Gambar 2.16	Ilustrasi <i>Future Worth</i>	43
Gambar 3.1	Bagan Alur Analisis Penggantian.....	47
Gambar 3.2	Peta Keputusan <i>Replacement Analysis</i>	48
Gambar 3.3	Contoh Jalur Penerbangan antara Ujung Pandang - Makassar.....	55
Gambar 3.4	Sistem Yang Terintegrasi Pada FIR Ujung Pandang.....	60
Gambar 3.5	RDP FIR Jakarta Baru.....	61
Gambar 3.6	FDP FIR Jakarta Baru.....	62
Gambar 3.7	Posisi Indonesia Dalam Jaringan ATN Asia Pasifik.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Contoh Perhitungan Biaya Menggunakan Ekonomi Teknik	43
Tabel 3.1	Perbandingan Fasilitas Komunikasi Penerbangan di FIR Ujung Pandang dan FIR Jakarta	50
Tabel 3.2	Tarif Pelayanan Jasa Penerbangan.....	53
Tabel 3.3	Data Pendapatan Pelayanan Jasa Penerbangan di FIR Ujung Pandang.....	55
Tabel 3.4	Perkiraan Pergerakan Pesawat Udara di Indonesia	56
Tabel 3.5	Perkiraan Jumlah Armada Pesawat Udara di Indonesia	57
Tabel 3.6	Pertumbuhan Pergerakan Pesawat Udara di FIR Ujung Pandang	57
Tabel 3.7	Fasilitas yang akan dilakukan Penggantian	63
Tabel 3.8	CAPEX Penggantian Fasilitas Komunikasi Penerbangan di FIR Ujung Pandang.....	66
Tabel 3.9	Beban OPEX di FIR Ujung Pandang.....	68
Tabel 4.1	Perkiraan Pendapatan Pelayanan Jasa Penerbangan di FIR Ujung Pandang ..	70
Tabel 4.2	CAPEX Keseluruhan Penyempurnaan Fasilitas Komunikasi Penerbangan di FIR Ujung Pandang.....	71
Tabel 4.3	Perkiraan Biaya OPEX di FIR Ujung Pandang	72
Tabel 4.4	Perhitungan Tekno Ekonomi	73
Tabel 4.5	Perbandingan Alternatif 1, Alternatif 3, dan Alternatif 4	75
Tabel 4.6	Perbandingan nilai PW, AW, dan FW dari keempat Alternatif.....	76
Tabel 4.7	Perbandingan nilai CAPEX Alternatif 1 Mengacu Ke Alternatif 2.....	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Struktur ATS Route di Indonesia.....	81
Lampiran 2	Rincian Perhitungan Nilai Capex.....	82
Lampiran 3	Rincian Beban OPEX FIR Ujung Pandang	84
Lampiran 4	Perhitungan Tekno Ekonomi Alternatif 1, Alternatif 2, Alternatif 3, Alternatif 4	85



DAFTAR ISTILAH

ACC	:	Area Control Centre or Area Control
ADC	:	Aerodrome Control
ADS	:	Automatic Dependent Surveillance
AFIS	:	Aerodrome Flight Information Service
AFTN	:	Aeronautical Fixed Telecommunication Network
A/G	:	Air to Ground
AIDC	:	ATS Interfacility Data Communication
AMHS	:	ATS Message Handling System
AMSC	:	Automatic Message Switching Centre
APP	:	Approach Control
ATC	:	Air Traffic Control
ATIS	:	Automatic Terminal Information Service
ATN	:	Aeronautical Telecommunication Network
ATS	:	Air Traffic Services
AW	:	Annual Worth
CAPEX	:	Capital Expenditure
CPDLC	:	Controller Pilot Data Link Communication
DME	:	Distance Measurement Equipment
DVOR	:	Doppler VHF Omni-directional Range
EOY	:	End Of Year
FIC	:	Flight Information Centre
FIR	:	Flight Information Region
FIS	:	Flight Information Service
FW	:	Future Worth
ICAO	:	International Civil Aviation Organization
IFR	:	Instruments Flight Rules
ILS	:	Instruments Landing System
JAATS	:	Jakarta Automation Air Traffic Services
MARR	:	Minimum Attractive Rate of Return
MATSC	:	Makassar Air Traffic Service Centre
NDB	:	Non-Directional Beacon
NM	:	Nautical Mile
NPV	:	Net Present Value
NPW	:	Net Present Worth
OPEX	:	Operating Expenditure
PW	:	Present Worth
SSR	:	Secondary Surveillance Radar
VHF	:	Very High Frequency

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi adalah pemindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Transportasi merupakan salah satu mata rantai jaringan distribusi barang dan mobilitas penumpang yang berkembang sangat dinamis, serta berperan di dalam mendukung, mendorong dan menunjang segala aspek kehidupan baik dalam pembangunan politik, ekonomi, sosial budaya dan pertahanan keamanan.

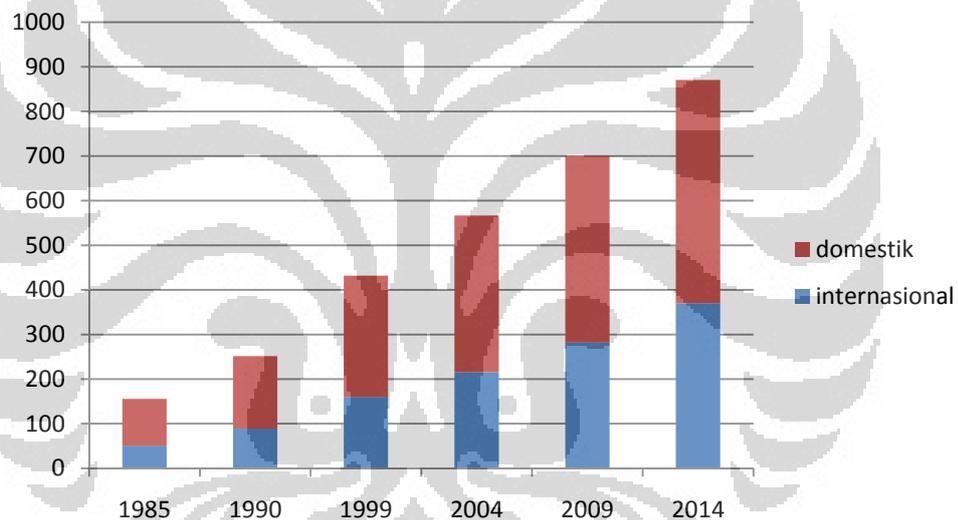
Pada kurun waktu 1995 - 1999 pelayanan transportasi udara mengalami keterpurukan terkait dengan krisis ekonomi yang terjadi sejak pertengahan tahun 1997. Pada tahun 1995 penumpang penerbangan dalam negeri mencapai 12,22 juta orang, sedangkan pada tahun 1999 menurun tajam menjadi 6,37 juta orang, sehingga terjadi pertumbuhan rata-rata per tahun sebesar -12,88%. Pada tahun 1995 penumpang penerbangan luar negeri mencapai 7,8 juta orang dan pada tahun 1999 menjadi 7,9 juta orang, sehingga terjadi pertumbuhan rata-rata sebesar 1% per tahun[1]. Oleh karenanya perkembangan transportasi udara (selanjutnya disebut penerbangan) sangat mempengaruhi perkembangan sebuah kota bahkan Negara.

Keselamatan penerbangan adalah suatu keadaan terpenuhinya persyaratan keselamatan dalam pemanfaatan wilayah udara, pesawat udara, Bandar udara, angkutan udara, navigasi penerbangan, serta fasilitas penunjang dan fasilitas umum lainnya [2]. Oleh karenanya perputaran informasi penting di dunia penerbangan mendesak adanya, informasi ini terkait dengan :

- a *Flight level* (tingkat ketinggian)
- b Meteorologi
- c Jalur penerbangan
- d Estimasi waktu

e dan lain lain

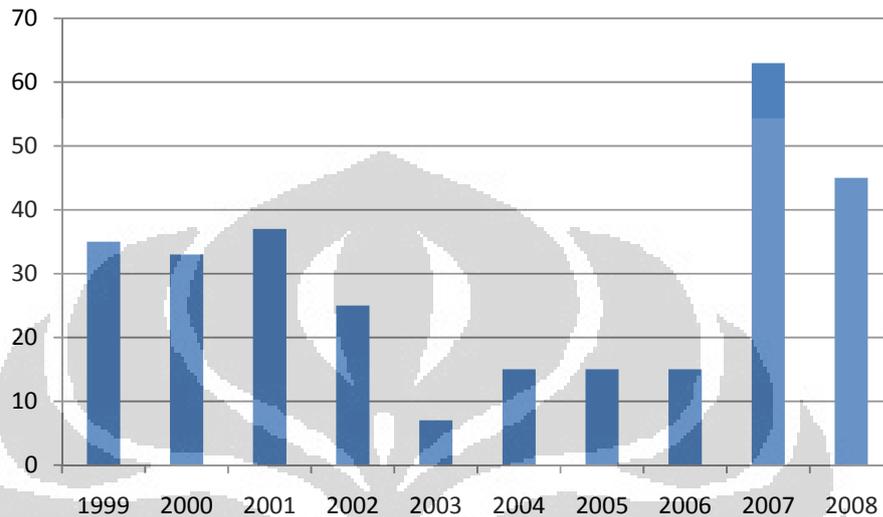
Tingginya pergerakan (*traffic*) pesawat udara sangat berpengaruh terhadap pengaturan lalu lintas penerbangan yang membutuhkan ketepatan dalam pengaturan sehingga insiden dan aksiden di dunia penerbangan dapat dihindari. Meningkatnya jumlah penerbangan menyebabkan faktor keselamatan penerbangan menjadi hal utama, karena pertumbuhan menjadi pertimbangan dalam pengaturan lalu lintas penerbangan. Hal ini dapat dilihat dari tingginya pertumbuhan jumlah pergerakan penerbangan di wilayah Asia Pasifik[3] (region dimana Indonesia berada) pada Gambar 1.1 di bawah.



Gambar 1.1 Grafik Pertumbuhan dan Perkiraan Penumpang Di Kawasan Asia Pasifik (dalam jutaan)

Tragedi hilangnya pesawat udara Adam Air dengan nomor penerbangan 574 pada 1 Januari 2007 di selat Makassar bisa menjadi contoh betapa prosedur pengaturan lalu lintas penerbangan dapat mendeteksi terjadinya *accident* penerbangan. Selain disebabkan oleh faktor pesawat terbang, faktor pengaturan lalu lintas dapat mendeteksi kejadian yang tidak diinginkan tersebut. Di Indonesia sendiri

kecelakaan penerbangan semakin tinggi sesuai dengan tingginya jumlah pergerakan pesawat terbang. Gambar 1.2 menggambarkan grafik data kecelakaan penerbangan di Indonesia tahun 1999 – 2008[4] :



Gambar 1.2 Jumlah Kecelakaan Penerbangan di Indonesia

Berdasarkan data di atas memang jumlah kecelakaan tidak sejalan dengan jumlah pertumbuhan pergerakan, namun penurunan signifikan pada tahun 2007 ke 2008 merupakan efek dari perbaikan yang dilakukan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara terkait dengan pelarangan terbang seluruh maskapai penerbangan Indonesia oleh Otoritas Penerbangan Sipil Uni Eropa.

Melalui badan khusus yang membidangi penerbangan sipil, PBB membentuk *International Civil Aviation Organization* (ICAO) yang didirikan pada tahun 1944 dengan tujuan untuk mempromosikan pembangunan penerbangan sipil di seluruh dunia yang aman dan tertib. ICAO memiliki fungsi untuk menerapkan standar dan peraturan yang diperlukan untuk keselamatan penerbangan, keamanan, efisiensi dan keteraturan, penerbangan kepada seluruh negara anggotanya[5].

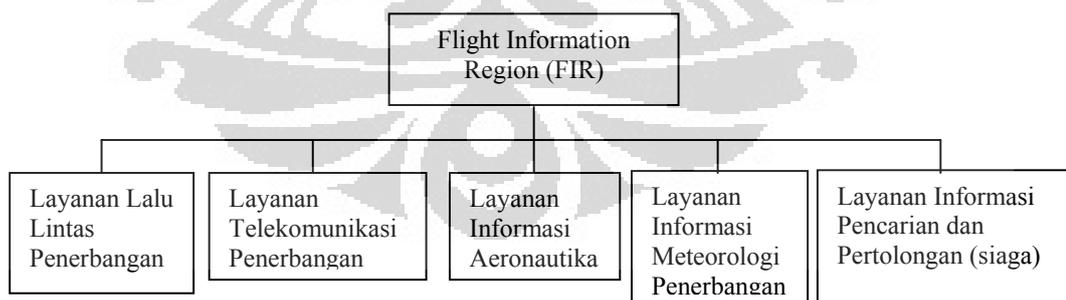
Menurut Undang-undang no. 1 tahun 2009 tentang Penerbangan, navigasi penerbangan mempunyai tujuan sebagai berikut:

- a. terwujudnya penyediaan jasa pelayanan navigasi penerbangan sesuai dengan standar yang berlaku;
- b. terwujudnya efisiensi penerbangan; dan
- c. terwujudnya suatu jaringan pelayanan navigasi penerbangan secara terpadu, serasi, dan harmonis dalam lingkup nasional, regional, dan internasional.

Selain tujuan navigasi penerbangan memiliki jenis jenis pelayanan. Jenis jenis pelayanan navigasi penerbangan meliputi :

- a. pelayanan lalu lintas penerbangan (*air traffic services*);
- b. pelayanan telekomunikasi penerbangan (*aeronautical telecommunication services*);
- c. pelayanan informasi aeronautika (*aeronautical information services*);
- d. pelayanan informasi meteorologi penerbangan (*aeronautical meteorological services*); dan
- e. pelayanan informasi pencarian dan pertolongan (*search and rescue*).

Untuk mendukung jenis jenis pelayanan tersebut diwilayah udara maka dibentuklah FIR (*Flight Information Region*). FIR adalah suatu ruang udara dengan batas batas tertentu yang telah ditentukan, dimana pelayanan informasi penerbangan (*Flight Information Service*) dan pelayanan siaga (*alerting service*) diberikan [6], pelayanan dimaksud tergambar seperti Gambar 1.3 di bawah.



Gambar 1.3 Pelayanan Yang Diberikan Oleh Flight Information Region

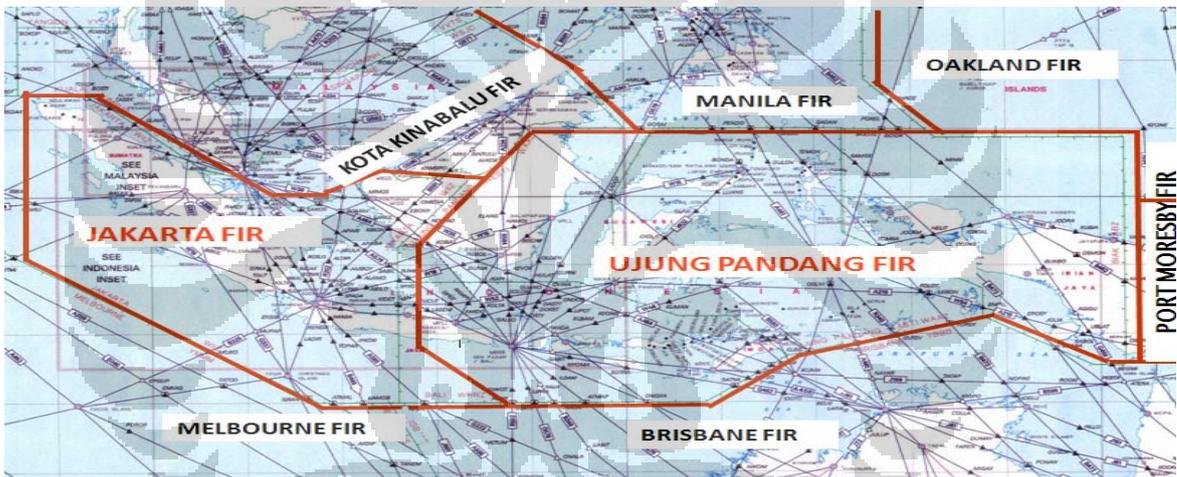
Pembagian wilayah FIR ini mendasari akan beban trafik yang melintasi wilayah udara yang dilayani. Dalam konteks ruang udara nasional yang memiliki luas 2.219.629 NM², saat ini dibagi menjadi dua wilayah informasi penerbangan seperti dijelaskan pada Gambar 1.4 (*flight information region/FIR*) [7], yang sebelumnya lima FIR yaitu :

FIR Jakarta (wilayah barat Indonesia)

Merupakan penggabungan dari FIR Jakarta dan FIR Medan

FIR Ujung Pandang (wilayah timur Indonesia)

Merupakan penggabungan dari FIR Ujung Pandang, FIR Bali dan FIR Biak.

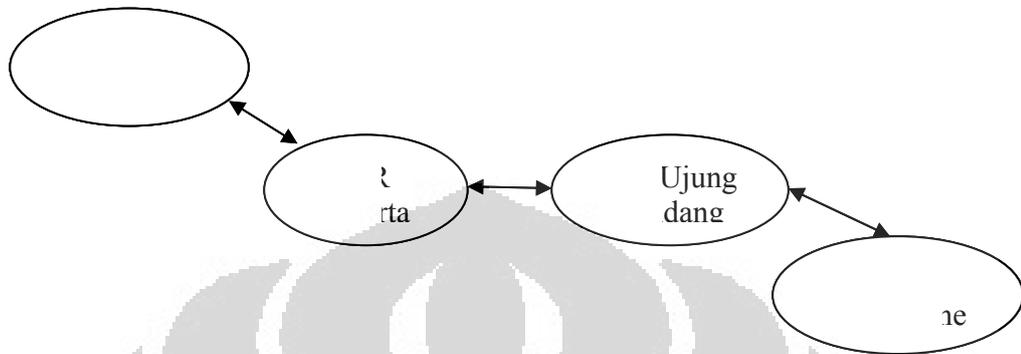


Gambar 1.4 Pembagian Wilayah FIR di Indonesia

Perubahan pada sistem fasilitas pendukung yang bertujuan untuk menunjang konvergensi teknologi dibidang telekomunikasi penerbangan sesuai dengan arahan ICAO. ICAO sendiri menetapkan pada 2015 diharapkan konvergensi teknologi ini sudah dapat diimplementasikan untuk mendukung perputaran data penerbangan di wilayah Asia Pasifik sudah dapat terintegrasi dengan sistem ini.

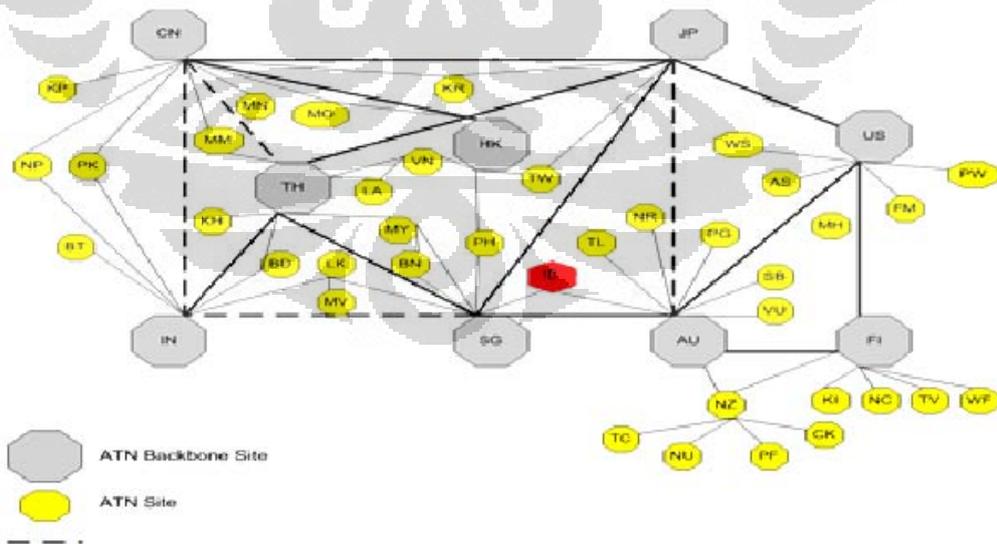
Saat ini jaringan komunikasi penerbangan di Indonesia yang berbasis pada AFTN (*Aeronautical Fixed Telecommunication Network*), AFTN menjelaskan system

jaringan FIR di wilayah Indonesia dan hubungannya ke FIR negara tetangga, seperti pada Gambar 1.5 di bawah :



Gambar 1.5 Jaringan Komunikasi Penerbangan di Indonesia dan Negara tetangga

Pada perkembangannya AFTN akan bermigrasi menjadi *Aeronautical Telecommunication Network* (ATN). Dimana jaringan ATN ini berfungsi menampung semua data-data yang akan dilayani oleh FIR yang melayani wilayah udaranya, baik perputaran data yang bersifat *ground-ground* maupun yang bersifat *air-ground* [8].



Gambar 1.6 Posisi Indonesia di wilayah Asia Pasifik

Melihat konsep jaringan ATN wilayah Asia Pasifik pada Gambar 1.6 di atas, dapat dilihat bahwa Indonesia berada pada posisi strategis yaitu sebagai jaringan cadangan yang menghubungkan antara ATN *Backbone Site* Singapore dan ATN *Backbone Site* Australia (FIR Melbourne). Sehingga apabila *backbone* utama ini terputus maka perputaran berita penerbangan akan melalui Indonesia yang memiliki 2 FIR.

Selain faktor konsep jaringan ATN, penetapan implementasi “*New Flight Plan Format*” pada November 2012 oleh ICAO menjadi pertimbangan dalam melakukan penyesuaian pada fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang.

Saat ini FIR Jakarta (terpusat di Bandara Soekarno Hatta) akan melakukan migrasi ke sistem baru. Sedangkan pada FIR Ujung Pandang (berpusat pada Bandara Sultan Hasanuddin) sudah lebih dahulu melakukan penggantian pada tahun 2005. Namun pergantian ini belum memenuhi harapan karena dalam praktiknya sudah dilakukan dua kali pembaharuan untuk fasilitas di Ujung Pandang.

Oleh karena itu perlu dilakukan pembaharuan ulang terhadap fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang, sehingga kemampuannya setara dengan kemampuan fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Jakarta baru pada tahun 2012. Kemampuan fasilitas di FIR Jakarta Baru telah diberikan kemampuan untuk melakukan komunikasi data antara pesawat dengan pengatur lalu lintas udara.

1.2 Identifikasi Masalah

Melihat deskripsi di atas maka permasalahan dalam pengembangan fasilitas FIR Ujung Pandang untuk menunjang keselamatan penerbangan dapat diidentifikasi sebagai berikut :

- a. Trafik jaringan akan terus bertambah sedangkan teknologi yang ada saat ini diperkirakan tidak akan mencukupi
- b. Konvergensi teknologi pada FIR Ujung Pandang harus dilakukan untuk penyesuaian dengan peralatan baru yang dipasang pada FIR Jakarta.

- c. Sebagai jaringan cadangan dalam sistem ATN di wilayah Asia Pasifik. Indonesia membutuhkan fasilitas yang setara sesuai dengan persyaratan dari ICAO untuk menjamin keselamatan penerbangan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan permasalahan di atas maka dapat disusun rumusan masalah yang digunakan sebagai petunjuk dalam melaksanakan penelitian, terdapat dua pilihan dalam melakukan penyesuaian pada fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang sesuai dengan ketentuan yang diberikan oleh ICAO dengan menganalisa secara tekno ekonomi, dengan pilihan penyesuaian yaitu :

- a. Peningkatan kapasitas (*upgrade*) fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang dengan dua tahapan *upgrade*.
- b. Penggantian keseluruhan fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang sesuai dengan fasilitas baru di FIR Jakarta.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pilihan penggantian Fasilitas Komunikasi Penerbangan pada FIR Ujung Pandang agar sesuai dengan konsep yang diberikan oleh ICAO secara optimum. Dengan melakukan perhitungan dari sisi teknis dan ekonomis, tanpa mengabaikan standar untuk menunjang keselamatan penerbangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Memberikan rekomendasi kepada pemerintah dalam hal ini Direktorat Jenderal Perhubungan Udara untuk mempertimbangkan pilihan dalam melakukan penyesuaian terhadap fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang, sebagai pengaruh dari pembaharuan yang dilakukan di FIR Jakarta dan tuntutan ICAO terkait dengan implementasi *new* CNS ATM pada tahun 2015.

- b. Sebagai bahan referensi di bidang pendidikan navigasi penerbangan terkait dengan perencanaan pembangunan fasilitas komunikasi penerbangan.
- c. Menjelaskan bahwa pengembangan infrastruktur di bidang penerbangan bersifat global dan setiap Negara harus saling membangun untuk menunjang keselamatan penerbangan.

1.6 Batasan Penelitian

Menghindari meluasnya materi pembahasan penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

- a. Dalam penelitian ini data yang akan digunakan adalah data historis dari fasilitas yang telah ada di FIR Ujung Pandang, dengan membandingkan fasilitas baru yang dipasang di FIR Jakarta.
- b. Penelitian terhadap jenis investasi pada fasilitas komunikasi yang dibutuhkan dalam tahapan penyesuaian di FIR Ujung Pandang.
- c. Masa penggunaan fasilitas adalah 20 tahun sesuai dengan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara no. SKEP.157/IX/2003 tahun 2003 tentang pemeliharaan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan.
- d. Hasil akhir dari penelitian ini tidak akan sampai ke tahap pelaksanaan dan pengujian.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan ini menggunakan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan latar belakang penulisan, perumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI KEPUSTAKAAN

Bagian ini menjelaskan secara umum mengenai konvergensi telekomunikasi penerbangan, yang dituangkan dalam bentuk konsep CNS/ATM sesuai

tuntutan navigasi penerbangan di masa mendatang, pengaturan arus lalu lintas penerbangan, dan kondisi layanan navigasi penerbangan di Indonesia.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dipaparkan mengenai teori tekno ekonomi, tahapan pengumpulan data, tahap identifikasi analisa penggantian fasilitas komunikasi penerbangan pada FIR Ujung Pandang.

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISIS TEKNO EKONOMI

Bab ini membahas pengolahan data hingga perumusan menggunakan perhitungan tekno ekonomi – *replacement analysis*.

BAB V KESIMPULAN

Berisi kesimpulan dari penulisan tesis ini.



BAB 2

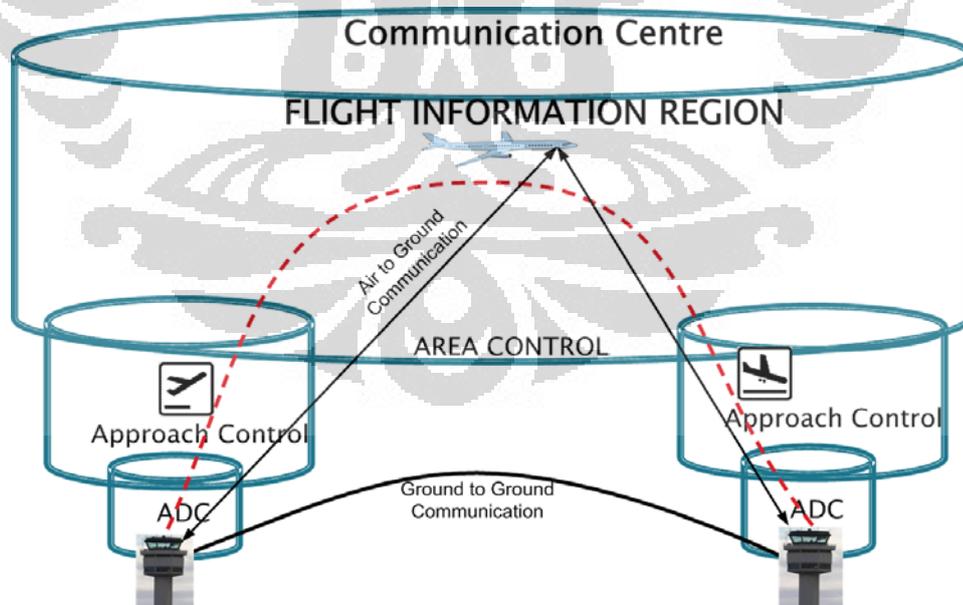
STUDY KEPUSTAKAAN

2.1 Konsep Navigasi Penerbangan

Pengertian dari navigasi penerbangan sesuai dengan konsep yang ditetapkan oleh ICAO (*International Civil Aviation Organization*) yang dituangkan dalam undang-undang penerbangan adalah proses mengarahkan gerak pesawat udara dari satu titik ke titik yang lain dengan selamat dan lancar untuk menghindari bahaya dan/atau rintangan penerbangan. Dalam pelaksanaannya ada beberapa hal yang menjadi faktor utama dalam mendukung operasional navigasi penerbangan, antara lain :

2.1.1 Manajemen Ruang Udara

Berdasarkan *Document ICAO no. 9426 tentang ATS Planning Manual* yang menjelaskan bahwa pelayanan ruang udara pada dasarnya dibagi menjadi dua wilayah udara dan satu regional ruang udara[9], seperti pada Gambar 2.1 di bawah :



Gambar 2.1 Pembagian Ruang Udara

a. Wilayah Udara Terkendali (*Controlled Airspace*)

Wilayah udara terkendali (*controlled airspace*) adalah wilayah udara yang penggunaannya diatur oleh unit-unit ATS (*air traffic service*). Penerbang wajib menaati perintah yang diberikan oleh pengatur lalu lintas penerbangan. Wilayah udara terkendali dibagi kembali menjadi beberapa kelas berdasarkan kewenangan, luas dan ketinggian dari ruang udara yang tersedia. Yaitu :

(1) *Aerodrome Controll Tower (ADC)*

Wilayah kerja ADC adalah wilayah dimana seorang pengatur lalu lintas udara dapat melihat kedatangan dan keberangkatan dengan visual, yang berarti seorang pengatur lalu lintas udara dapat melihat pergerakan pesawat secara visual dari atas menara pengawas (*tower*). Umumnya hingga ketinggian 10.000 kaki. Dengan luas 5 NM dari bandara.

(2) *Approach Controll Office (APP)*

Wilayah kerja dari APP adalah wilayah yang mencakup dari beberapa ADC, pada umumnya wilayah kerja APP ini diatur oleh unit kerja APP yang bertugas untuk menerima dan mengirimkan pergerakan pesawat untuk mendekati ruang udara ADC yang dituju, selain itu APP juga bertugas untuk memberikan *clearance* (izin) bagi pesawat untuk memasuki wilayah kerja ACC maupun memberikan jalur bagi pesawat udara yang akan masuk ke wilayahnya. Di beberapa wilayah APP di Indonesia, unit kerja APP sudah menggunakan Radar sebagai fasilitas bantu dalam mengatur pergerakan pesawat. Wilayah kerja APP di Indonesia (sesuai yang dinyatakan oleh ICAO) adalah kisaran 10.000 kaki hingga 17.000 kaki dengan luas wilayahnya mencapai 25 -30 NM

(3) *Area Controll Centre (ACC)*

Wilayah kerja dari ACC adalah wilayah yang mencakup dari beberapa APP, pada umumnya wilayah kerja ACC ini diatur oleh unit kerja ACC yang bertugas untuk menerima dan mengirimkan pergerakan pesawat untuk memasuki ruang udara APP yang dituju, selain itu ACC juga bertugas untuk memberikan *clearance* (izin) bagi pesawat untuk memasuki wilayah kerja

ACC yang berada di sekitarnya maupun memberikan jalur bagi pesawat udara yang akan masuk ke wilayahnya. Di Indonesia wilayah ACC terdiri dari 2 ACC (ACC Jakarta dan ACC Makasar), unit kerja ACC menggunakan Radar sebagai fasilitas bantu dalam mengatur pergerakan pesawat. Wilayah kerja ACC di Indonesia (sesuai yang di declear ICAO) adalah kisaran 17.000 kaki hingga 24.000 kaki .

b. Wilayah Udara Tidak Terkendali (*Uncontrolled Airspace*)

Wilayah udara tidak terkendali adalah ruang udara yang wilayahnya tidak terlalu padat atau jangkauan wilayahnya yang terlalu tinggi dan jauh. Perbedaan yang mendasar antara *controlled air space* dengan *uncontrolled airspace* adalah petugas pengatur ruang udara *uncontrolled airspace* hanya memberikan informasi kepada pesawat. Unit-unit ATS tersebut adalah :

(1) RDARA (*Regional Domestic Air Route Area*)

Adalah ruang udara yang berada diantara wilayah udara ADC dan berada di bawah wilayah kerja APP, yang membedakannya adalah kewenangannya, sesuai dengan tulisan di atas bahwa *uncontrolled airspace* hanya memberikan informasi bukan mengatur pergerakan, dan pesawat juga hanya bertugas untuk melaporkan posisinya kepada petugas RDARA.

(2) MWARA (*Major World Air Route Area*)

Pada prinsipnya MWARA mirip dengan RDARA, yang mendasar perbedaannya, wilayah kerja MWARA meliputi ruang udara di atas wilayah udara ACC, dan ruang udara bebas (tidak berada dalam naungan ACC negara manapun) yang umumnya berada di atas lautan luas, diberikan informasi oleh unit kerja MWARA ini. Khusus di wilayah Indonesia, maka unit kerja MWARA menaungi wilayah udara di atas ketinggian 24.000 kaki. Yang luasnya sesuai dengan luas wilayah udara unit kerja ACC.

c. *Flight Information Region (FIR)*

Flight information region adalah pembagian ruang udara dengan dimensi yang ditetapkan, dimana *flight information service (FIS)* dan *alerting service* tersedia.

FIR merupakan wilayah peredaran data pada satu wilayah yang menggabungkan beberapa ruang udara. Pada penerapannya FIR memiliki Unit-unit ATS (*Air Traffic Service*) yang bernaung di bawahnya, yaitu :

(1) *Communication Centre Station*

Adalah pusat pengendalian data penerbangan, *Communication Centre (Comm Centre)* bertugas untuk menghimpun, menerima data dan mendistribusikan data kepada unit – unit ATS di bawahnya dan juga mengirimkan dan menerima informasi ke unit – unit ATS yang bertugas mengatur lalu lintas penerbangan (umumnya berada di wilayah lalu lintas penerbangan ACC) dan melakukan pertukaran data dengan *Comm Centre* yang terhubung.

(2) *SubCommunication Station*

Sub Communication Station (subcomm station) bertugas menghimpun data dan mendistribusikan ke *comm centre* di atasnya dan *tributary station* yang berada di bawahnya, juga memberikan dan menghimpun data ke unit ATS pengatur lalu lintas udara yang berada di bandarannya (umumnya berada di wilayah udara APP).

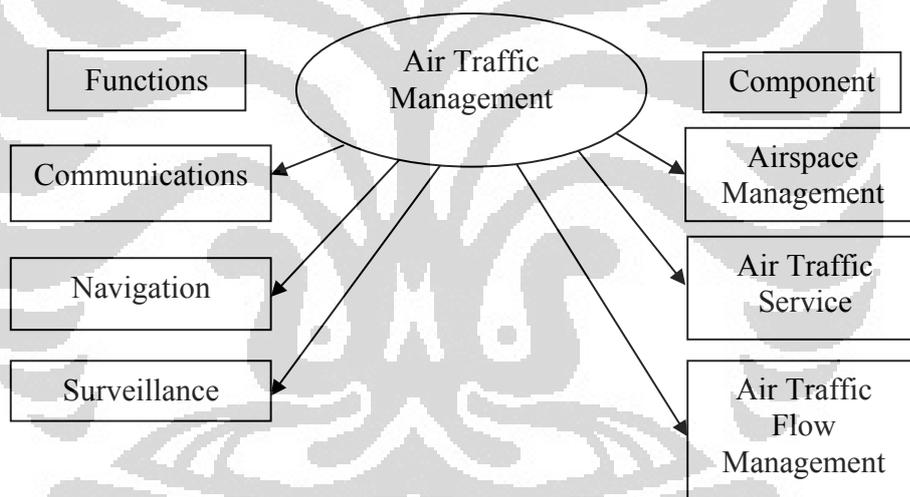
(3) *Tributary Station*

Tributary station bertugas menghimpun data dan mendistribusikan ke *Subcomm station* di atasnya, juga memberikan dan menghimpun data ke unit ATS pengatur lalu lintas udara yang berada di bandarannya (umumnya berada di wilayah udara yang hanya menggunakan ruang udara ADC) dan *uncontrolled airspace*.

Jaringan komunikasi data penerbangan disebut dengan AFTN (*Aeronautical Fixed Telecommunication Network*) dengan menggunakan media VSAT sebagai media transmisinya. Selain media VSAT juga menggunakan media HF Data Link.

2.1.2 Konsep CNS ATM

Sejarah dari konsep CNS ATM[3] berawal pada tahun 1966, ketika itu terselenggaranya pertemuan ICAO *Operational/Communication Division Meeting* yang membahas tentang pengimplementasian satelit sebagai pemecahan masalah terhadap belum tercapainya komunikasi penerbangan yang mencakup ruang udara di atas wilayah perairan (lautan), yang kemudian berlanjut dengan pada tahun 1988 dibentuk komite yang membuat konsep mengenai FANS (*Future Air Navigation System*). Pada tahun 1991 ICAO menerbitkan konsep pertama dari CNS ATM (*Communication Navigation Surveillance Air Traffic Management*), yang kemudian terus disempurnakan hingga pada tahun 1999 disepakati *Global Plan for CNS ATM system* dengan bagan alur pengembangan seperti pada Gambar 2.2 di bawah ini :



Gambar 2.2 Bagan alur CNS ATM

CNS ATM sendiri memiliki tujuan untuk meningkatkan keselamatan penerbangan, mengoptimalkan ruang udara, dan mempercepat aliran data penerbangan. Tujuan tersebut seiring dengan semakin tingginya permintaan terhadap industri penerbangan

Kondisi fasilitas CNS ATM saat ini yang digunakan secara global diilustrasikan Gmbar 2.3 di bawah :

Kondisi Fasilitas Komunikasi, Navigasi dan Pengamatan Penerbangan Saat

Communication	Navigation	Surveillance
Air-ground <u>Voice</u> <u>Data</u> VHF Very Limited HF	Established Route Tracks (Ocean) En-route VOR DME NDB Landing ILS	Primary RADAR Secondary RADAR Ground Direction Finder Voice Report
Ground – ground <u>Voice</u> <u>Data</u> Phone Wire AFTN VHF		

Gambar 2.3 Kondisi CNS ATM global saat ini

Tujuan dari konsep CNS ATM adalah :

- a Dari sisi keselamatan adalah untuk mempertahankan dan meningkatkan tingkat keselamatan dalam menghadapi kepadatan lalu lintas tinggi
- b Dari sisi kapasitas ruang udara adalah untuk mempertahankan dan meningkatkan tingkat keselamatan dalam menghadapi kepadatan lalu lintas yang lebih tinggi Untuk menyediakan kontrol lalu lintas udara kapasitas untuk menangani lalu lintas udara untuk memenuhi perkiraan permintaan tanpa penundaan yang signifikan
- c Dari sisi efisiensi regulasi untuk mengaktifkan semua pengguna wilayah udara untuk beroperasi secara efisien untuk mengakomodirkebutuhan penerbangan baik sipil maupun militer.
- d Dari sisi pelayanan untuk memberikan layanan ATM yang diperlukan dengan cara yang hemat biaya
- e Dari sisi penyeragaman aturan dan standar adalah untuk memberikan interoperabilitas dengan ruang udara yang berdekatan dengan mengadopsi standar umum, spesifikasi dan fungsi yang terstandarisasi dalam lingkup ATM

CNS/ATM merupakan singkatan dari *Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management*. Ada empat element dalam CNS/ATM yaitu:

2.1.2.1 Komunikasi (*Communication*)

Dalam hal komunikasi, hal yang akan dilakukan pengembangan adalah komunikasi VHF yang dipakai akan dikembangkan sehingga bisa digunakan untuk mengirim data digital, data satelit, dan komunikasi suara, dan mampu untuk terhubung ke seluruh ruang udara. *Secondary Surveillance Radar (SSR)* mode S dapat mengcover lebih luas ruang udara, mampu mengirim data digital antara udara ke pengawas di darat. *Aeronautical Telecommunication Network (ATN)* akan menyediakan pertukaran data digital antar pengguna dalam komunikasi udara-ground dan ground-ground. Keuntungan yang diharapkan adalah akan tercipta komunikasi langsung dan efisien antara ground dan *airborne automated systems* dalam komunikasi *pilot/controller*.

Komunikasi merupakan bagian dari CNS yang mengalami banyak perkembangan, seiring dengan perkembangan teknologi telekomunikasi di dunia saat ini, hal ini sangat berpengaruh pada teknologi komunikasi yang digunakan dalam penerbangan.

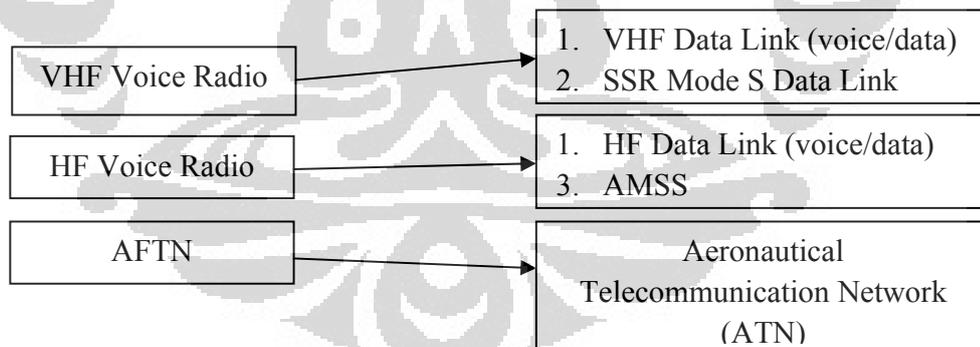
Secara umum pergerakan tren komunikasi dari komunikasi suara ke komunikasi data mempengaruhi terhadap perubahan komunikasi dibidang penerbangan, tanpa mengabaikan parameter yang ada dibidang komunikasi penerbangan, antara lain :

- a *Transaction time* yaitu waktu maksimum untuk penyelesaian operasional transaksi komunikasi (komunikasi dua arah) setelah dilakukan komunikasi yang sesuai dengan prosedur awal (atau alternatif bila terjadi gangguan komunikasi).
- b *Integrity* (integritas) yaitu kemungkinan terjadinya kesalahan (*error*) dalam operasional transaksi komunikasi.
- c *Availability* (ketersediaan) yaitu kemungkinan terjadinya operasional transaksi komunikasi yang sesuai akan kebutuhan (baik diudara maupun didarat)
- d *Continuity* (berkelanjutan) yaitu kemungkinan terjadinya operasional transaksi komunikasi yang berkelanjutan dalam satu waktu komunikasi.

Secara umum fasilitas komunikasi penerbangan yang ada saat ini adalah sebagai berikut [10] :

- a Fasilitas komunikasi lalu lintas penerbangan, fasilitas yang digunakan untuk komunikasi antara pengawas (*controller*) dengan penerbang (*pilot*). Dengan peralatan antara lain :
- (1) VHF *Air Ground Communication*
 - (2) HF *Air Ground Communication*
 - (3) ATIS (*Aerodrome Terminal Information System*)
- b Fasilitas komunikasi antar stasiun komunikasi penerbangan, fasilitas ini umumnya digunakan untuk mendukung jaringan AFTN dengan peralatan antara lain :
- (1) HF – SSB
 - (2) *Teleprinter*
 - (3) AMSC (*Automatic Message Switching System*)
 - (4) VSCS (*Voice Switching Communication System*)
 - (5) *Radio Link*

Sedangkan sesuai arahan (*guidelines*) yang ditetapkan oleh ICAO berdasarkan *global plan* tersebut maka ditetapkan bahwa evolusi komunikasi penerbangan adalah seperti Gambar 2.4 di bawah:



Gambar 2.4 Evolusi Sistem Komunikasi Penerbangan

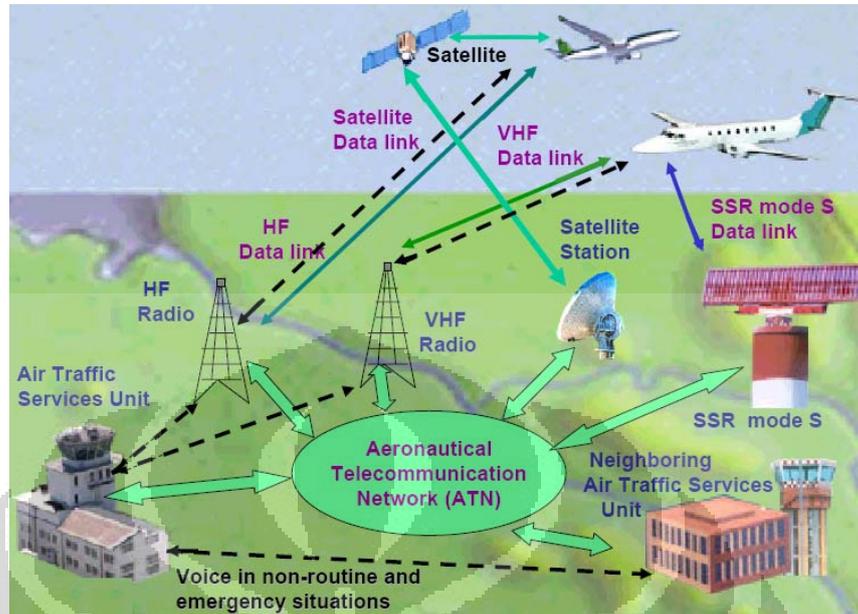
Pada Gambar 2.4 di atas menjelaskan alur perubahan trend komunikasi penerbangan yang akan datang dimana sistem komunikasi udara ke darat (*air- ground communication*) yang saat ini berbasis pada sistem radio VHF *Voice* yang berfungsi

sebagai sistem komunikasi dalam ruang udara teratur (*controlled air spaced*) akan berganti menjadi VHF Data Link (yaitu sistem komunikasi berbasis data dengan penggunaan voice tetap ada, namun tidak sebagai sistem utama) dan SSR Mode S data Link (yaitu sistem komunikasi yang digabungkan dengan surveillance (SSR/Secondary Surveillance RADAR) dengan sistem mode S, sehingga komunikasi tidak hanya bersifat imajiner namun juga tampilan RADAR)

Sedangkan sistem radio HF *Voice* yang berfungsi sebagai sistem komunikasi dalam ruang udara tidak diatur yang memiliki jangkauan lebih luas (*uncontrolled airspace*) akan berganti menjadi HF *Data Link* (yaitu sistem komunikasi berbasis data dengan penggunaan *voice* tetap ada, namun bukan sebagai sistem utama). AMSS (*Aeronautical Mobile Satellite Service*) sebagai fasilitas komunikasi berbasis satelit sehingga komunikasi pada ruang udara yang selama ini belum terjangkau menjadi lebih terjangkau.

Pada komunikasi antar unit ATS (*ground-ground communication*) perubahan sistem AFTN (*Aeronautical Fixed Telecommunication Network*) berubah menjadi sistem ATN (*aeronautical telecommunication network*), sistem baru ini merubah sistem yang ada sebelumnya, karena AFTN menjadi sebuah *subnetwork* dari ATN. Karena ATN bersifat lebih global, sedangkan fungsi AFTN akan berubah menjadi AMHS (*Automatic Message Handling System*) yang merupakan salah satu fungsi dari ATN.

Berbagai aplikasi dari evolusi sistem komunikasi penerbangan diilustrasikan pada Gambar 2.5 di bawah :



Gambar 2.5 Ilustrasi Evolusi Fasilitas Komunikasi Penerbangan

Aplikasi-aplikasinya adalah :

- a CPDLC (*Controller Pilot Data link Communication*)

Berfungsi sebagai pengganti peralatan VHF A/G *Communication*, yang berfungsi menghubungkan komunikasi antara penerbang dengan pengatur lalu lintas penerbangan. Dengan CPDLC maka *voice* menjadi sistem pengganti (bukan utama) komunikasi. Sehingga komunikasi yang terjadi antara penerbang dengan pengatur lalu lintas penerbangan menjadi lebih mudah (tidak terjadi lagi kesalahan yang diakibatkan aksen dan kesalahan pengucapan).

- b AMHS (*Automatic Message Handling System*)

Merupakan evolusi dari peralatan AMSC (pada sistem AFTN), dengan menggunakan peralatan ini diharapkan komunikasi data tidak perlu diatur kembali oleh unit ATS di atasnya, namun sudah teralamat dengan sendirinya.

- c *AMSS (Aeronautical Mobil Satellite Service)*
Adalah aplikasi yang memungkinkan terjadinya pertukaran data antar pesawat terbang, dan berkoordinasi dengan posisinya masing-masing. Alat ini juga terhubung ke aplikasi di ATN, sehingga pengatur lalu lintas penerbangan dapat mengawasi pertukaran data tersebut. Selain itu AMSS juga memberikan informasi-informasi mengenai data bandara, data penerbangan dan data meteorologi yang dibutuhkan sesuai dengan cakupan dari FIRnya.
- d *VHF Data Link*
Adalah alat yang digunakan untuk memberikan informasi pertukaran data untuk daerah-daerah yang infrastrukturnya belum memadai. Sehingga untuk mengirimkan data penerbangan cukup dipasangkan peralatan VHF data link ini. Peralatan komunikasi data ini menggunakan protokol *Bit Oriented* dan memakai model referensi OSI (*Open Systems Interconnection*), dirancang sebagai *subnetwork* dari ATN (*Aeronautical Telecommunication Network*) untuk komunikasi digital aeronautika guna kebutuhan *Air Traffic Service / ATS* dan *Airline Operation Centre / AOC*.
- e *AIDC (ATS Inter Facility Data Communication)*
Masih merupakan subnetwork dari ATN yang berfungsi sebagai jaringan komunikasi antara unit pelayanan lalu lintas penerbangan (komunikasi darat udara) dengan unit pelayanan lalu lintas penerbangan (komunikasi darat udara) bandara sekitar atau bandara yang dituju yang terintegrasi dengan *ATN Router*.

2.1.2.2 Navigasi (*Navigation*)

Yang termasuk dalam pengembangan navigasi adalah identifikasi kemampuan area navigasi (RNAV) bersama dengan *global navigation satellite system (GNSS)*. Dalam Annex 10 – *Aeronautical Telecommunication* tertulis bahwa GNSS akan menyediakan pelayanan integritas yang tinggi, akurasi yang tinggi, dan seluruh

keadaan pelayanan navigasi dunia. Sehingga tercapai tujuan agar pesawat udara dapat terbang di seluruh jenis ruang udara.

Dalam konsep CNS ATM sistem navigasi juga mengalami konvergensi utamanya pada pengarahan berbasis satelit. Hal tersebut dikarenakan sistem yang ada saat ini memiliki beberapa keterbatasan pada fungsi fungsi navigasi, antara lain :

a Fungsi *en route* (rambu)

Pada fungsi ini terjadi keterbatasan dalam propagasi dimana jarak jangkau dari fasilitas ini mudah terkena gangguan (*obstacle*) seperti pegunungan, sehingga di beberapa wilayah tidak mendapatkan sinyal dari rambu disekitarnya.

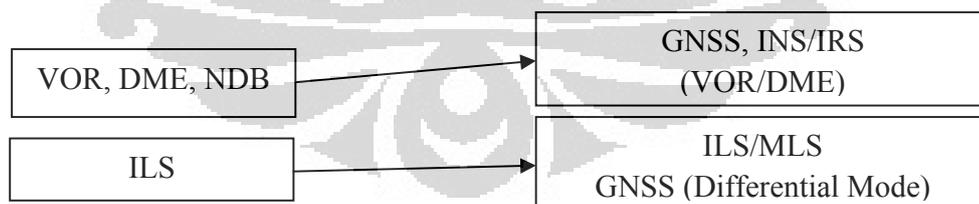
b Fungsi pendaratan (*landing*)

Pada fungsi ini jumlah fasilitas yang terbatas dan posisi pemasangan di darat yang kurang memadai, seperti di bandara yang landasannya berujung di perairan.

c Fungsi pencakupan (area)

Pada fungsi ini khususnya di wilayah perairan luas, seperti samudra sulit untuk menempatkan fasilitas navigasi karena keterbatasan (sumber listrik, dan posisi yang mudah berubah).

Sedangkan sesuai arahan (*guidelines*) yang ditetapkan oleh ICAO berdasarkan global plan tersebut maka ditetapkan bahwa evolusi fasilitas navigasi penerbangan adalah seperti Gambar 2.6 dibawah:

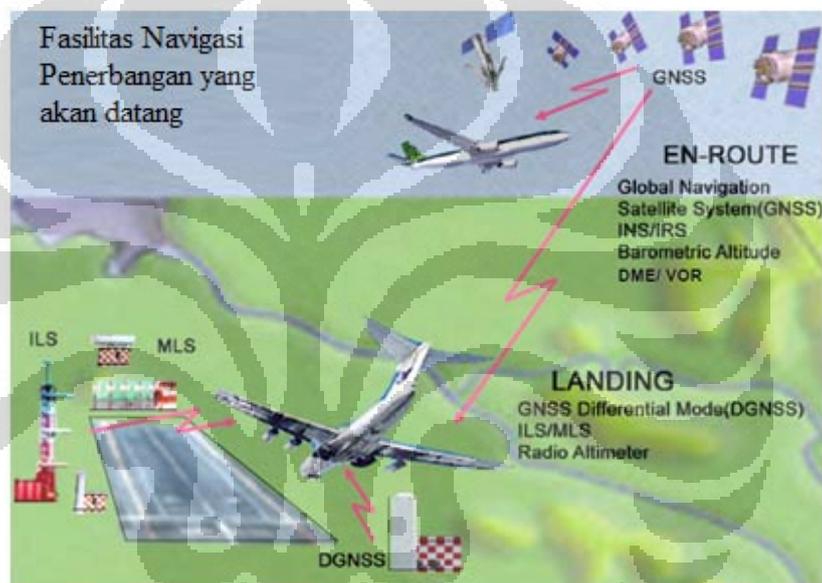


Gambar 2.6. Evolusi Sistem Navigasi Penerbangan

Sistem navigasi secara umum tidak mengalami banyak perubahan baik dari sisi rambu dan pendaratan, dimana fasilitas yang ada saat ini tetap digunakan, dengan

menghapus beberapa fasilitas yang telah tergantikan, dari sisi *enroute* fasilitas NDB (*Non Directional Beacon*) akan dihapus karena sudah terjangkau oleh fasilitas VOR (*VHF Omnidirectional Range*) dan DME (*Distance Measuring Equipment*) dengan mengkolaborasikan dengan sistem navigasi berbasis satelit yaitu GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Sedangkan dari sisi pendaratan fasilitas ILS (*Instrument Landing System*) tetap digunakan dan berkolaborasi dengan sistem GNSS.

Perubahan sesuai konsep CNS ATM dapat dilihat seperti pada Gambar 2.7 berikut ini :



Gambar 2.7 Ilustrasi Perubahan Sistem Navigasi Penerbangan

Aplikasinya antara lain :

- a GNSS (*Global Navigation Satellite System*) adalah sistem navigasi yang terhubung antara pesawat dengan satelit. Sistem ini merubah sistem navigasi konvensional yang berbasis pada fasilitas di darat mengarah ke basis satelit.
- b ILS/MLS (*Instrument/Microwave Landing System*) yaitu sistem pendaratan yang berbasis pada perbedaan modulasi dalam menentukan titik pendaratan.

2.1.2.3 Pengamatan (*Surveillance*)

SSR mode S tetap digunakan dan terobosan terbesar adalah penggunaan *Automatic Dependent Surveillance* (ADS). ADS membuat pesawat secara otomatis mengirim informasi mengenai posisi mereka dan data-data lainnya (kecepatan pesawat, heading dan informasi yang penting lainnya) yang terkandung di dalam *Flight Management System* (FMS), lewat satelit atau link komunikasi lainnya, informasi tersebut terpampang di display radar untuk unit *Air Traffic Control* (ATC).

ADS juga dapat dilihat sebagai penggabungan antara teknologi komunikasi dan navigasi. *Software* tersebut saat ini dikembangkan dan diharapkan dapat digunakan oleh komputer di darat untuk mendeteksi dan menyelesaikan konflik dengan proses negosiasi antara komputer di udara dan komputer di darat dengan atau tanpa campur tangan manusia.

ADS-Broadcast (ADS-B) adalah konsep lain penyebaran informasi posisi pesawat dengan cara pesawat menyiarkan informasi kepada pesawat udara lain secara berkala seperti sistem di darat dengan ditampilkan pada tampilan yang sama di tiap pesawat, sehingga terjadi kemajuan besar dalam kesadaran situasional lalu lintas udara.

Dalam konsep CNS ATM sistem pengamatan (fasilitas RADAR) juga mengalami konvergensi yang mengarah kepada sistem transmisi dan modifikasi penginderaan. Hal tersebut dikarenakan sistem yang ada saat ini memiliki beberapa keterbatasan pada fungsi fungsi pengamatan penerbangan, antara lain :

a *Coverage* (jangkauan)

Pada fungsi ini terjadi keterbatasan dalam propagasi dimana propagasi yang digunakan saat ini masih berfilosofi pada sistem *line of sight*.

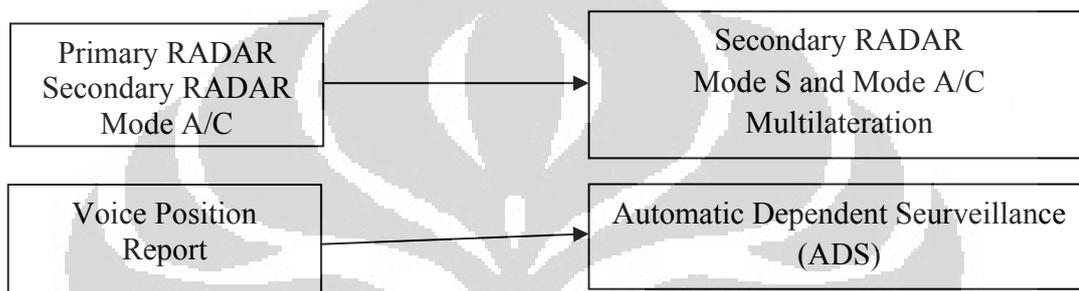
b *Accuracy* (keakuratan)

Pada fungsi ini masih terjadinya *time delay estimation* dan *limited ranged of angle resolution*.

c *transponder*

Pada fungsi ini khususnya di wilayah tertentu dimana banyak pesawat udara konvensional yang belum memiliki transponder, dan keterbatasan dari fasilitas RADAR yang ada memiliki keterbatasan dalam menerima jumlah transponder.

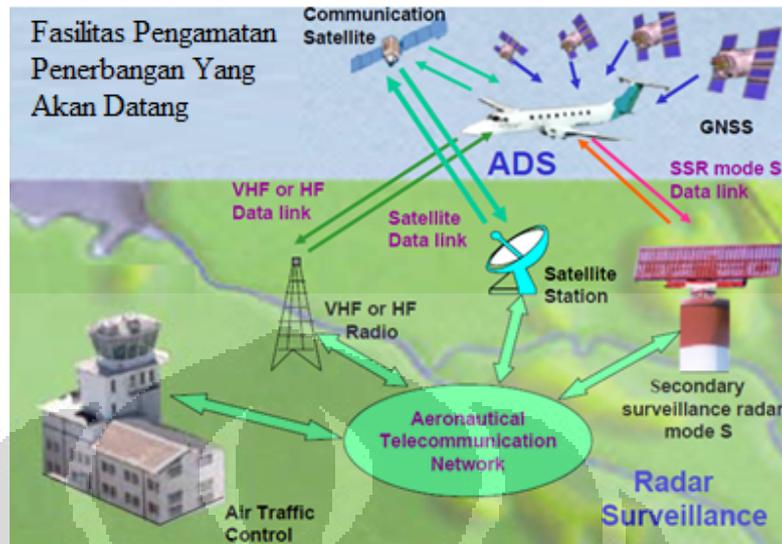
Sedangkan sesuai arahan (*guidelines*) yang ditetapkan oleh ICAO berdasarkan *global plan* tersebut maka ditetapkan bahwa evolusi pengamatan penerbangan pada Gambar 2.8 dibawah :



Gambar 2.8 Evolusi Sistem Pengamatan Penerbangan

Sistem pengamatan (*surveillance*) secara umum tidak mengalami banyak perubahan baik dari sisi fungsi dan fasilitas, dimana fasilitas yang ada saat ini tetap digunakan (*Secondary Radar*), dengan menghapus beberapa fasilitas yang telah tergantikan (*Primary Radar*), dari sisi fungsi pengamatan yang sebelumnya terdapat wilayah yang belum menerima sinyal radar, maka akan dipasang fasilitas *automatic dependent surveillance* yang berkolaborasi dengan fasilitas komunikasi yang sudah tersedia.

Perubahan sesuai konsep CNS ATM dapat dilihat seperti pada Gambar 2.9 berikut:



Gambar 2.9 Ilustrasi Perubahan Sistem Pengamatan Penerbangan

Dengan aplikasi terbaru seperti :

- a. ADS (*Automatic Dependent Surveillance*) adalah teknik pengawasan di mana pesawat secara otomatis menyediakan data, melalui data link, data yang berasal dari *on-board* navigasi (dipesawat) dan sistem akurasi posisi, termasuk identifikasi pesawat, empat-dimensi posisi dan data tambahan yang sesuai[11].
- b. *Multilateration* adalah aplikasi pengamatan aeronautical dengan menggunakan metode perbedaan waktu kedatangan (*Time Different of Arrivat*) dari sinyal beberapa transponder yang ditempatkan di beberapa titik sekitar airport atau terminal yang mengirimkan *data octal code*, *aircraft address*, dan *flight identification*.

2.1.2.4 Air Traffic Management (ATM)

Kemajuan dalam teknologi CNS akan berfungsi untuk mendukung ATM. Ketika membayangkan konsep ATM di masa depan, mengacu pada skala yang lebih luas seperti *Air Traffic Services (ATS)*, *Air Traffic Flow Management (ATFM)*,

Airspace Management (ASM) dengan ATM yang berhubungan dengan operasi penerbangan.

Dengan dukungan fasilitas CNS maka perwujudan ATM untuk diimplementasikan dengan tujuan :

- a. Pemanfaatan ruang udara (*airspace management/ASM*) yaitu penggunaan jalur secara bersama dengan pemanfaatan jalur penerbangan secara *vertical* dan *horizontal*.
- b. Penambahan arus lalu lintas penerbangan (*air traffic flow management/ATFM*) yaitu penambahan jalur untuk melakukan manuver pada daerah pendekatan untuk tujuan pendaratan.
- c. Penguatan pelayanan lalu lintas penerbangan (*air traffic service/ATS*) yaitu dengan perluasan cakupan pelayanan meliputi ruang udara di atas daratan dan perairan.

2.2 Kondisi Pelayanan Navigasi Di Indonesia

2.2.1 Kondisi Struktural

Penyelenggaraan pelayanan navigasi penerbangan saat ini masih menyatu dengan pelayanan bandar udara, oleh karena itu penggunaan ruang udara di Indonesia saat ini dilayani oleh tiga provider, yaitu UPT Ditjen hubud, PT. Angkasa Pura I, dan PT. Angkasa Pura II. Pembagian ruang udara secara umum menjadi dua FIR sebagai pusat pengendali dan informasi lalu lintas penerbangan (Jakarta dan Makasar).

Dari 196 bandara di Indonesia secara umum dioperasikan oleh Unit Pelaksana Teknis (UPT) Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, PT. Angkasa Pura I, dan PT. Angkasa Pura II.

2.2.2 Kondisi Operasional

Operasional yang dilakukan oleh struktur organisasi yang menaungi bidang navigasi penerbangan. Terkait dengan layanan yang diberikan penyelenggara navigasi penerbangan:

2.2.2.1. Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan

Pelayanan lalu lintas penerbangan[2] adalah sistem pengaturan, penataan dan pelayanan lalu lintas udara / penerbangan demi kelancaran, ketrtiban dan keselamatan penerbangan, pelayanan yang diberikan oleh *controller (Air Traffic Controll)* di bandara, yang klasifikasi pembagiannya sesuai dengan konsep manajemen ruang udara. Pelayanan lalu lintas penerbangan bertujuan untuk :

- a. Mencegah terjadinya tabrakan antar pesawat udara di udara;
- b. Mencegah terjadinya tabrakan antar pesawat udara atau pesawat udara dengan halangan (*obstacle*) di daerah manuver (*manouvering area*);
- c. Memperlancar dan menjaga keteraturan arus lalu lintas penerbangan;
- d. Memberikan petunjuk dan informasi yang berguna untuk keselamatan dan efisiensi penerbangan; dan
- e. Memberikan notifikasi kepada organisasi terkait untuk bantuan pencarian dan pertolongan (*search and rescue*)

Pelayanan lalu lintas penerbangan terdiri atas :

- a. Pelayanan pemanduan lalu lintas penerbangan (*air traffic control service*). Pelayanan ini diberikan pada *controlled airspaced* yaitu pada level pelayanan ADC, APP, dan ACC.
- b. Pelayanan informasi penerbangan (*flight information service*). Pelayanan ini merupakan pelayanan dalam penyebaran berita penerbangan dengan media jaringan AFTN.
- c. Pelayanan saran lalu lintas penerbangan (*air traffic advisory service*). Pelayanan ini diberikan pada *uncontrolled airspaced*, yaitu pada level ruang udara dengan pelayanan RDARA dan MWARA
- d. Pelayanan kesiagaan (*alerting service*). Merupakan pelayanan kesiagaan yang ada pada setiap unit dimana berfungsi untuk memberikan layanan darurat terkait dengan kecelakaan pesawat maupun peringatan dengan pelayanan meteorologi penerbangan.

Pelayanan lalu lintas penerbangan di Indonesia saat ini dilayani oleh penyelenggara pelayanan navigasi penerbangan yaitu PT. Angkasa Pura I, PT. Angkasa Pura II dan Unit Pelayanan Teknis (UPT) Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, selain itu terdapat juga badan hukum perseorangan/swasta yang melakukan pelayanan khusus (seperti helipad).

Pelayanan lalu lintas penerbangan di Indonesia saat ini terdiri dari dua FIR yaitu FIR Jakarta yang dikelola PT. Angkasa Pura II dan FIR Ujung Pandang yang dikelola PT. Angkasa Pura I.

2.2.2.2. Pelayanan Telekomunikasi Penerbangan

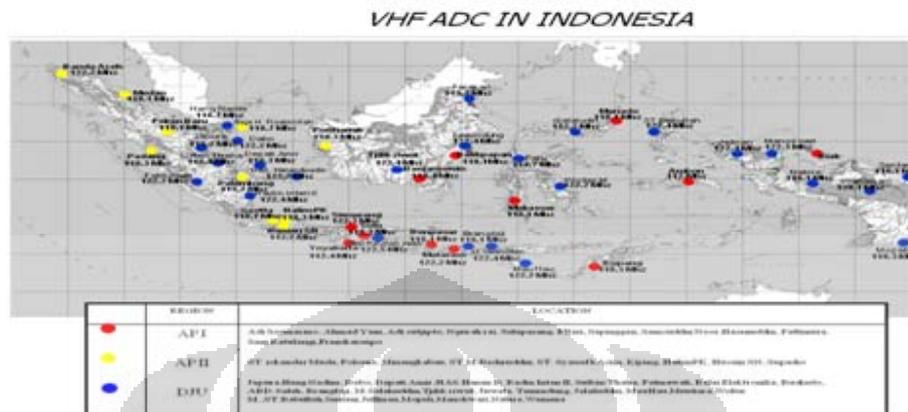
Pelayanan telekomunikasi penerbangan[2] sebagaimana dimaksud bertujuan menyediakan informasi untuk menciptakan akurasi, keteraturan, dan efisiensi penerbangan Pelayanan telekomunikasi penerbangan terdiri atas:

a. Pelayanan Aeronautika Tetap (*aeronautical fixed services*);

Pelayanan aeronautika tetap meliputi jaringan komunikasi antar stasiun penerbangan, yaitu penyebaran informasi antar unit unit kerja di bandara dan bandara yang terkait (*adjacent ats unit*). Pada praktiknya pelayanan aeronautika tetap terkait dengan jaringan AFTN, yang akan bermigrasi ke jaringan ATN.

b. Pelayanan Aeronautika Bergerak (*aeronautical mobile services*);

Pelayanan aeronautika bergerak meliputi komunikasi antara stasiun penerbangan dengan pesawat udara, yaitu pelayanan lalu lintas penerbangan baik pada *controlled airspaced* maupun *uncontrolled airspaced*. Pelayanan aeronautika bergerak ini sangat bergantung pada penggunaan frekuensi radio. Seperti Gambar 2.10 terkait penentuan frekuensi penerbangan untuk kelas udara ADC di bawah.

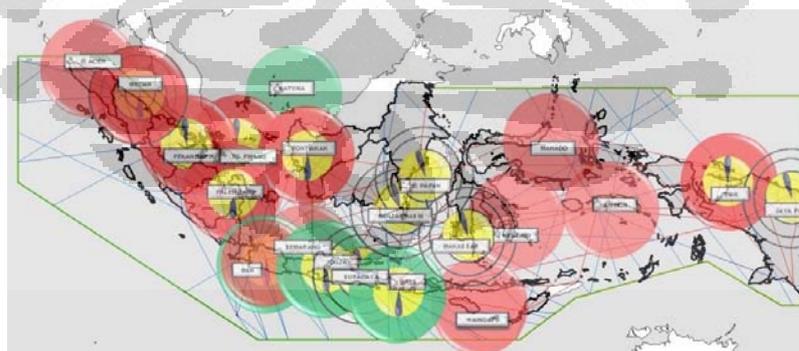


Gambar 2.10 Peta Pelayanan Aeronautika Bergerak Untuk Ruang Udara ADC

c. Pelayanan Radio Navigasi Aeronautika (*aeronautical radio navigation services*)

Pelayanan radio navigasi aeronautika meliputi pelayanan rambu udara, panduan pendaratan, dan pengamatan penerbangan, yaitu layanan pengarahan dan pendaratan pesawat udara menggunakan sinyal radio.

Selain pengarahan pelayanan radio navigasi juga mencakup pelayanan pengamatan (*radar coverage*) pelayanan ini mencakup area yang terlayani oleh fasilitas pengamatan penerbangan di Indonesia, seperti pada Gambar 2.11 di bawah.



Gambar 2.11 Area Pelayanan RADAR di Indonesia

Pelayanan telekomunikasi penerbangan di Indonesia saat ini dilayani oleh penyelenggara pelayanan navigasi penerbangan yaitu PT. Angkasa Pura I, PT. Angkasa Pura II dan Unit Pelayanan Teknis (UPT) Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, selain itu terdapat juga badan hukum perseorangan/swasta yang melakukan pelayanan khusus (seperti helipad).

2.2.2.3. Pelayanan Informasi Aeronautika

Direktorat Jenderal Perhubungan Udara bertanggung jawab dalam penyebarluasan informasi aeronautika. Informasi aeronautika yang diterbitkan untuk dan atas nama pemerintah harus jelas ditunjukkan bahwa penerbitan tersebut di bawah tanggung jawab pemerintah. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara harus menjamin pemberian informasi aeronautika dan data aeronautika pada wilayah yang menjadi tanggung jawabnya, begitu juga wilayah diluar Negara Kesatuan Republik Indonesia dimana pelayanan lalu-lintas udaranya menjadi tanggung jawab pemerintah Indonesia. Apabila pelayanan tidak dapat diberikan dalam waktu 24 jam, maka pelayanan harus tetap tersedia selama pesawat yang melakukan penerbangan di dalam wilayah tanggung jawabnya, ditambah setidaknya 30 menit sebelum dan sesudah pesawat berada di wilayahnya tersebut. Pelayanan informasi aeronautika juga harus tersedia apabila di minta oleh organisasi yang membutuhkan.

Pelayanan informasi aeronautika [11] menerima dan/atau membuat, mengumpulkan / menyusun, mengedit, memformat, menyimpan dan mendistribusikan informasi/data aeronautika keseluruhan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, begitu juga wilayah di luar Negara Kesatuan Republik Indonesia yang pelayanan lalu lintas udaranya menjadi tanggung jawab pemerintah Indonesia. Informasi aeronautika dipublikasikan dalam bentuk Paket Terpadu Pelayanan Informasi Aeronautika. Pelayanan informasi aeronautika harus menjamin bahwa informasi / data aeronautika yang diperlukan bagi keselamatan, keteraturan atau efisiensi navigasi penerbangan dalam bentuk yang sesuai untuk persyaratan yang memenuhi :

- a. Kebutuhan operasional penerbangan termasuk kebutuhan *flight crews*, *flight planning*, *flight simulators* dan
- b. ATS unit yang bertanggung jawab memberikan *flight information service* maupun *pre flight information*

Direktorat Jenderal Perhubungan Udara harus menjamin segala sesuatu untuk menerapkan sistem kendali mutu yang sesuai yang berisikan prosedur, proses dan sumber daya yang penting untuk penerapan manajemen kualitas pada setiap tingkatan fungsi. Dalam sistem kendali mutu, keahlian dan pengetahuan yang dibutuhkan pada tiap-tiap fungsi harus dijelaskan dan personil yang ditugaskan untuk menjalankan fungsi-fungsi tersebut harus dilatih dengan baik. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara harus menjamin setiap personil memiliki keahlian dan kompetensi yang dibutuhkan untuk melakukan tugas tertentu pada tiap-tiap fungsi, dan catatan setiap kegiatan harus selalu berjalan dengan baik sehingga kualifikasi setiap personil dapat dipantau.

Direktorat Jenderal Perhubungan Udara harus membuat prosedur yang menjamin bahwa setiap saat data aeronautika dapat ditelusuri kembali ke sumber data awal sehingga penyimpangan dan kesalahan yang ditemukan dalam proses penyiapan publikasi dapat diperbaiki. Sistem kendali mutu yang diterapkan harus menjamin informasi /data aeronautika yang dipublikasikan memenuhi persyaratan yang ditetapkan untuk kualitas data (keakuratan, resolusi, dan kebenaran/keutuhan) dan kemampuan telusur data dengan menggunakan prosedur yang sesuai pada setiap fase proses publikasi. Sistem ini juga harus menjamin jangka waktu proses pengolahan data aeronautika sehingga dapat diterbitkan tepat waktu sesuai dengan tanggal distribusi yang ditetapkan.

Produk yang dihasilkan dari pelayanan informasi aeronautika antara lain :

- a. Aeronautical Information Publication (AIP)

AIP adalah buku publikasi yang diterbitkan oleh instansi pemerintah yang berwenang, berisikan informasi dan data yang bersifat tetap yang diperlukan untuk navigasi udara. AIP harus berisi singkat, berhubungan dengan informasi mutakhir dan disusun menurut daftar pokok yang telah ditentukan oleh pemerintah

untuk efisiensi penerbangan. (Direktorat Jendral Perhubungan Udara, Himpunan Istilah Penerbangan Sipil, 1999).

b. Kartografi

Kartografi adalah ilmu dan teknik pembuatan peta (Prihandito, 1989). Peta dapat diklasifikasikan menurut jenis, skala, fungsi, dan macam persoalan (maksud dan tujuan). Ditinjau dari jenisnya peta dapat dibedakan menjadi dua, yaitu peta foto dan peta garis.

Annex 15 AIS, halaman 4.2.1.1 menjelaskan bahwa AIP tidak boleh mengandung informasi yang duplikat, baik yang tercantum di dalamnya maupun dengan sumber lain, dan halaman 4.2.3 menjelaskan bahwa AIP diterbitkan dalam bentuk halaman lepas, maka setiap halaman harus diberi tanggal. Tanggal terdiri dari hari, bulan (dengan nama) dan tahun, yang merupakan tanggal publikasi atau tanggal efektif mulai berlakunya informasi tersebut.

Dalam pelayanan penyampaian informasi aeronautika unit AIS memiliki *addressing* tersendiri dalam peta komunikasi penerbangan. Sentra komunikasi penerbangan saat ini berada di kantor pusat Direktorat Jendral Perhubungan Udara.

2.2.2.4. Pelayanan Informasi Meteorologi Penerbangan

Meteorologi adalah suatu ilmu pengetahuan yang mengumpulkan dan menganalisis berbagai gejala alam. Bagian utama dalam meteorologi antara lain:

- a. Klimatologi (ilmu pengetahuan tentang iklim);
- b. Bioklimatologi (ilmu pengetahuan iklim yang berhubungan dunia hewan dan tumbuh-tumbuhan);
- c. Agrameteorologi (pengetahuan tentang cuaca dan hubungannya pertanian);
- d. Meteorologi synoptis dan aerologi.

Meteorologi sudah menjadi kebutuhan yang umum, mulai dari orang biasa (petani mengharapkan hujan, pelancong mengharapkan cuaca cerah, pelaksana proyek jalan/ bangunan mengharapkan cuaca yang baik), para pelaut yang akan melayari laut dan samudera sampai pada para awak pesawat terbang yang akan

melanglang buana. Meteorologi penerbangan, materi untuk penerbangan jelas agak lebih mendalam dibandingkan dengan materi untuk petugas lain selain penerbang.

Menurut Annex 3 ICAO[12] – *Meteorological Service to International Navigation*, stasiun meteorologi memberikan pelayanan informasi cuaca kepada perusahaan penerbangan (*operator*), awak pesawat (*flight crew member*), Dinas Pelayanan Lalu Lintas Udara (*Air Traffic Service Units*), Dinas Pencarian dan Pertolongan (*Search and Rescue Services*), Dinas Pelayanan Penerangan Aeronautika (*Aeronautical Information Service*) dan Pengelola Bandar Udara (*Airport Management*).

Pelayanan meteorologi penerbangan di Indonesia dilaksanakan oleh BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) yang merupakan Badan milik pemerintah yang memiliki tugas memantau kondisi cuaca di Indonesia, BMKG dalam melaksanakan fungsinya dalam memberikan layanan informasi meteorology penerbangan. Sesuai dengan Kesepakatan Kerjasama antara Direktorat Jenderal Perhubungan Udara dan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika pada 20 Januari 2009 tentang Pelayanan Informasi Meteorology Penerbangan.

Selain itu BMKG juga bekerja sama dengan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral terkait dengan informasi awan abu vulkanis yang sangat mungkin terjadi ketika terjadi bencana geologi (gunung meletus). Dengan ditandatanganinya Kesepakatan bersama antara Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika tentang Pelayanan Informasi Awan Abu Vulkanis untuk kegiatan penerbangan pada 9 Nopember 2010.

2.2.2.5. Pelayanan Informasi Pencarian Dan Pertolongan.

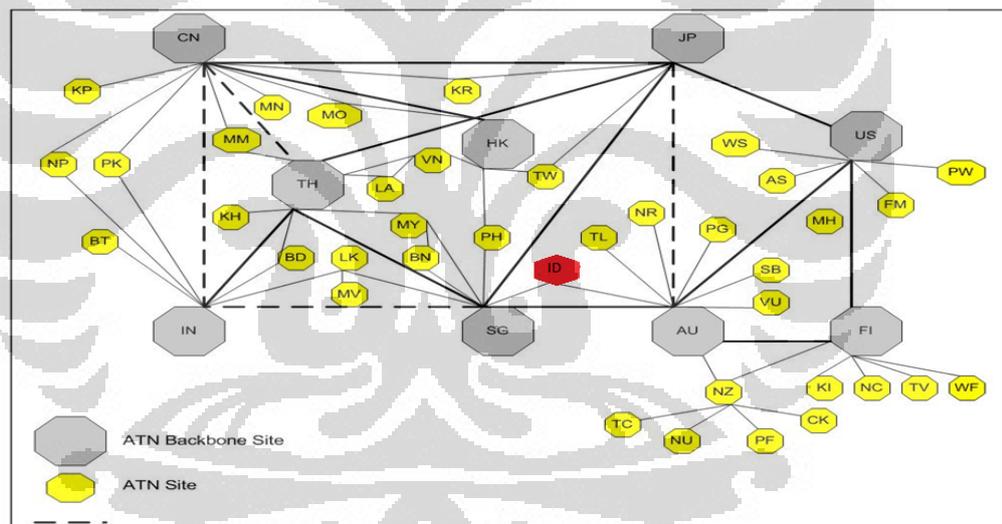
Pelayanan Informasi pencarian dan pertolongan kecelakaan penerbangan sesuai undang undang no. 1 tahun 2009 tentang Penerbangan pasal 291 yang menjelaskan bahwa “penyelenggara pelayanan navigasi penerbangan harus

menyediakan interkoneksi dan berkoordinasi dengan badan yang tugas dan tanggung jawabnya di bidang pencarian dan pertolongan”.

Pada pelayanan informasi pencarian dan pertolongan, penyelenggara pelayanan navigasi penerbangan telah melakukan koordinasi dengan Badan *Search and Rescue* Nasional (BASARNAS) yaitu dengan memberikan jaringan komunikasi yang terhubung ke kantor BASARNAS terdekat.

2.3 Jaringan Komunikasi Penerbangan

Jaringan komunikasi penerbangan sesuai arahan dari ICAO pada konsep ATN di wilayah Asia Pasifik menghubungkan antar *backbone* komunikasi seperti pada Gambar 2.12 di bawah :



Gambar 2.12 Peta Jaringan ATN Wilayah Asia Pasifik

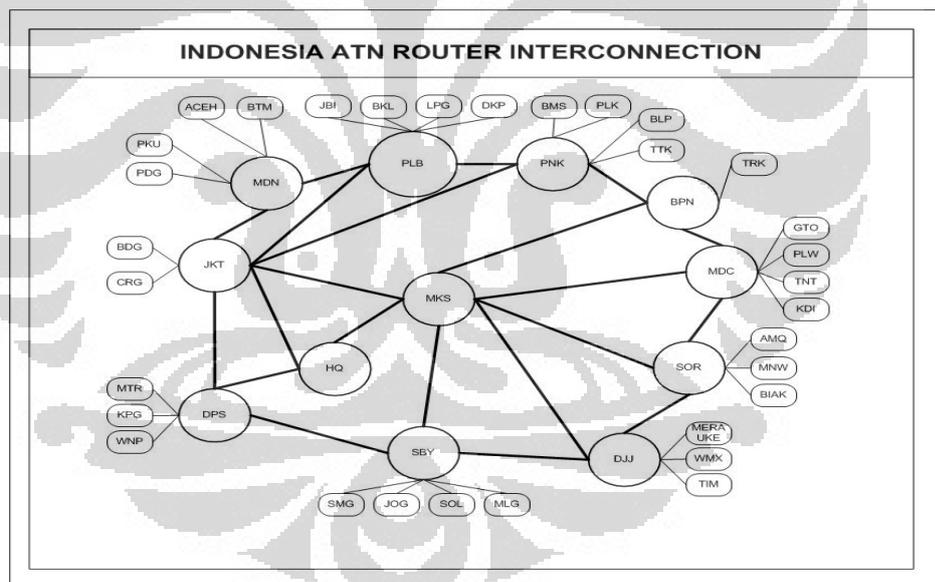
Seperti terlihat pada peta beberapa negara yang menjadi ATN *Backbone Site* di wilayah Asia Pasifik adalah China, India, Thailand, Singapura, Hong Kong, Jepang, Australia, Amerika Serikat, dan Fiji.

Dengan konfigurasi ini diharapkan perputaran berita penerbangan antar FIR menjadi lebih global. Beberapa negara berperan sebagai jaringan cadangan, seperti

Indonesia, Filipina, Selandia Baru, Korea Selatan, dan beberapa negara lain. Jaringan cadangan ini berfungsi untuk mengalirkan berita antar ATN *Site*, apabila terjadi kegagalan pada jaringan ATN *Backbone Site*.

Indonesia memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan beberapa negara lainnya yang berfungsi sebagai jaringan cadangan, karena Indonesia memiliki dua FIR yang saling terhubung ke masing-masing ATN *Backbone Site* (FIR Jakarta ke ATN *Backbone Site* Singapura dan FIR Ujung Pandang terhubung ke ATN *Backbone Site* Australia/Melbourne). Sehingga kehandalan fasilitas komunikasi pada kedua FIR di Indonesia harus mampu menjadi jaringan cadangan yang handal.

Selain di wilayah Asia Pasifik, Indonesia juga memiliki rencana pengembangan jaringan ATN domestik. Konfigurasi dari jaringan ATN di Indonesia adalah seperti Gambar 2.13 di bawah :



Gambar 2.13 Konfigurasi Jaringan ATN di Indonesia

Program jangka panjang untuk implementasi sistem ATN di Indonesia akan menjadikan beberapa bandara menjadi sentra komunikasi yang saling terhubung, dan menjadi cadangan dalam jaringan komunikasinya. Sehingga kemungkinan terjadinya

kegagalan komunikasi menjadi kecil. Program ini akan menetapkan FIR Jakarta dan FIR Ujung Pandang sebagai pusat komunikasi di Indonesia Barat dan Indonesia Timur.

2.4 Tekno Ekonomi

Analisa tekno ekonomi[13] memiliki 7 (tujuh) prinsip yang digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan hasil, ketujuh prinsip tersebut adalah :

a. Pengembangan alternatif

Pemilihan keputusan diantara alternatif-alternatif perlu diidentifikasi dan kemudian didefinisikan untuk analisis-analisis selanjutnya

b. Fokus pada perbedaan

Menentukan perbedaan dari setiap jenis alternatif yang relevan, untuk dibandingkan sebagai bahan pertimbangan dalam tahap keputusan

c. Penggunaan sudut pandang yang konsisten

Hasil-hasil yang memiliki prospek dari alternatif-alternatif harus dikembangkan secara konsisten dari sudut pandang yang telah didefinisikan sebelumnya.

d. Penggunaan parameter yang umum

Penggunaan parameter yang umum untuk menghitung sebanyak mungkin hasil-hasil yang memiliki prospek akan mempermudah analisis dan perbandingan alternatif yang di dapat

e. Pertimbangan kriteria yang relevan

Pemilihan alternatif yang disukai memerlukan penggunaan satu atau beberapa kriteria. Proses keputusan ini harus mempertimbangkan baik hasil yang dinyatakan dalam satuan moneter yang dinyatakan dalam satuan pengukuran lain.

f. Pertimbangan ketidakpastian

Ketidakpastian terkadang langsung memproyeksikan atau memperkirakan hasil-hasil alternatif di masa datang dan harus dikenali dalam analisis dan perbandingannya.

g. Peninjauan kembali keputusan anda

Perbaiki hasil keputusan terhadap hasil dari suatu proses penyesuaian diri terhadap yang dapat dipraktekkan secara luas, hasil yang diperkirakan semula dari alternatif terpilih secara berturut-turut harus dibandingkan dengan hasil sebenarnya

Untuk mendapatkan output yang diinginkan diperlukan beberapa input yang akan menjadi acuan dalam melakukan analisa tekno ekonomi. Input tersebut antara lain Layanan yang diberikan oleh FIR Ujung Pandang dan Skenario arsitektur jaringan telekomunikasi penerbangan. Kedua input tersebut mempengaruhi hasil output yang didapatkan. Dari output tersebut dapat dilakukan analisis penggantian yang memiliki profitabilitas dari investasi teknologi yang akan dilakukan.

2.4.1. Terminologi Biaya

Terdapat beberapa jenis biaya yang dijadikan pertimbangan dalam analisa tekno ekonomi. Biaya-biaya ini berbeda dalam frekuensi kejadian, besaran yang relatif, dan dampak pada analisa tekno ekonomi. Jenis jenis biaya tersebut adalah :

a. Biaya Tetap, Variable, dan Tambahan (*Fixed, variable, and incremental cost*)

Biaya tetap umumnya didefinisikan sebagai biaya yang menyangkut aktivitas yang dilakukan dimana besarnya relative konstan disepanjang waktu aktivitas operasi. Contoh dari biaya tetap (*fixed cost*), yaitu gaji manajemen umum dan administrasi, biaya hak paten, dan beban bunga pada pinjaman modal.

Sedangkan biaya *variable* umumnya didefinisikan sebagai biaya dimana besarnya bervariasi pada beberapa hubungan terhadap tingkatan dari aktivitas operasi. Contoh dari biaya variabel, yaitu beban biaya bahan langsung, pekerja langsung yang berpengaruh pada hasil, dikarenakan perubahan dari jumlah unitnya.

Incremental cost atau tambahan biaya (atau tambahan pendapatan) adalah biaya tambahan (atau pendapatan) hasil dari peningkatan output dari suatu sistem dengan satu (atau lebih) unit. biaya tambahan sering dikaitkan dengan "pergi-

tidak pergi" keputusan yang terlibat dalam output dengan kesempatan terbatas atau tingkat aktivitas tertentu. Contoh dari biaya tambahan adalah jumlah jarak yang ditempuh dalam setahun (operasi normal)

b. *Recurring and Nonrecurring Cost*

Pendekatan lain dalam terminologi biaya adalah konsep *recurring* dan *nonrecurring*. *Recurring cost* merujuk pada biaya yang berulang pada periode atau interval tertentu, dimana pada waktu tersebut instansi menghasilkan jasa atau barang yang sejenis dengan berdasarkan pada nilai yang berkelanjutan. Dalam perhitungan tekno ekonomi biaya OPEX dan pendapatan akan dihitung dengan mengacu pada *recurring cost*.

Berlawanan dengan *recurring cost*, *nonrecurring cost* hanya terjadi sekali. Walaupun keseluruhan biaya dihitung secara kumulatif dalam periode waktu yang pendek.

c. *Biaya Standar, Langsung, dan Tidak Langsung*

Substansi dasar pengelompokkan biaya ini adalah cara penelusuran biayanya. Biaya langsung berarti biaya yang dapat ditelusuri langsung ke sumbernya (biasanya terdiri dari tenaga kerja langsung, material langsung dan pengeluaran langsung). Biaya langsung (*direct cost*) bisa diartikan sebagai biaya yang terjadi, yang penyebab satu-satunya karena ada sesuatu yang dibiayai. Jika sesuatu yang dibiayai itu tidak ada, maka biaya langsung ini tidak akan terjadi. Contoh : Biaya bahan baku langsung dan biaya tenaga kerja langsung

Sedangkan biaya tidak langsung berarti biaya yang tidak bisa ditelusuri secara langsung ke sumbernya (material tidak langsung, tenaga kerja tidak langsung, pengeluaran tidak langsung). Biaya tidak langsung (*indirect cost*) bisa diartikan pula sebagai biaya yang terjadinya tidak hanya disebabkan oleh sesuatu yang dibiayai. Biaya tidak langsung dalam hubungannya dengan produk disebut biaya *overhead* pabrik (*factory overhead cost*). Biaya ini tidak mudah diidentifikasi dengan produk tertentu. Contoh : Gaji mandor yang mengawasi pembuatan produk A,B,C merupakan biaya tidak langsung bagi

produk A,B,C karena gaji mandor itu terjadi tidak hanya karena memproduksi ketiga jenis produk tersebut.

Biaya standar mewakili biaya per unit dari output yang dihasilkan dari produksi actual atau pelayanan yang diberikan. Biaya ini dikembangkan dari antisipasi terhadap jam kerja tenaga kerja, material, dan overhead langsung (dengan perhitungan biaya per unit). Beberapa jenis yang digunakan dalam mengukur biaya standar diantaranya adalah :

- (1) Perkiraan biaya produksi dimasa depan.
- (2) Perhitungan performa operasional dengan membandingkan biaya aktual per unit dengan biaya unit standar.
- (3) Persiapan lelang pada produk atau layanan yang diinginkan oleh pelanggan.
- (4) Membuat penilaian dari proses pengerjaan dan penyelesaian.

d. **Biaya kas versus biaya buku**

Adalah biaya yang mempengaruhi arus kas (hasil dari *cash flow*) untuk membedakannya dari satu yang tidak melibatkan transaksi kas dan tercermin dalam sistem Accouting sebagai biaya non kas. ini biaya non kas sering disebut sebagai biaya buku. biaya buku diperkirakan dari prespektif didirikan untuk analisis dan merupakan biaya yang dikeluarkan untuk masa depan alternatif yang sedang dianalisis. biaya buku adalah biaya tidak melibatkan pembayaran tunai, melainkan mewakili pemulihan pengeluaran masa lalu selama periode waktu yang tetap.

e. **Sunk Cost**

Sunk cost adalah biaya yang telah terjadi, tidak dapat dikembalikan atau dirubah dengan aksi dimasa depan oleh karena itu biaya ini tidak relevant. Pembuatan keputusan selalu berorientasi ke masa depan. Pengeluaran (dan juga penerimaan) yang telah terjadi di masa lalu tidak lagi dipengaruhi oleh keputusan yang dibuat sekarang. Contoh: pada pembuatan keputusan penggantian mesin, biaya pembelian dan perawatan mesin yang telah dikeluarkan tidak berubah lagi. Pengeluaran yang telah terjadi dimasa lalu tidak

relevan terhadap keputusan yang sedang dibuat, disebut dengan istilah *sunk cost*.

2.4.2. Hubungan Uang-Waktu

Tekno ekonomi tidak pernah jauh dari hubungan waktu dan uang, sehingga dalam melakukan perencanaan perlu memperhatikan beberapa hal, diantaranya :

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. Pada tesis ini suku bunga yang dipakai adalah berdasarkan suku bunga yang diterbitkan oleh Bank Indonesia sebesar 5%

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).

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

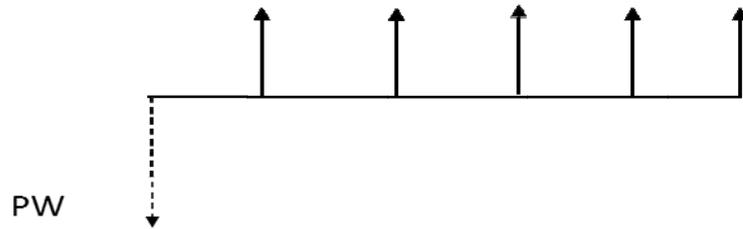
dimana

i = MARR / tingkat suku bunga

k = indeks untuk jangka waktu / periode

F_k = Pendapatan pada akhir periode

N = jumlah periode



Gambar 2.14 Ilustrasi *Present Worth*

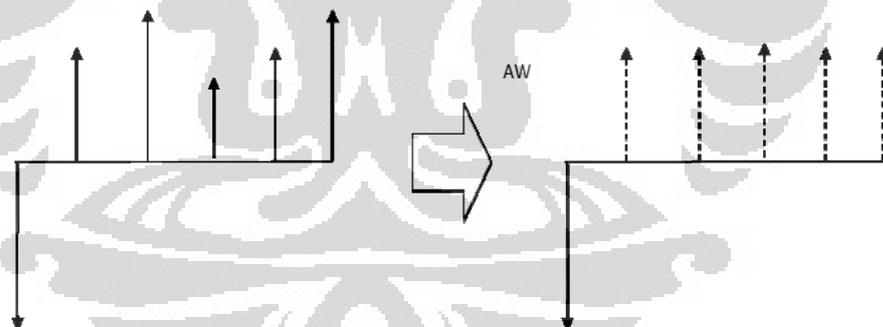
Jika, $NPV < 0$ maka hasil negatif (artinya usulan proyek tersebut tidak layak, atau dari segi ekonomis tidak menguntungkan)

Jika, $NPV > 0$ maka hasil positif (artinya usulan proyek 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.

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



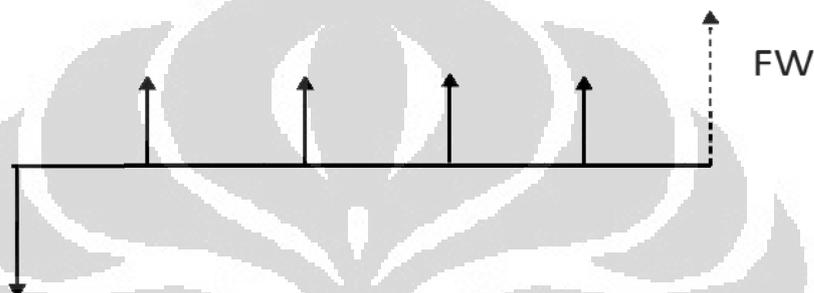
Gambar 2.15 Ilustrasi *Annual Worth*

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 horison perencanaan (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.

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



Gambar 2.16 Ilustrasi *Future Worth*

Teori tekno ekonomi di atas dijelaskan dalam penghitungan dengan menggunakan tabel, seperti dijelaskan pada Tabel 2.1 di bawah :

Tabel 2.1 Contoh Perhitungan Biaya Menggunakan Ekonomi Teknik

	A	B	C	D
1	MARR (i) =%		
2	Useful Life (Tahun) =		
3	Annual Output Capacity =		
4	Selling Price =	Rp.		
5				
6	Expenses	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
7	Capital Investment =	Rp.	Rp.	Rp.
8	Power =	Rp.	Rp.	Rp.
9	Labor =	Rp.	Rp.	Rp.
10	Maintenance =	Rp.	Rp.	Rp.
11	Tax & Insurance =	=(B7*2%)	=(C7*2%)	=(D7*2%)

12	<i>Expenses</i>	<i>Alternative 1</i>	<i>Alternative 2</i>	<i>Alternative 3</i>
13	<i>Reject Rate</i> =%%%
14	<i>Revenue</i> =	= $(1-B13)*\$B\$3*\$B\4	= $(1-C13)*\$B\$3*\$B\4	= $(1-D13)*\$B\$3*\$B\4
15				
16	EOY	<i>Alternative 1</i>	<i>Alternative 2</i>	<i>Alternative 3</i>
17	0	=B7	=C7	=D7
18	1	=SUM(B8:B11)+B14	=SUM(C8:C11)+C14	=SUM(D8:D11)+D14
19	2	=B18	=C18	=D18
20	3	=B19	=C19	=D19
21	4	=B20	=C20	=D20
22	5	=B21	=C21	=D21
23				
24	PW	=NPV(\$B\$1,B18:B22)+B17	=NPV(\$B\$1,C18:C22)+C17	=NPV(\$B\$1,D18:D22)+D17
25	AW	=PMT(\$B\$1,\$B\$2,-B24)	=PMT(\$B\$1,\$B\$2,-C24)	=PMT(\$B\$1,\$B\$2,-D24)
26	FW	=B24*(1+\$B\$1)^\$B\$2	=C24*(1+\$B\$1)^\$B\$2	=D24*(1+\$B\$1)^\$B\$2

Penjelasan Tabel 2.1

- MARR (i) = akan diisi dengan suku bunga yang berlaku saat perhitungan dilakukan;
- Useful Life* = akan diisi dengan umur kinerja peralatan;
- Annual Output Capacity* = Kemampuan jumlah pelayanan yang akan diberikan;
- Selling Price* = Tarif pelayanan yang akan diberikan, sesuai dengan Peraturan Pemerintah no. 6 tahun 2009 tentang Pendapatan Negara Bukan Pajak di lingkungan Departemen Perhubungan;
- Capital Investment* = Nilai fasilitas yang akan dibeli (investasi/CAPEX)
- Power* = Pemakaian listrik yang digunakan dalam satu tahun
- Labor* = Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk melakukan *Operation & Maintenance* dikalikan dengan gaji bulanan.
- Maintenance* = Kebutuhan pemeliharaan dalam setahun
- Growth* = Pertumbuhan pelayanan yang akan diberikan
- Revenue* = Pendapatan yang akan diperoleh

EOY = *End Of Year*, umur peralatan yang ditentukan untuk investasi berikutnya (= *Useful Life*)

2.4.3. Replacement Analysis

Keputusan yang seringkali dihadapi oleh perusahaan maupun organisasi pemerintah adalah apakah aset yang ada saat ini harus dihentikan dari penggunaannya, diteruskan setelah dilakukan perbaikan, atau diganti dengan aset baru. Oleh karena itu, masalah penggantian (*replacement problem*) memerlukan analisis ekonomi teknik yang sangat hati-hati agar dapat diperoleh informasi yang dibutuhkan untuk membuat keputusan logis yang selanjutnya dapat memperbaiki efisiensi operasi serta posisi persaingan perusahaan atau organisasi pemerintah.

Dalam proses *replacement analysis* atau analisa penggantian terdiri dari tiga tahapan dalam penentuan keputusan penggantian, seperti diuraikan sebagai berikut :

2.4.3.1. Tahap Identifikasi Alternatif

Adalah tahap penentuan alasan dan permasalahan dalam analisis penggantian, mengapa dan pertimbangan dalam melakukan penggantian.

Adalah identifikasi akan informasi yang diperoleh dengan memasukan data-data penyebab penggantian (*replacement*) peralatan. Dalam melakukan *replacement analysis* pada awalnya perlu menentukan alasan utama dalam melakukan penggantian, berdasarkan teori *replacement analysis* ada empat alasan utama yang meringkas sebagian besar penyebab penggantian aset adalah sebagai berikut :

- a. Kerusakan (pemburukan) fisik : adalah perubahan yang terjadi pada kondisi fisik aset. Biasanya, penggunaan berlanjut (penuaan) akan menyebabkan pengoperasian sebuah aset menjadi kurang efisien.
- b. Keperluan perubahan : aset modal (*capital aset*) digunakan untuk memproduksi barang dan jasa yang dapat memenuhi keinginan manusia. Kategori lain dari *keusangan (obsolescence)*.

- c. Teknologi : Dampak perubahan teknologi terhadap berbagai jenis aset akan berbeda-beda. Contoh : peralatan manufaktur terotomatisasi. Kategori lain dari *keusangan (obsolescence)*.
- d. Pendanaan : Faktor keuangan melibatkan perubahan peluang ekonomi eksternal terhadap operasi fisik atau penggunaan aset dan akan melibatkan pertimbangan pajak. Contoh : menyewa (mengontrak) aset mungkin akan lebih menarik daripada memiliki aset tersebut. Dapat dianggap sebagai bentuk *keusangan (obsolescence)*.

2.4.3.2. Tahap Perhitungan

Pada tahap ini akan memaparkan faktor-faktor yang mempengaruhi dalam penentuan analisis penggantian dengan menggunakan teori tekno ekonomi yang berfokus pada *replacement analysis*.

2.4.3.3. Tahap Keputusan

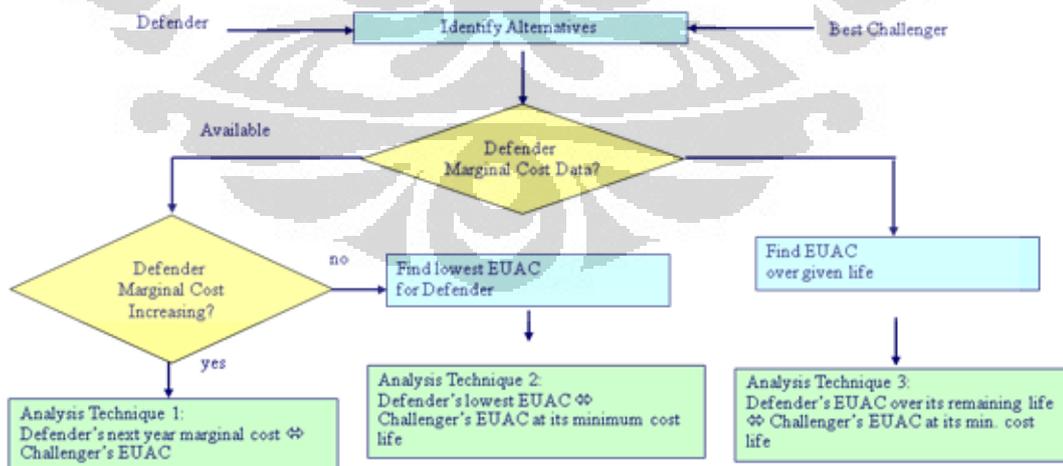
Adalah tahap yang memberikan opsi kepada pihak yang ingin melakukan penggantian, dengan memberikan opsi opsi yang akan diambil berdasarkan analisa penggantian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Tekno Ekonomi

Metode analisis yang dipakai pada penelitian ini adalah analisis Tekno Ekonomi yang mengarah pada analisis penggantian (*replacement analysis*), adalah analisis yang memadukan implementasi sebuah teknologi dengan nilai keekonomiannya terhadap implementasi teknologi tersebut. Dengan metode Tekno ekonomi ini penerapan untuk evaluasi alternatif desain dan teknologi. Peran teknik ekonomi adalah untuk menilai kelayakan suatu proyek, memperkirakan nilainya, dan mengevaluasi dari sudut pandang tekno ekonomi. teknik yang digunakan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan keputusan pada output yang didapat berupa rekomendasi terhadap pilihan investasi dari penggantian fasilitas komunikasi di FIR Ujung Pandang.

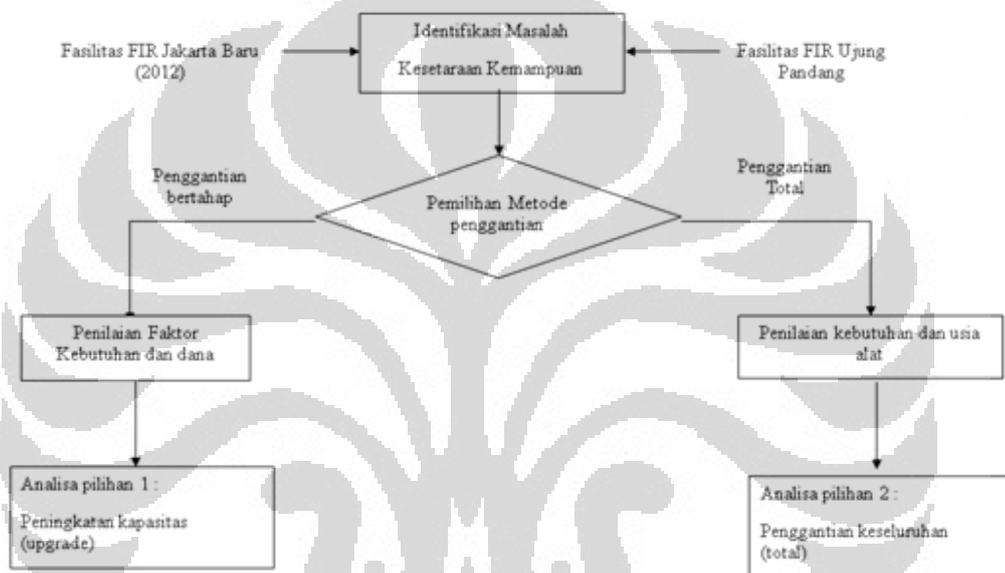
Tekno Ekonomi akan memberikan opsi kepada pihak yang ingin melakukan penggantian, dengan memberikan opsi opsi yang akan diambil berdasarkan analisa penggantian (*replacement analysis*). Seperti pada Gambar 3.1 [14] di bawah :



Gambar 3.1. Bagan alur analisis penggantian

Melakukan pemetaan seperti pada bagan alur analisis penggantian, yang bertujuan untuk menentukan pilihan pilihan hasil analisa penggantian berdasarkan prinsip tekno ekonomi.

Penggunaan peta analisis penggantian fasilitas komunikasi di FIR Ujung Pandang menjelaskan tahapan dalam analisis penggantian. Pemetaan dimaksud seperti tergambar pada Gambar 3.2 di bawah :



Gambar 3.2 Peta Keputusan Replacement Analisis Fasilitas Komunikasi Penerbangan pada FIR Ujung Pandang

Berdasarkan peta keputusan *replacement analysis* fasilitas komunikasi penerbangan pada FIR Ujung Pandang di atas didapat dua alternatif yaitu :

a *Upgrade* (alternatif 1)

Merupakan penggantian atau peningkatan sebagian fasilitas komunikasi di FIR Ujung Pandang sesuai dengan kebutuhan (setara dengan FIR Jakarta).

b Penggantian Total (alternatif 2)

Penggantian keseluruhan sehingga parameter fasilitas yang tersedia di FIR Ujung Pandang sama dengan kondisi di FIR Jakarta (termasuk masa penggunaan)

Kedua alternative ini akan dibandingkan dalam perhitungan tekno ekonomi yang selanjutnya akan dibahas pada Bab 4 tesis ini.

Untuk menghasilkan perhitungan yang lebih baik maka setelah dilakukan perhitungan akan dilakukan perbandingan kembali dengan menambahkan dua alternatif yaitu :

a Perubahan nilai CAPEX (alternatif 3)

Perubahan nilai CAPEX akan dilakukan sebagai pembanding dalam penentuan nilai PW, AW, dan FW dengan hasil terbaik (yaitu nilai PW, AW, dan FW tertinggi dari alternatif 1 dan alternatif 2 yang telah dihitung)

b Perubahan nilai OPEX (alternatif 4)

Perubahan nilai OPEX akan dilakukan sebagai pembanding dalam penentuan nilai PW, AW, dan FW dengan hasil terbaik (yaitu nilai PW, AW, dan FW tertinggi dari alternatif 1 dan alternatif 2 yang telah dihitung)

3.2. Replacement Analysis Pada Fasilitas Komunikasi Penerbangan di FIR Ujung Pandang

Dalam melakukan analisa penggantian fasilitas komunikasi penerbangan pada FIR Ujung Pandang terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan antara lain :

3.2.1 Tahap identifikasi alternatif

Dalam melakukan analisa penggantian pada awalnya perlu menentukan alasan utama dalam melakukan penggantian, berdasarkan teori replacement analysis ada empat alasan utama yang meringkas sebagian besar penyebab penggantian aset adalah sebagai berikut :

- a. Kerusakan (pemburukan) fisik : adalah perubahan yang terjadi pada kondisi fisik aset. akan menyebabkan pengoperasian sebuah aset menjadi kurang efisien.
- b. Keperluan perubahan : aset modal (capital aset) digunakan untuk memproduksi barang dan jasa yang dapat memenuhi keinginan manusia. Kategori lain dari *keusangan (obsolescence)*. Dalam kasus penggantian fasilitas komunikasi di FIR Ujung Pandang mengalami keperluan perubahan seperti perubahan dengan

konfigurasi di FIR Jakarta baru, dan perubahan baru dari format flightplan sesuai arahan dari ICAO.

- c. Teknologi : Dampak perubahan teknologi terhadap berbagai jenis aset akan berbeda-beda. Kategori lain dari *keusangan (obsolescence)*. Perubahan teknologi sangat berpengaruh dalam kasus penggantian fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang yaitu konvergensi teknologi sesuai dengan arahan ICAO[15], dimana komunikasi penerbangan yang saat ini bergantung pada teknologi konvensional (*voice communication*) mengarah ke teknologi komunikasi terkini (*data communication*) dengan *voice communication* sebagai cadangan (*non routine*). Seperti dijelaskan pada Tabel 3.1 di bawah.

Tabel 3.1 Perbandingan Fasilitas FIR Ujung Pandang dan FIR Jakarta

Jenis Fasilitas	Existing	Diganti		FIR Jakarta Baru
		Tahap I	Tahap II	
Perangkat Keras (<i>hardware</i> beserta kelengkapannya)				
Redundant Air Ground Data Link Processor (ADPS) Server		√		√
Peralatan Controller Working Position terdiri dari :				
1. Untuk ACC (Controller Working Position (CWP))		√		√
2. Untuk APP (Controller Working Position (CWP))	√		√	√
3. Untuk Tower (Controller Working Position (CWP))	√		√	√
4. Operational Supervisor Position	√		√	√
5. Supervisor Data Specialist Position/DBM	√		√	√
6. Flight Data Operator (FDO) Position	√		√	√
7. Technical Monitoring and Control System (TMCS)		√		√
Integrated Synchronized Recording and Replay	√		√	√
Automatic Message Switching Center (AMSC) Dual System		√		√
Integrated Aeronautical Information System (IAIS) Server		√		√

Jenis Fasilitas	Existing	Diganti		FIR Jakarta Baru
		Tahap I	Tahap II	
Voice Communication Switching System (VCSS)		√		√
Perangkat Lunak (Software)				
a. Operating System ADPS		√		√
b. Software Aplikasi untuk Air Ground Data Link Processing (AGDP)		√		√
c. Software Aplikasi untuk Controller Working Position (CWP)	√		√	√
d. Software Aplikasi untuk Integrated Synchronized Recording and Playback	√		√	√
e. Software Aplikasi TMCS		√		√
f. Software Aplikasi Operational Supervisor dan Technical Supervisor		√		√
g. Software Aplikasi <u>Supervisor Data Specialist / DBM User</u>		√		√
h. Interface Customization as per existing system (system software) / Human Machine Interface		√		√
i. Software Aplikasi untuk Automatic Message Switching Center (AMSC)		√		√
j. Software Aplikasi untuk Integrated Aeronautical Information System (IAIS)		√		√

Sesuai Tabel 3.1 di atas dapat diketahui penggantian fasilitas komunikasi pada FIR Ujung Pandang diperlukan untuk mensejajarkan kemampuan antara kedua FIR ini

- d. Pendanaan : Faktor keuangan melibatkan perubahan peluang ekonomi eksternal terhadap operasi fisik atau penggunaan aset dan akan melibatkan pertimbangan pajak. Contoh : menyewa (mengontrak) aset mungkin akan lebih menarik daripada memiliki aset tersebut. dapat dianggap sebagai bentuk *keusangan (obsolescence)*. Dalam kasus penggantian fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang faktor pendanaan menjadi pertimbangan khususnya

perhitungan ketersediaan dana dan kemampuan perusahaan untuk melakukan penggantian dan tingkat pengembalian investasi (revenue).

- e. Dalam kasus penggantian fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang terjadi kesalahan estimasi masa lalu, yaitu kesalahan dalam penentuan waktu penggantian, dimana penggantian pada FIR Ujung Pandang dilakukan pada tahun 2005, sedangkan studi penggantian dilakukan pada tahun 1996. Acuan penggantian yang merujuk pada studi tahun 1996 ini sudah tidak sesuai dengan kondisi pada tahun 2005. Mengingat pertumbuhan penerbangan yang pesat setelah tahun 2000.

3.2.2 Tahap Perhitungan

Pada tahap ini akan dilakukan pendekatan melalui analisa teori tekno ekonomi dengan memperhitungkan evaluasi dari masing masing pilihan terhadap perhitungan PW, AW, dan FW yang akan dihitung pada Bab 4 tesis ini.

3.2.3 Tahap Pemilihan

Setiap pilihan didasari pada hasil identifikasi kemampuan fasilitas FIR di Ujung Pandang dibandingkan dengan fasilitas FIR baru yang akan dipasang di Jakarta. Yang diidentifikasi sebagai berikut :

- a Faktor kesetaraan teknologi dan tren kebutuhan kedepannya baik dari sisi sistem operasi dalam fasilitas komunikasi penerbangan yang digunakan, apakah sistem operasi tersebut mengalami penambahan atau penggantian *software* yang dipakai saat ini mampu memberikan pelayanan optimal dan menjamin keselamatan penerbangan.
- b Faktor penambahan atau penggantian *software* dan *hardware* pada sistem operasi fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang.
- c Jumlah pergerakan penerbangan,
- d Kapasitas jaringan,
- e Pengembangan infrastruktur yang terkoneksi, dan
- f Biaya.

Pada Bab 3 ini akan dibahas input data yang mempengaruhi dan kemudian akan dijadikan acuan dalam penghitungan di Bab 4. Data data tersebut antara lain :

- a FIR Ujung Pandang; dan
- b Skenario Arsitektur Jaringan Telekomunikasi Penerbangan

3.3. FIR Ujung Pandang

Secara umum pelayanan penerbangan yang diberikan oleh FIR telah dijelaskan pada Bab 2, layanan ini mendefinisikan bagaimana pelayanan navigasi penerbangan diberikan kepada penggunanya (pesawat udara). Pelayanan ini menentukan tingkat pendapatan yang akan diterima oleh FIR Ujung Pandang, dimana setiap rute yang dilayani akan memberikan penghasilan.

3.3.1. Pendapatan FIR Ujung Pandang

Pada penelitian ini akan dibahas sumber pendapatan (*revenue*) dari FIR Ujung Pandang. Sumber pendapatan dihasilkan dari pelayanan jasa penerbangan sesuai yang dijelaskan pada Peraturan Pemerintah No. 6 tahun 2009 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang berlaku pada Departemen Perhubungan. Sesuai dengan peraturan ini dapat ditentukan pendapatan yang diterima dari pelayanan jasa penerbangan. Tarif pelayanan [16] dijelaskan pada Tabel 3.2 di bawah.

Tabel 3.2. Tarif Pelayanan Jasa Penerbangan

No	PELAYANAN JASA PENERBANGAN (PJP) :	TARIF PENERIMAAN NEGARA BUKAN PAJAK
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 API 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

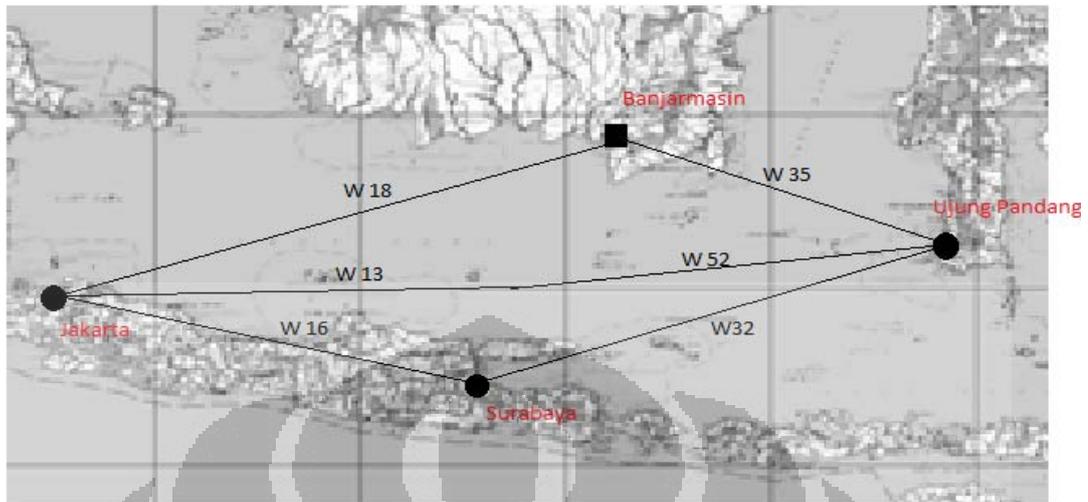
Pelayanan Jasa Penerbangan dalam negeri adalah pelayanan yang diberikan kepada maskapai penerbangan berbendera Indonesia (nasional) yaitu penerbangan yang melayani jalur penerbangan domestik.

Pelayanan Jasa Penerbangan luar negeri adalah pelayanan yang diberikan kepada maskapai penerbangan berbendera Indonesia (nasional) dan berbendera asing (internasional) yaitu penerbangan yang melayani jalur penerbangan dari dan ke wilayah Indonesia.

Satuan yang digunakan dalam pelayanan ini adalah *route unit* (jalur), dimana setiap jalur yang dilalui oleh armada pesawat udara akan dikenakan biaya. Satuan jalur ini mengacu pada peta penerbangan, yaitu jalur yang akan dilalui. Setiap jalur yang dilewati akan diberikan tarif sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 6 tahun 2009 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang berlaku pada Departemen Perhubungan.

Sebagai contoh adalah pesawat udara yang akan terbang dari Makassar menuju Jakarta dapat melalui jalur W (baca: *Whiskey*) 52 – W13 hingga sampai di Cengkareng. Cara lain dapat melalui W32 – W16 atau W35 – W18. Cara pertama adalah yang biasa dilalui oleh para penerbang sedangkan cara kedua dan ketiga merupakan jalur tidak lazim karena akan memakan jarak yang lebih jauh melalui Surabaya atau melalui Banjarmasin. Cara kedua dan ketiga sering dilakukan oleh pesawat TNI AU (Tentara Nasional Indonesia Angkatan Udara) untuk alasan patroli keamanan negara. Setiap Jalur W yang dilalui akan dikenakan tarif sesuai PP 6 tahun 2009. Apabila pesawat udara tersebut melalui 4 jalur maka akan dikenakan tarif 4 kali. Jalur tersebut dijelaskan pada Gambar 3.3 di bawah.

Sedangkan untuk struktur ATS *route* di Indonesia yang menggambarkan keseluruhan jalur penerbangan di Indonesia tergambar pada Lampiran 1 pada tesis ini.



Gambar 3.3 Contoh Jalur Penerbangan antara Ujung Pandang – Jakarta

Untuk menentukan perkiraan pendapatan dari pelayanan jasa penerbangan maka perlu dilakukan penghitungan terhadap pendapatan yang diterima dari pelayanan jasa penerbangan. Berdasarkan data yang didapat dari PT. Angkasa Pura I, pendapatan dari Jasa Penerbangan pada tahun 2006 sampai dengan tahun 2010, dan data PNB (pendapatan negara bukan pajak) Direktorat Navigasi Penerbangan tahun 2011 didapat data pendapatan pelayanan jasa penerbangan[17] seperti tabel berikut :

Tabel 3.3 data pendapatan Pelayanan Jasa Penerbangan di FIR Ujung Pandang

Tahun	Pendapatan (Rp)
2006	49,389,604,560
2007	51,473,818,282
2008	58,299,966,811
2009	54,127,694,642
2010	54,980,002,080
2011	75,727,706,357

Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa rata-rata kenaikan PNBPN sejak 2006 sampai dengan 2010 naik 9,25 % per tahun. Kenaikan ini dijadikan acuan dalam menghitung perkiraan pendapatan selama 20 tahun ke depan. Sehingga nilai pendapatan pelayanan jasa penerbangan di FIR Ujung Pandang dapat diperkirakan dan menjadi acuan dalam penghitungan berikutnya.

3.3.2. Pertumbuhan Pergerakan Penerbangan di FIR Ujung Pandang

Data pergerakan penerbangan di Indonesia seperti telah diceritakan pada Bab 1 bagian latar belakang. Sedangkan perkiraan pergerakan penerbangan di Indonesia [18] dijelaskan pada tabel di bawah :

Tabel 3.4 Perkiraan Pergerakan Pesawat Udara di Indonesia

Tahun	FIR Jakarta	FIR Ujung Pandang
2003	342.250	360.263
2004	339.519	357.388
2005	342.865	360.910
2006	356.929	375.715
2007	372.754	392.373
2008	404.908	426.219
2009	464.332	488.771
2010	531.078	559.029
2011	626.672	659.654
2012	739.472	778.392
2013	872.577	918.503

Pertumbuhan jumlah pergerakan penerbangan mempengaruhi kapasitas dalam fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang yaitu terhadap kapasitas data yang akan dikumpulkan pada *server* FIR. Sehingga keputusan dalam penggantian fasilitas berkaitan dengan jumlah (beban) pergerakan penerbangan.

Pertumbuhan jumlah pergerakan penerbangan seiring dengan jumlah pertumbuhan armada pesawat terbang di Indonesia. Perkiraan pertumbuhan jumlah armada pesawat udara di Indonesia seperti dijelaskan pada tabel 3.5 [1] di bawah.

Tabel 3.5 Perkiraan Pertumbuhan Jumlah Armada Pesawat Udara di Indonesia

Tahun	Jumlah Armada Pesawat Udara
2003	272
2004	301
2005	367
2006	447
2007	497
2008	525
2009	631
2010	725
2011	853
2012	981
2013	1109
2014	1237

Seperti yang telah dijelaskan tabel di atas bahwa data pergerakan pesawat udara di Indonesia termasuk tinggi. Pertumbuhan jumlah pergerakan pesawat terbang di Indonesia yang selalu cenderung mengalami kenaikan sejak tahun 2005 di FIR Ujung Pandang[19] dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut :

Tabel 3.6 Pertumbuhan Pergerakan Pesawat Udara di FIR Ujung Pandang

Tahun	Jumlah Pergerakan
2002	261.750
2003	301.773
2004	360.263
2005	357.388
2006	360.910
2007	375.715
2008	392.373
2009	426.219
2010	488.771
2011	559.029

Berdasarkan Tabel 3.6 di atas dapat diketahui bahwa pertumbuhan pergerakan akan cenderung bertambah, kecenderungan ini didukung oleh rencana beberapa maskapai penerbangan yang akan menambah jumlah armadanya, yang akan

mempengaruhi tingginya jumlah pergerakan di Indonesia. Sehingga jalur penerbangan yang dilalui akan lebih padat.

3.3.3. Perkembangan Teknologi dan Fasilitas di FIR Ujung Pandang

Sebagai pusat distribusi data dan pengaturan ruang udara di wilayah timur Indonesia FIR Ujung Pandang harus memiliki fasilitas yang handal untuk menunjang pertumbuhan pergerakan pesawat udara dan keselamatan penerbangan. Oleh karena itu diperlukan perubahan fasilitas yang sesuai dengan tuntutan dari ICAO.

Seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2 tesis ini, perubahan konsep CNS ATM menjadi hal utama yang dipertimbangkan dalam melakukan perubahan pada fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang. Sebagai pertimbangan lain adalah perubahan fasilitas komunikasi penerbangan pada FIR Jakarta yang akan dirubah pada tahun 2012, yang menghendaki kesetaraan pelayanan yang harus diberikan oleh FIR Ujung Pandang.

Makassar *Air Traffic Service Center* yang selanjutnya disebut MATSC adalah Pusat pengendalian lalu lintas penerbangan yang memberikan layanan pengendalian lalu lintas penerbangan di wilayah Timur Indonesia (FIR Ujung Pandang). Dalam memberikan pelayanan pengendalian lalu lintas penerbangan MATSC menggunakan peralatan *ATC System* yang disebut dengan Eurocat-X[20]. Peralatan Eurocat-X ini berfungsi untuk memproses semua data yang masuk ke peralatan ini termasuk data Radar, data ADSC/CPDLC, data *ATS Messages*, data GRIB Meteo dan data ADS-B, kemudian data tersebut ditampilkan dalam display dan digunakan oleh ATC dalam memberikan pelayanan pengendalian lalu lintas penerbangan.

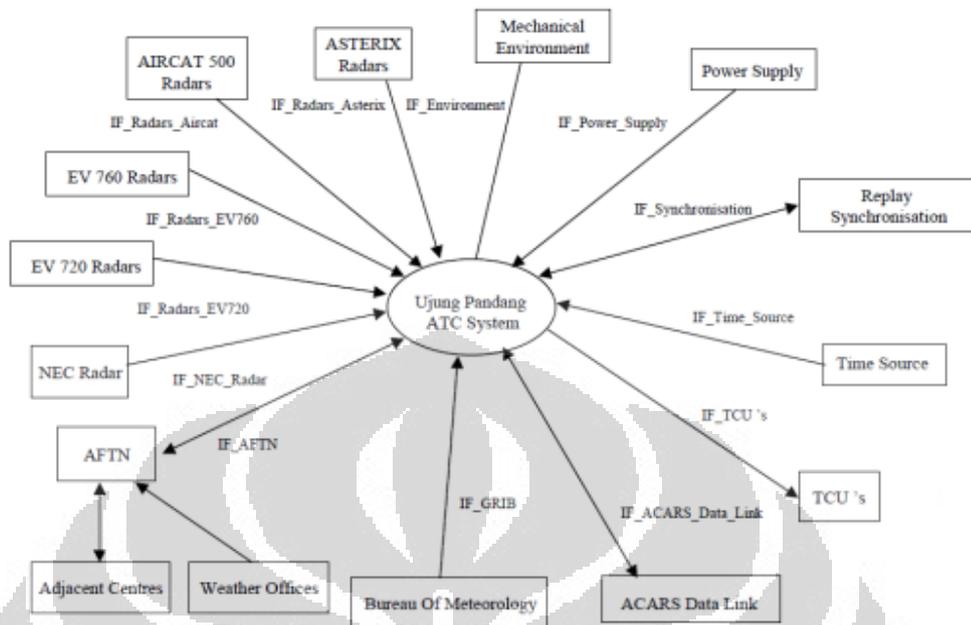
Peralatan Eurocat-X terdiri dari beberapa aplikasi antara lain :

- a RDP (*Radar Data Processing*) untuk memproses semua data radar yang masuk ke peralatan dan kemudian ditampilkan di radar display MMI (*Man Machine Interface*). RDP di MATSC saat ini memproses 12 sumber data radar.
- b FDP (*Flight Data Processing*) berfungsi untuk memproses data *ATS Messages* (ICAO dan *AIDC messages*) dan Meteo Grib.

- c ICAO *messages* terdiri dari FPL, DEP, ARR, EST, CHG, DLA, CPL, NOTAM, METAR, ROFOR, ARFOR, dll.
- d AIDC *messages* terdiri dari ABI, EST, ACP, TOC, AOC, LAM, LRM, PAC, dll
- e AGDP (*Air Ground Data Processing*) untuk memproses data ADSC/CPDLC.
- f SNMP (*Safety Net Monitoring Processing*) berfungsi untuk memberikan *alert/warning* bila terjadi nilai yang kurang dari VSP (*Variable System Parameter*). Alert ini terdiri dari RAM, CLAM, DAIW, MSAW, STCA, SAP, ETO, TDAW, dll
- g ADSB *Data Processing*, berfungsi untuk memproses data-data ADSB yang masuk dan menampilkannya pada MMI (*Man Machine Interface*).
- h MMI (*Man Machine Interface*) berfungsi untuk menampilkan semua data yang masuk ke ATC System, antara lain : FPL *Track*, RADAR *Track*, ADSC *Track*, ADSB *Track* dan lain lain.

MATSC dalam memberikan pelayanan pengendalian lalu lintas penerbangan beroperasi selama 24 jam, yang melayani kurang lebih 1500 penerbangan per hari yang terdiri dari penerbangan domestik dan penerbangan internasional pada wilayah Ujung Pandang FIR.

Secara umum fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang merupakan peralatan yang relatif baru, dibangun dengan menggunakan hasil kajian (*feasibility study*) pada tahun 1996. Dan pekerjaan instalasi fasilitas yang mulai dibangun pada 2002 sampai 2005. Dan diresmikan penggunaannya pada tahun 2005. Yang secara bagan dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut :



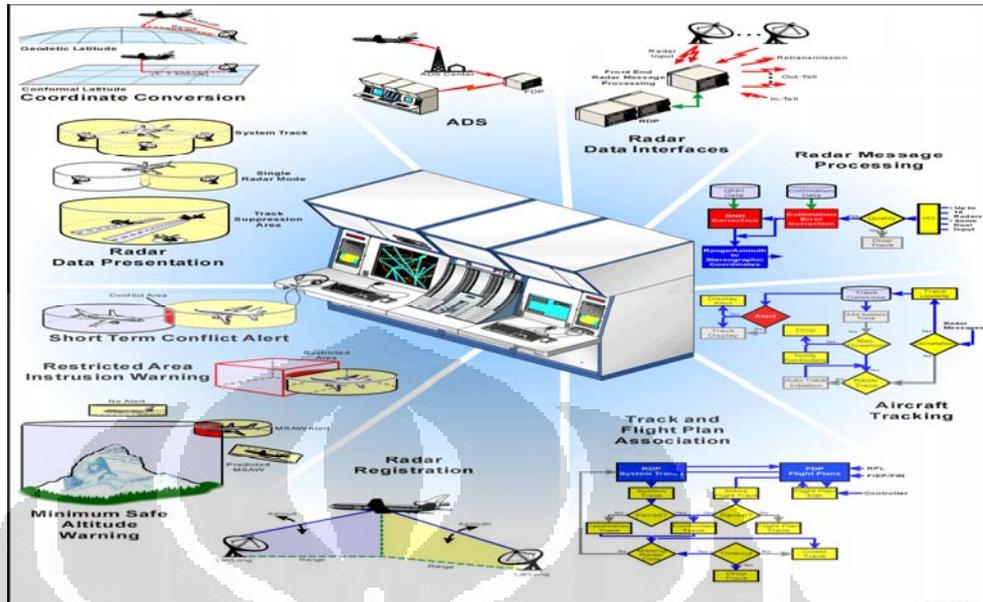
Gambar 3.4 Sistem Yang Terintegrasi Pada FIR Ujung Pandang

Sistem ini sangat mempengaruhi perputaran data di wilayah FIR Ujung Pandang mengingat kebutuhan terhadap sistem ini.

Selain itu pada tahun 2011 telah dilakukan upgrade terhadap aplikasi FDP, yang harus dilakukan bersamaan dengan implementasi *New Flight Plan Format*. Sehingga penyesuaian penyesuaian masih harus terus dilakukan, khususnya pengembangan dan penambahan kapasitas fasilitas MATSC terkait dengan penggantian Fasilitas pada FIR Jakarta.

Sedangkan FIR Jakarta yang dikenal dengan *Jakarta Air Traffic Service Center* (JATSC) akan melakukan penggantian peralatan yang memungkinkan untuk berbagai jenis aplikasi terbaru yang terhubung dengan FIR Singapura sebagai *backbone* dalam jaringan komunikasi penerbangan di wilayah asia pasifik yang terhubung ke Indonesia.

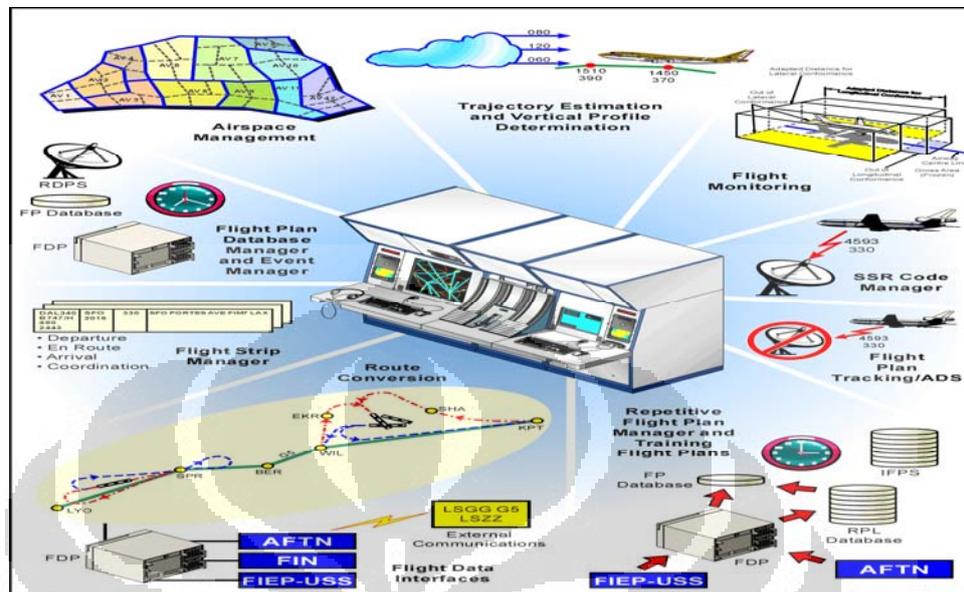
Beberapa peralatan yang mengalami perubahan dibanding dengan yang telah dilakukan oleh MATSC (FIR Ujung Pandang) adalah pada aplikasi RDP dan FDP[21].



Gambar 3.5 RDP FIR Jakarta baru

RDP merupakan kepanjangan dari *Radar Data Processing* adalah fasilitas yang memproses data data yang dihimpun dari fasilitas pengamatan seperti pada Gambar 3.5 di atas, yang memiliki konfigurasi seperti di bawah :

- a *Radar Data Interfaces*
- b *Radar Bypass mode*
- c ADS
- d *Radar Message Processing*
- e *Coordinate Conversion*
- f *Multi Radar Tracking*
- g *Track and Flight Plan Association*
- h *Radar Data Presentation*
- i *Short-Term Conflict Alert*
- j *Minimum Safe Altitude Warning*
- k *Restricted Airspace Intrusion*
- l *Radar Weather Processing*



Gambar 3.6 FDP FIR Jakarta Baru

FDP merupakan kepanjangan dari *Flight Data Processing*, adalah fasilitas yang memproses data data penerbangan, sehingga bisa digunakan oleh operator ATC yang akan melakukan pelayanan lalu lintas penerbangan. Fasilitas FDP seperti pada Gambar 3.6 memiliki konfigurasi sebagai berikut :

- a *External Comm / Flight Data*
- b *Flight Data Interfaces*
- c *Flight Message Processing*
- d *Route Conversion*
- e *Trajectory Estimation*
- f *Diplomatic Clearance Processing*
- g *Flight Strip Manager*
- h *Flight Plan Database Manager*
- i *Repetitive Flight Plan (RPL) Manager*
- j *Training Flight Plan Processing*
- k *SSR Code Manager*
- l *Flight Conformance Monitoring*

- m *Flight Plan Tracking / ADS*
- n *Aeronautical Data Processing System*

RDP dan FDP yang baru akan dipasang di FIR Jakarta memiliki beberapa kelebihan antara lain adalah :

- a Kemudahan dalam meningkatkan *software* (karena merupakan *software* terbaru)
- b Kompatibilitas dengan FIR lain yang memungkinkan untuk distribusi data penerbangan.
- c Kapasitas yang lebih besar (sesuai dengan digitalisasi fasilitas)

Sedangkan peralatan yang akan diganti dijelaskan pada Tabel 3.7 [22] di bawah ini

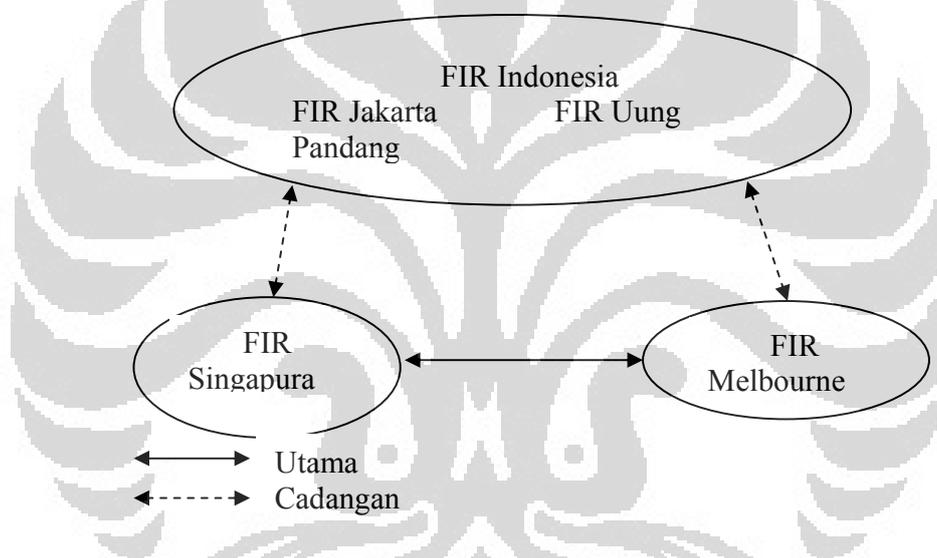
Tabel 3.7 fasilitas yang akan dilakukan penggantian

No	Uraian Peralatan
1.	Perangkat Keras (<i>hardware</i> beserta kelengkapannya) A. <i>Redundant Air Ground Data Link Processor (ADPS) Server</i> B. Peralatan <i>Controller Working Position</i> terdiri dari : 1. Untuk ACC (sektor Medan West, Kalimantan North, Flight Service, Military Civil Coordination). 2. Untuk APP (<i>Controller Working Position (CWP)</i> untuk sektor Lower North, Lower East, Terminal East, Terminal West) 3. Untuk Tower (Tower North, Ground North, Ground South, Delivery North, Delivery South) 4. <i>Operational Supervisor Position</i> 5. <i>Supervisor Data Specialist Position/DBM</i> 6. <i>Flight Data Operator (FDO) Position</i> 7. <i>Technical Monitoring and Control System (TMCS)</i> C. <i>Integrated Synchronized Recording and Replay</i> D. <i>Automatic Message Switching Center (AMSC) Dual System</i> E. <i>Integrated Aeronautical Information System (IAIS) Server</i>
2.	Perangkat Lunak (<i>Software</i>) a. Operating System ADPS b. <i>Software</i> Aplikasi untuk <i>Air Ground Data Link Processing (AGDP)</i> c. <i>Software</i> Aplikasi untuk <i>Controller Working Position (CWP)</i> d. <i>Software</i> Aplikasi untuk <i>Integrated Synchronized Recording and Playback</i> e. <i>Software</i> Aplikasi TMCS f. <i>Software</i> Aplikasi <i>Operational Supervisor dan Technical Supervisor</i> g. <i>Software</i> Aplikasi <i>Supervisor Data Specialist / DBM User</i> h. <i>Interface Customization as per existing system (system software) / Human Machine Interface</i> i. <i>Software</i> Aplikasi untuk <i>Automatic Message Switching Center (AMSC)</i> j. <i>Software</i> Aplikasi untuk <i>Integrated Aeronautical Information System (IAIS)</i>

3.4. Skenario Arsitektur Jaringan Telekomunikasi Penerbangan

Skenario arsitektur jaringan komunikasi penerbangan global yang memuat Indonesia didalamnya telah dibahas pada bab 2 Gambar 2.13. Menjelaskan mengenai peran Indonesia dalam jaringan komunikasi penerbangan global.

Skenario ini menjelaskan peranan Indonesia dalam jaringan komunikasi penerbangan di wilayah Asia Pasifik, yang menjadi cadangan jaringan utama antara *backbone* FIR Singapore dan FIR Melbourne mengalami kegagalan, oleh karena itu pentingnya posisi Indonesia dalam perputaran berita penerbangan di wilayah Asia Pasifik sangat penting, seperti digambarkan pada Gambar 3.7 di bawah.



Gambar 3.7 Posisi Indonesia Dalam Jaringan ATN Asia Pasifik

Karakteristik yang unik bahwa Indonesia memiliki dua FIR seperti Gambar 3.7 di atas menjadi tantangan tersendiri bahwa kedua FIR harus mampu menjadi cadangan dalam jaringan komunikasi penerbangan di wilayah Asia Pasifik. Maka penyesuaian dalam pengembangan fasilitas pada kedua FIR ini menjadi hal yang utama, khususnya terkait dengan penyesuaian penyesuaian dalam sistem operasinya.

Selain itu Indonesia juga harus menyesuaikan dengan kebutuhan dalam negeri dengan mempertimbangkan beberapa faktor lain seperti :

- a Kapasitas dalam pengembangan jaringan;

- b Arsitektur jaringan komunikasi penerbangan lokal (dalam negeri baik pada FIR Jakarta maupun FIR Ujung Pandang);
- c Penambahan jalur penerbangan.

Hal hal inilah menjadi pertimbangan dalam skenario pengembangan jaringan komunikasi penerbangan di Indonesia. Jika fasilitas komunikasi penerbangan yang akan diganti mengalami perubahan baik dalam konfigurasi dan kapasitas. Mengingat posisi Indonesia yang dalam peta Jaringan telekomunikasi penerbangan internasional sebagai cadangan jalur antara FIR Melbourne dan FIR Singapore, maka perlu penyesuaian yang sesuai dengan FIR tersebut dan ketentuan yang telah ditetapkan ICAO untuk mewujudkan keselamatan penerbangan

3.4.1. Perencanaan Pengembangan Jaringan Telekomunikasi Penerbangan di Indonesia

Indonesia memiliki karakteristik yang cukup unik bila dibandingkan beberapa negara lainnya yang berfungsi sebagai jaringan cadangan, karena Indonesia memiliki dua FIR yang saling terhubung ke masing masing ATN *backbone site* (FIR Jakarta ke ATN *Backbone Site* Singapura dan FIR Ujung Pandang terhubung ke ATN *Backbone Site* Australia/Melbourne). Sehingga kehandalan fasilitas komunikasi pada kedua FIR di Indonesia harus mampu menjadi jaringan cadangan yang handal.

Selain di wilayah Asia Pasifik, Indonesia juga memiliki rencana pengembangan jaringan ATN domestik. Konfigurasi dari jaringan ATN di Indonesia adalah seperti telah digambarkan pada Bab 2 gambar 2.13 Konfigurasi jaringan ATN di Indonesia.

Program jangka panjang untuk implementasi sistem ATN di Indonesia akan menjadikan beberapa bandara menjadi sentra komunikasi yang saling terhubung, dan menjadi cadangan dalam jaringan komunikasinya. Sehingga kemungkinan terjadinya kegagalan komunikasi menjadi kecil. Program ini tetap menempatkan FIR Jakarta dan FIR Ujung Pandang sebagai pusat komunikasi di Indonesia Barat dan Indonesia Timur.

3.4.2. Capital Expenditure

Capital Expenditure selanjutnya disebut CAPEX adalah biaya modal investasi yang harus dikeluarkan perusahaan. Perhitungan total CAPEX yang dibutuhkan untuk memperbaharui fasilitas komunikasi pada FIR Ujung Pandang dilakukan dengan cara mengitung satuan harga yang telah ditetapkan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara dalam menetapkan harga yang digunakan dalam menentukan investasi dalam pembaruan fasilitas komunikasi pada FIR Jakarta, ketentuan ini digunakan sebagai dasar dalam investasi barang pemerintah sesuai dengan Perpres no. 54 tahun 2010 tentang pedoman pengadaan barang dan jasa instansi pemerintah.

Investasi yang dilakukan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara dalam menjamin terwujudnya keselamatan penerbangan terdapat di Daftar Isian Perencanaan Anggaran (DIPA) Direktorat Navigasi Penerbangan pada kegiatan Pengadaan dan Pemasangan Full Backup JAATS. Dengan menggunakan acuan tersebut maka total CAPEX yang dibutuhkan dalam penggantian fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang[22] adalah pada Tabel 3.8 sebagai berikut :

Tabel 3.8 CAPEX penggantian fasilitas komunikasi di FIR Ujung Pandang

	Alternatif 1		Alternatif 2 (Rp)
	Upgrade tahap 1 (Rp)	Upgrade tahap 2 (Rp)	
Fasilitas FIR Ujung Pandang	195.800.000.000	102.100.000.000	277.800.000.000

Dari Tabel 3.8 di atas dapat dilihat bahwa biaya CAPEX untuk melakukan upgrade fasilitas, dilakuan 2 tahap, yaitu tahap 1 saat fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang harus disetarakan dengan fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Jakarta yang baru diganti pada tahun 2012, sedangkan tahap kedua dilakukan saat fasilitas yang dipertahankan mengalami masa penggunaan habis

yang dihitung mulai tahun 2005 (yaitu saat penggantian keseluruhan fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang dilakukan).

Penggantian total fasilitas komunikasi penerbangan pada FIR Ujung Pandang adalah penggantian yang dilakukan kepada seluruh fasilitas sehingga sesuai dengan fasilitas yang ada di FIR Jakarta baru.

Rincian perhitungan nilai CAPEX terdapat pada lampiran 2 penulisan tesis ini dengan rincian kebutuhan peningkatan dan item lainnya termasuk garansi, alih teknologi, jasa pemasangan dan uji coba.

Seperti dijelaskan pada Keputusan Dirketur Jenderal Perhubungan Udara no. SKEP.157/IX/2003 tahun 2003 tentang pemeliharaan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan bahwa usia peralatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan berusia 20 tahun. Sehingga nilai investasi ini akan berusia 20 tahun.

3.4.3. OPEX

Selain memperhitungkan berapa besar CAPEX yang dibutuhkan untuk melakukan investasi, dalam teori tekno ekonomi juga dibutuhkan *Operating Expenditure* yang selanjutnya disebut OPEX. OPEX adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan kegiatan operasional dan pemeliharaan (*operation and Maintenance*) terkait dengan layanan yang diberikan.

Pada penelitian ini OPEX terdiri dari biaya pemeliharaan, biaya pegawai, biaya daya, dan biaya lainya yang terkait dengan operasional FIR Ujung Pandang. Untuk menentukan besaran OPEX, digunakan asumsi dari pengeluaran oleh PT. Angkasa Pura I sebagai operator MATSC. Dikarenakan operasional MATSC yang memiliki ruang udara pelayanan di wilayah timur Indonesia, maka diperlukan personil dan operasional yang sama besarnya dengan satu bandara. Oleh karena itu beban OPEX diasumsikan dari beban operasional PT. Angkasa Pura I dibagi 16 (13 Bandara, 2 Kargo dan 1 MATSC). Tabel di bawah menjelaskan asumsi beban OPEX dari FIR Ujung Pandang dari tahun 2006 sampai 2010 :

Tabel 3.9 Beban OPEX di FIR Ujung Pandang[17]

Tahun	Beban OPEX (Rp)
2006	28,112,895,000
2007	33,121,340,000
2008	38,299,996,000
2009	41,882,228,000
2010	43,950,342,000

Berdasarkan tabel di atas dapat diasumsikan bahwa rata rata kenaikan beban OPEX adalah sebesar 5,89 % pertahunnya. Dasar ini akan dijadikan acuan dalam penghitungan kenaikan beban OPEX dalam penghitungan tekno ekonomi pada bab selanjutnya.

Rincian beban OPEX dari PT. Angkasa Pura I akan dijelaskan lebih rinci pada lampiran 3 tesis ini. Data yang digunakan merupakan data dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2010.

BAB 4

PERHITUNGAN DAN ANALISIS TEKNO EKONOMI

Setelah di bab sebelumnya dilakukan tahap data input yang akan dihitung dengan analisis tekno ekonomi, maka pada bagian ini akan dibahas mengenai output dari analisis yang dilakukan pada analisa penggantian fasilitas komunikasi di FIR Ujung Pandang seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, output berupa nilai ekonomis investasi teknologi telekomunikasi penerbangan dapat diketahui nilai profitabilitas investasi yang akan dilakukan, sesuai dengan metodologi yang digunakan, dengan menggunakan acuan untuk menilai profitabilitas investasi yaitu :

- a Pendapatan
- b Biaya Investasi (CAPEX) dan Biaya Operasional (OPEX)
- c Perhitungan tekno ekonomi
- d *Replacement Analysis*

Output tersebut akan dibahas satu per satu untuk melihat profitabilitas investasi baik pada pilihan alternatif 1 maupun alternatif 2. Dengan tujuan menjawab pertanyaan “Menentukan penggantian total atau peningkatan kemampuan (*upgrade*) pada fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang”.

Data yang diolah menggunakan metode ekonomi teknik antara lain dengan mengolah Data yang telah diberikan pada Bab 3 tesis ini, dengan merinci penghitungan yang dimulai pada 2013, dengan mempertimbangkan bahwa tahun 2012 dihitung sebagai tahun ke 0 yang berarti tahun terjadinya investasi, sedangkan beban dan pendapatan dimulai pada 2013 untuk menghitung pengembalian dari investasi ini.

4.1. Pendapatan

Pada umumnya semua investasi yang dilakukan mengharapkan hasil pendapatan semaksimal mungkin untuk menutupi biaya investasi yang telah dikeluarkan. Namun pada kasus penggantian fasilitas komunikasi penerbangan pada FIR Ujung Pandang, faktor pendapatan bukanlah hal yang utama. Disini faktor

keselamatan penerbangan yang menjadi hal utama, karena ini merupakan jenis usaha yang berbasis pada pelayanan jasa penerbangan berupa pengaturan lalu lintas pesawat udara, pemberian informasi meteorologi, dan pelayanan kesiagaan dengan tujuan mendapatkan jasa penerbangan yang efektif dan efisien.

Pada FIR Ujung Pandang yang melayani pelayanan jasa penerbangan di wilayah timur Indonesia, setiap armada pesawat udara diwajibkan untuk membayar harga pelayanan, seperti yang telah dijelaskan pada Bab 3 tesis ini.

Asumsi perkiraan pendapatan dari pelayanan jasa penerbangan untuk FIR Ujung pandang hingga 20 tahun ke depan adalah seperti pada Tabel 4.1 di bawah :

Tabel 4.1 Perkiraan pendapatan Pelayanan Jasa Penerbangan di FIR Ujung Pandang

Tahun	Pendapatan (Rp)	Tahun	Pendapatan (Rp)
2012	82,735,578,590	2023	218,941,561,135
2013	90,388,619,610	2024	239,193,655,540
2014	98,749,566,924	2025	261,319,068,678
2015	107,883,901,864	2026	285,491,082,530
2016	117,863,162,786	2027	311,899,007,665
2017	128,765,505,344	2028	340,749,665,873
2018	140,676,314,589	2029	372,269,009,967
2019	153,688,873,688	2030	406,703,893,389
2020	167,905,094,504	2031	444,324,003,527
2021	183,436,315,746	2032	485,423,973,853
2022	200,404,174,952		

Jumlah pendapatan tersebut merupakan kontribusi dari seluruh pelayanan yang diberikan oleh FIR Ujung Pandang, yaitu :

- a Pelayanan Penerbangan Domestik;
- b Pelayanan Penerbangan Internasional; dan
- c Pelayanan Penerbangan Lintas.

4.2. Biaya Investasi (CAPEX) dan Biaya Operasional (OPEX)

Biaya investasi umumnya tersebar sepanjang periode investasi, namun dalam kasus ini memiliki beberapa periode untuk alternatif 1 dan sekali investasi untuk alternatif 2. Investasi berupa CAPEX seperti yang telah dijelaskan pada Bab 3 tesis ini. Namun untuk mengetahui investasi mana yang lebih besar maka harus dibandingkan investasi mana yang lebih besar. Dimana alternatif 1 merupakan upgrade fasilitas yang dilakukan 2 tahap yaitu pada tahun 2012 dan pada tahun 2025, dan penggantian total yang dilakukan hanya pada tahun 2012. Total nilai investasi pada fasilitas komunikasi pada FIR ujung Pandang diuraikan pada Tabel 4.2 di bawah:

Tabel 4.2 CAPEX keseluruhan penyempurnaan fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang

	Alternatif 1		Alternatif 2 (Rp)
	Upgrade tahap I tahun 2012 (Rp)	Upgrade tahap II tahun 2025 (Rp)	
Penyempurnaan Fasilitas Komunikasi di FIR Ujung Pandang	195.800.000.000	102.100.000.000	277.800.000.000
Total Investasi	297.900.000.000		277.800.000.000

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas dapat diketahui bahwa total CAPEX upgrade fasilitas komunikasi penerbangan pada FIR Ujung Pandang memiliki nilai lebih tinggi dibanding dengan penggantian keseluruhan Fasilitas Komunikasi Penerbangan di FIR Ujung Pandang.

Perbedaan ini disebabkan dua tahap dalam *upgrade* fasilitas berarti dua kali pengeluaran biaya garansi, biaya alih teknologi, biaya jasa pemasangan dan biaya uji coba. Sehingga nilai yang didapat tidak sama dengan penggantian keseluruhan.

Biaya operasional (OPEX) adalah biaya yang dikeluarkan pada masa penggunaan fasilitas. Pada bab 3 dibahas tentang OPEX dari FIR Ujung Pandang pada periode 2006 sampai 2010 (Tabel 3.7) dengan rata rata kenaikan OPEX sebesar 5.89 % per tahunnya. Dengan kenaikan 5.89 % per tahun, maka dapat diperkirakan perkiraan kenaikan OPEX dari FIR Ujung Pandang, seperti pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Perkiraan Biaya OPEX di FIR Ujung Pandang

Tahun	Biaya OPEX	Tahun	Biaya OPEX
2013	53,861,586,000	2023	87,734,849,000
2014	56,554,666,000	2024	92,121,591,000
2015	59,382,399,000	2025	96,727,671,000
2016	62,351,519,000	2026	101,564,054,000
2017	65,469,095,000	2027	106,642,257,000
2018	68,742,550,000	2028	111,974,370,000
2019	72,179,677,000	2029	117,573,088,000
2020	75,788,661,000	2030	123,451,743,000
2021	79,578,094,000	2031	129,624,330,000
2022	83,556,999,000	2032	136,105,546,000

Dengan perkiraan biaya operasional di atas maka pada perhitungan NPV didapat, sehingga kelayakan investasi bisa didapat.

4.3. Perhitungan Tekno Ekonomi

Tekno ekonomi tidak pernah jauh dari hubungan waktu dan uang, sehingga dalam melakukan perencanaan perlu memperhatikan beberapa hal yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, yaitu MARR (*Minimum Attractive Rate of Return* /*i*), PW (*Present Worth*), AW (*Annual Worth*), dan FW (*Future Worth*).

Sesuai faktor tekno ekonomi maka perhitungan terhadap alternatif – alternatif yang diberikan untuk analisa penggantian fasilitas di FIR Ujung Pandang adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Perhitungan Tekno Ekonomi

MARR (i) =	5.00%	
Useful Life (Year) =	20	
Hasil Produk Pelayanan =	Berdasarkan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat	
Harga Satuan =	Berdasarkan PP 6 tahun 2009	
Expenses	Alternatif 1	Alternatif 2
CAPEX =	Rp 297,900,000,000	Rp 277,800,000,000
OPEX =	Sesuai dengan Tabel 4.3	Sesuai dengan Tabel 4.3
Pendapatan =	Sesuai dengan Tabel 4.1	Sesuai dengan Tabel 4.1
	2 tahap penggantian	Penggantian Keseluruhan
EOY	Alternatif 1	Alternatif 2
0	Rp (195,800,000,000)	Rp (277,800,000,000)
1	Rp 62,275,724,562	Rp 62,275,724,562
2	Rp 69,231,027,123	Rp 69,231,027,123
3	Rp 76,889,435,074	Rp 76,889,435,074
4	Rp 85,318,972,657	Rp 85,318,972,657
5	Rp 94,594,105,708	Rp 94,594,105,708
6	Rp 104,796,344,970	Rp 104,796,344,970
7	Rp 116,014,905,589	Rp 116,014,905,589
8	Rp 128,347,428,000	Rp 128,347,428,000
9	Rp 141,900,765,916	Rp 141,900,765,916
10	Rp 156,791,847,631	Rp 156,791,847,631
11	Rp 173,148,617,448	Rp 173,148,617,448
12	Rp 191,111,064,669	Rp 191,111,064,669
13	Rp 108,732,348,263	Rp 210,832,348,263
14	Rp 232,480,026,095	Rp 232,480,026,095
15	Rp 256,237,398,407	Rp 256,237,398,407
16	Rp 282,304,976,153	Rp 282,304,976,153
17	Rp 310,902,085,761	Rp 310,902,085,761
18	Rp 342,268,622,972	Rp 342,268,622,972
19	Rp 376,666,969,590	Rp 376,666,969,590
20	Rp 414,384,088,219	Rp 414,384,088,219
PW	Rp 1,790,701,204,063.81	Rp 1,762,847,013,964.69
AW	Rp 143,690,497,499.57	Rp 141,455,405,221.91
FW	Rp 4,751,263,395,341.85	Rp 4,677,357,936,673.21

Penjelasan Tabel 4.4

MARR (i)	= diisi dengan suku bunga yang berlaku saat perhitungan dilakukan (sumber Bank Indonesia) sebesar 5% [23];
<i>Useful Life</i>	= diisi dengan umur kinerja peralatan yang ditetapkan oleh Kementerian Perhubungan (SKEP 157/IX/03 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Pelaporan Peralatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan, Lampiran 6B);
Hasil Produk Pelayanan	= Kemampuan jumlah pelayanan yang akan diberikan, sesuai dengan pertumbuhan pergerakan pesawat;
Harga Jual	= Tarif pelayanan yang akan diberikan (PP RI Nomor 6 Tahun 2009 tentang Jenis dan Tarif Atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak yang berlaku pada Departemen Perhubungan), sesuai penjelesan pada bab 3 menggunakan hasil perhitungan pada bab 4, bagian pendapatan;
CAPEX	= Nilai fasilitas yang akan dibeli (investasi);
OPEX	= merupakan akumulasi dari jumlah beban biaya tenaga kerja, pemakaian listrik, dan pemeliharaan yang digunakan dalam satu tahun selama masa penggunaan (<i>usefull life</i>) sesuai dengan Tabel 4.3;
Pendapatan	= Pendapatan yang akan diperoleh selama masa penggunaan sesuai dengan Tabel 4.1;
EOY	= <i>End Of Year</i> , umur peralatan yang ditentukan untuk investasi berikutnya (= <i>Useful Life</i>)

Berdasarkan penghitungan di atas maka dapat diperoleh bahwa nilai PW, AW dan FW yang tertinggi adalah dengan melakukan investasi upgrade fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang.

Yang selanjutnya dilakukan pendekatan melalui analisa teori tekno ekonomi dengan memperhitungkan evaluasi terhadap perhitungan NPV dari masing masing pilihan, penghitungan telah dilakukan dengan hasil perhitungan sebagai berikut :

- a Kedua alternatif memberikan hasil perhitungan NPV > 0 (hasil positif) artinya kedua alternatif pilihan pengantian tersebut adalah layak, atau menguntungkan dari segi ekonomis.
- b Berdasarkan hasil perhitungan NPV diketahui bahwa alternatif 1 lebih tinggi dibanding dengan NPV alternatif 2, begitu juga hasil perhitungan AW dan FW.

4.4. Replacement Analysis

Replacement analysis menjadi landasan bagi pengambilan keputusan dalam penyesuaian fasilitas komunikasi pada FIR Ujung Pandang. Berdasarkan hasil perhitungan tekno ekonomi diketahui bahwa pilihan alternatif 1 lebih layak investasi dengan keunggulan dari nilai PW, AW, dan FW lebih tinggi dibanding dengan alternatif 2.

Analisis dilanjutkan seandainya FIR Ujung Pandang harus melakukan pengantian. Perhitungan didasarkan pada nilai NPV dari alternatif 1 untuk kemudian menghitung investasi (CAPEX) minimal sebagai alternatif 3 atau dengan menurunkan nilai beban operasional (OPEX) untuk periode yang sama sebagai alternatif 4. Dengan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.5 Perbandingan Alternatif 1, Alternatif 3, dan Alternatif 4

Pilihan	Alternatif 1	Alternatif 3	Alternatif 4
CAPEX (Rp)	297,900,000,000	249,900,000,000	297,900,000,000
OPEX (Rp)	28,112,895,048	28,112,895,048	26,650,000,000

Perhitungan lebih rinci dari tabel 4.5 terdapat pada lampiran 4 tesis ini.

Selanjutnya apabila Alternatif 1 tetap dipertahankan, maka sebelum dilakukan pergantian (upgrade) tahap 2 perlu dilakukan kajian ulang dengan memperhitungkan nilai keekonomiannya menggunakan metode AW (*Annual Worth*). AW yang dibandingkan adalah dengan membandingkan AW dari keempat alternatif yang ada. Hasil perhitungan dijelaskan sebagai berikut :

Tabel 4.6 Perbandingan nilai PW, AW, dan FW dari keempat alternative

Pilihan	PW (Rp)	AW (Rp)	FW (Rp)
Alternatif 1	1,790,701,204,063	143,690,497,499	4,751,263,395,341
Alternatif 2	1,762,847,013,964	141,455,405,221	4,677,357,936,673
Alternatif 3	1,790,747,013,965	143,694,173,404	4,751,384,942,646
Alternatif 4	1,790,711,681,544	143,691,338,239	4,751,291,195,218

Rincian perhitungan dari tabel di atas terdapat pada lampiran 4 tesis ini.

Dengan mengacu hasil perhitungan pada Tabel 4.6 di atas alternatif yang mendapatkan AW tertinggi adalah pada Alternatif 3 yaitu dengan melakukan pengurangan CAPEX. Maka bila dilakukan penggantian pada fasilitas komunikasi di FIR Ujung Pandang untuk mendapatkan PW, AW, dan FW tertinggi adalah dengan menekan nilai investasi.

Pertimbangan dalam melakukan investasi harus dilakukan oleh pelaksana pekerjaan penyesuaian fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang, sehingga pilihan investasi yang tepat dapat dilakukan, guna menghindari kesalahan dalam estimasi investasi pekerjaan ini.

Alternatif 1 melakukan penggantian dengan dua tahap yaitu pada 2012 dan 2025, memiliki rentang waktu yang panjang (13 tahun) memungkinkan untuk terjadinya perubahan harga dalam investasi tahap 2. Dengan membandingkan hasil perhitungan pada pilihan keputusan untuk menggunakan alternatif 1, hasil perhitungan akan dibandingkan dengan perhitungan awal pada alternatif 2 yaitu

dengan merubah nilai investasi tahap II yang disesuaikan dengan PW, AW, dan FW alternatif 2, maka didapat nilai investasi seperti dijelaskan pada Tabel 4.7 di bawah.

Tabel 4.7 Perbandingan Nilai CAPEX Alternatif 1 mengacu ke Alternatif 2

CAPEX	Alternatif 1 (Rp)	Alternatif 1 Perubahan (Rp)	Alternatif 2 (Rp)
Tahap I	195,800,000,000	195,800,000,000	277,800,000,000
Tahap II	102,100,000,000	154,800,000,000	
Total CAPEX	297,900,000,000	350,600,000,000	277,800,000,000
Selisih CAPEX	52,700,000,000	72,800,000,000	
Persentase Perubahan	17,7 %	26,2 %	

Sesuai Tabel 4.7 di atas alternatif 1 layak dijadikan pilihan dalam investasi apabila kenaikan harga hingga tahun 2025 tidak mengalami selisih harga mendekati 17,7%. Karena dengan mempertimbangkan selisih harga seperti pada Tabel 4.7 maka nilai investasi yang dilakukan akan lebih tinggi sebesar 26,2% dibanding dengan total investasi yang dilakukan pada alternatif 2.

Sehingga pilihan investasi yang memungkinkan adalah dengan melakukan penekanan terhadap CAPEX (alternatif 3), dibandingkan dengan kemungkinan penambahan nilai investasi di masa depan yang memiliki nilai CAPEX lebih tinggi di tahun 2025.

BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis penggantian investasi yang dilakukan pada fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Pada penelitian ini didapatkan dua alternatif penggantian fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang. Yaitu :
 - (1) Penggantian bertahap (tahun 2012 dan tahun 2025) sebagai alternatif 1;
 - (2) Penggantian keseluruhan sebagai alternatif 2.
- b. Investasi pada fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang secara tekno ekonomi lebih mengarah kepada alternatif 1 yaitu penggantian (*upgrade*) bertahap fasilitas yang ada dengan dua tahap.
- c. Jika pilihan investasi pada fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang akan dilakukan dengan melakukan alternatif 2 yaitu ganti total, maka perlu dilakukan penghitungan dengan kemungkinan baru yaitu :
 - (1) Optimalisasi CAPEX;
 - (2) Meminimalisasi OPEX; atau
 - (3) Optimalisasi CAPEX dan Meminimalisasi OPEX.

Dengan melakukan perbandingan dengan kemungkinan selisih harga pada investasi tahap II yang dilakukan 13 tahun setelah investasi Tahap I maka diperlukan pertimbangan lain dalam melakukan penggantian fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang.

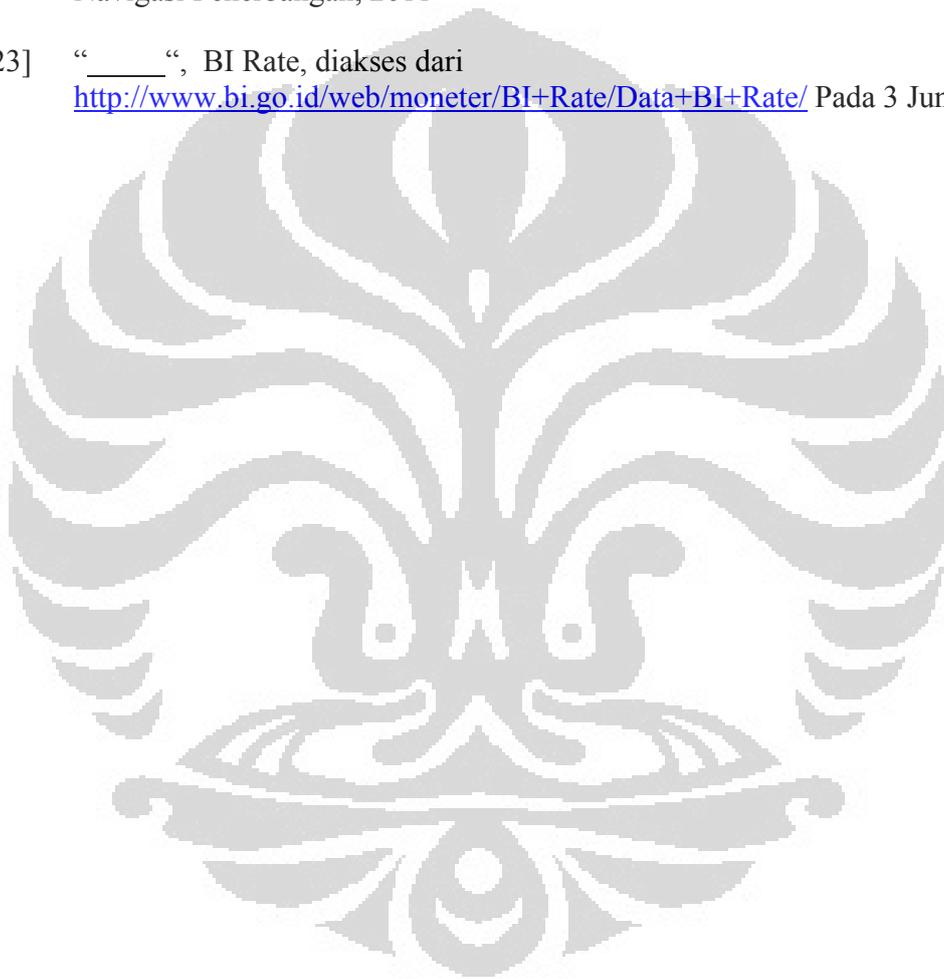
Dengan menambahkan 2 alternatif baru, maka secara *replacement analysis* lebih mengarah kepada alternatif 3 yaitu penggantian keseluruhan terhadap fasilitas yang ada dengan kelebihan Usia Peralatan, dan Kemampuan penambahan kapasitas.

Keempat alternatif ini memberi rekomendasi kepada Pemerintah yaitu Direktorat Jenderal Perhubungan Udara dalam melakukan penggantian fasilitas komunikasi penerbangan di FIR Ujung Pandang. Sehingga investasi yang akan dilakukan lebih tepat baik secara nilai teknologi maupun nilai keekonomiannya.

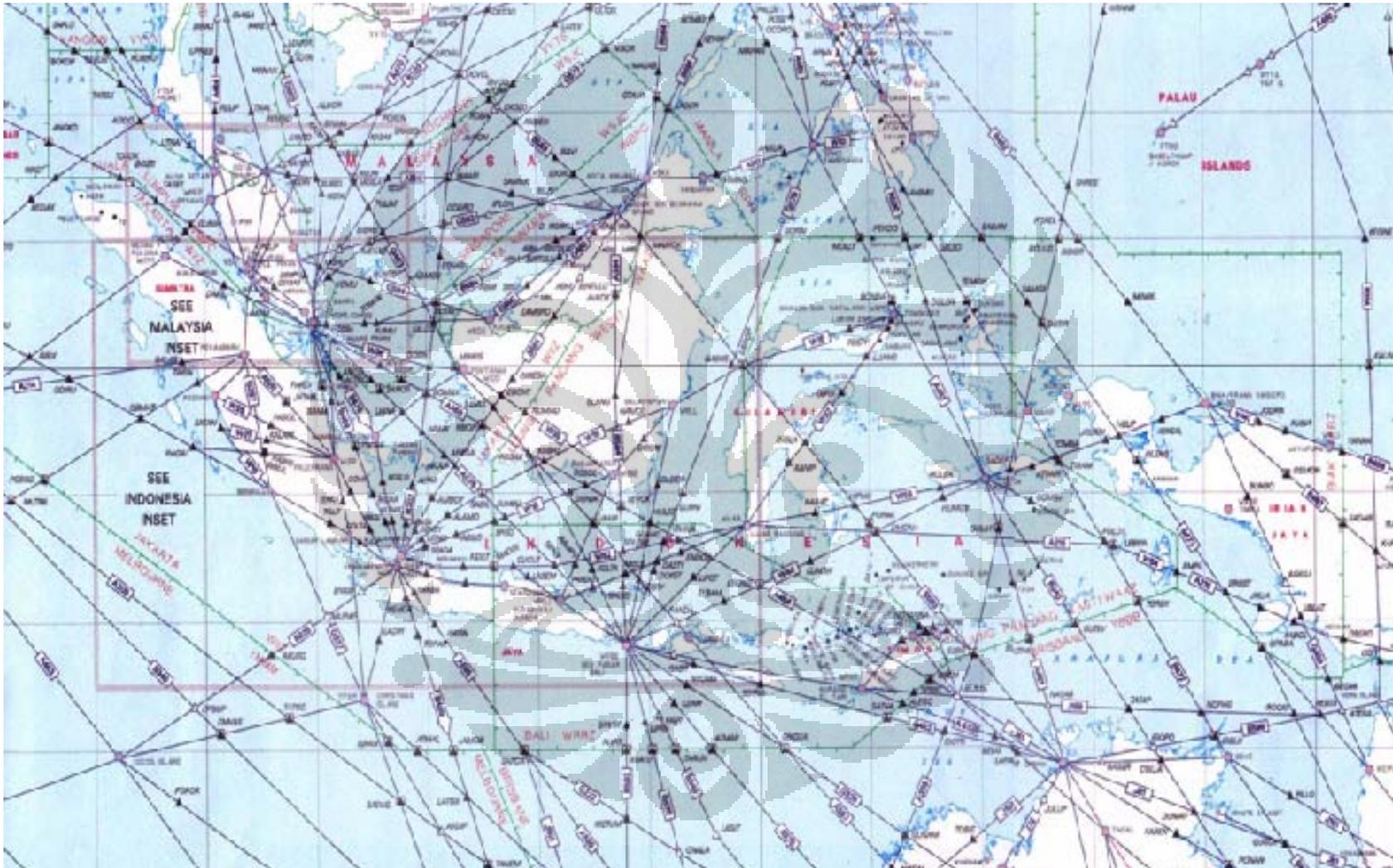
DAFTAR REFERENSI

- [1] “_____”, Rencana Pembangunan Jangka Panjang 2005 – 2025, Kementerian Perhubungan, Jakarta 2008.
- [2] “_____”, Undang undang Republik Indonesia no. 1 tahun 2009, tentang Penerbangan.
- [3] “_____”, Module 1. ICAO CNS/ATM Concept, ANS Training Centre. 2009
- [4] “_____”, Accident Report, Aviation Safety, diakses dari http://www.dephub.go.id/knkt/ntsc_aviation/aaic.htm pada Maret 2012.
- [5] “_____”, ICAO in brief, International Civil Aviation Organization a United nation specialized agency, diakses dari <http://www.icao.int/pages/icao-in-brief.aspx> pada Maret 2012.
- [6] “_____”, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Direktorat Keselamatan Penerbangan, Sub Direktorat Penerangan Aeronautika, “Himpunan Istilah Penerbangan Sipil”, Agustus 1999.
- [7] Nurahman, Arian; Putra, Okta K. “Directorat of Air Navigation DGCA-Indonesia Country Report” 2009
- [8] “_____”, Planning Info- Implementaton Status/focal contact poin, diakses dari http://www.bangkok.icao.int/apac_projects/atn/chart/atn_chart.asp pada Maret 2012
- [9] “_____”, Secretary General, ICAO Document. 9426, Air Traffic Service Planning Manual, First (provisional) Edition 1984
- [10] “_____”, SKEP/176/VI/2001, Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara, tentang Sertifikat Kecakapan Teknisi Penerbangan, Juni 2001
- [11] “_____”, Annex 15 to the convention on International Civil Aviation – Aeronautical Information Service, International Civil Aviation Organization, Chapter 3, Sixth Edition 2007.
- [12] “_____”, Annex 3 to the convention on International Civil Aviation – Meteorological Service for International Air Navigation, International Civil Aviation Organization, Chapter 2, Sixth Edition 2007.
- [13] William G. Sullivan, Elin M. Wicks, James T. Luxhoj. Engineering Economy 13th Ed. 2006 Pearson Education. Inc
- [14] Newnan, Donald G.; Lavelle, Jerome P.; Eschenbach, Ted G. Engineering Economic Analysis (10th edition) Oxford University Press. 2009
- [15] “_____”, Pedoman Teknis Pekerjaan Pengembangan JAATS, Direktorat Navigasi Penerbangan, 2011
- [16] PP 6 tahun 2009 tentang Pendapatan Negara Bukan Pajak di Lingkungan Departemen Perhubungan
- [17] “_____”, Laporan Tahunan 2010 Annual Report, PT. Angkasa Pura I (Persero), 2011.
- [18] “_____”, Statistik Perhubungan diakses dari <http://www.dephub.go.id/files/media/statistick/statistik2009.pdf> pada Maret 2012

- [9] “_____”, Data Jumlah Pesawat di Bandara AP1, Statistic, diakses dari <http://www.ankasapura1.co.id/statisik> pada Mei 2012.
- [20] “_____”, Makassar Advance Air Traffic System (MAATS) Eurocat-X system/segment document. Manual Book Thales ATM Pty Ltd trading as Thales Australia, Oktober 2007
- [2] “_____”, JAATS Application Software, Guardian Air Traffic Controlled System, Presentasi pada Seminar Teknisi Penerbangan, Makassar 2011
- [22] “_____”, Pedoman Teknis Pekerjaan Pengembangan JAATS, Direktorat Navigasi Penerbangan, 2011
- [23] “_____”, BI Rate, diakses dari <http://www.bi.go.id/web/moneter/BI+Rate/Data+BI+Rate/> Pada 3 Juni 2012



LAMPIRAN 1 Struktur ATS Route di Indonesia



LAMPIRAN 2 Rincian Perhitungan Nilai CAPEX

Jenis Fasilitas	Harga Satuan	Jumlah kebutuhan	Diganti		Upgrade di FIR Ujung Pandang		Harga Ganti Total Fasilitas Komunikasi di FIR Ujung Pandang
			Tahap I 2012	Tahap II 2025	Tahap I 2012	Tahap II 2025	
Perangkat Keras (hardware beserta kelengkapannya)							
A Redundant Air Ground Data Link Processor (ADPS) Server	1,500,000,000	1	√		1,500,000,000		1,500,000,000.00
B Peralatan Controller Working Position terdiri dari :							
1. Untuk ACC (Controller Working Position (CWP))	8,000,000,000	10	√		80,000,000,000		80,000,000,000.00
2. Untuk APP (Controller Working Position (CWP))	8,000,000,000	4		√		32,000,000,000	32,000,000,000.00
3. Untuk Tower (Controller Working Position (CWP))	8,000,000,000	2		√		16,000,000,000	16,000,000,000.00
4. Operational Supervisor Position	1,000,000,000	3		√		3,000,000,000	3,000,000,000.00
5. Supervisor Data Specialist Position/DBM	1,000,000,000	1		√		1,000,000,000	1,000,000,000.00
6. Flight Data Operator (FDO) Position	1,000,000,000	2		√		2,000,000,000	2,000,000,000.00
7. Technical Monitoring and Control System (TMCS)	1,000,000,000	1	√		1,000,000,000		1,000,000,000.00
Integrated Synchronized Recording and Replay	2,500,000,000	2		√		5,000,000,000	5,000,000,000.00
Automatic Message Switching Center (AMSC) Dual System	2,100,000,000	24	√		50,400,000,000		50,400,000,000.00
Integrated Aeronautical Information System (IAIS) Server	1,800,000,000	2	√		3,600,000,000		3,600,000,000.00
Voice Communication Switching System (VCSS)	8,500,000,000	2		√		17,000,000,000	17,000,000,000.00
Perangkat Lunak (Software)							
a. Operating System ADPS	4,000,000,000	1	√		4,000,000,000		4,000,000,000.00

Jenis Fasilitas	Harga Satuan	Jumlah kebutuhan	Diganti		Upgrade di FIR Ujung Pandang		Harga Ganti Total Fasilitas Komunikasi di FIR Ujung Pandang
			Tahap I 2012	Tahap II 2025	Tahap I 2012	Tahap II 2025	
b. Software Aplikasi untuk Air Ground Data Link Processing (AGDP)	2,000,000,000	1	√		2,000,000,000		2,000,000,000.00
c. Software Aplikasi untuk Controller Working Position (CWP)	2,000,000,000	3		√	2,000,000,000	4,000,000,000	6,000,000,000.00
d. Software Aplikasi untuk Integrated Synchronized Recording and Playback	2,000,000,000	1		√		2,000,000,000	2,000,000,000.00
e. Software Aplikasi TMCS	2,000,000,000	1	√		2,000,000,000		2,000,000,000.00
f. Software Aplikasi Operational Supervisor dan Technical Supervisor	2,000,000,000	1	√		2,000,000,000		2,000,000,000.00
g. Software Aplikasi Supervisor Data Specialist / DBM User	3,000,000,000	1	√		3,000,000,000		3,000,000,000.00
h. Interface Customization as per existing system (system software) / Human Machine Interface	2,000,000,000	1	√		2,000,000,000		2,000,000,000.00
i. Software Aplikasi untuk Automatic Message Switching Center (AMSC)	3,400,000,000	1	√		3,400,000,000		3,400,000,000.00
j. Software Aplikasi untuk Integrated Aeronautical Information System (IAIS)	1,800,000,000	1	√		1,800,000,000		1,800,000,000.00
Peralatan Penunjang operasional	10,000,000,000	1	√	√	10,000,000,000	10,000,000,000	10,000,000,000.00
Instalasi dan uji coba	8,800,000,000	1	√	√	8,800,000,000	8,800,000,000	8,800,000,000.00
Services dan alih teknologi	3,300,000,000	1	√	√	3,300,000,000	3,300,000,000	3,300,000,000.00
Warranty Period Support	15,000,000,000	1	√	√	15,000,000,000	15,000,000,000	15,000,000,000.00
Total Harga Pembelian					195,800,000,000	102,100,000,000	277,800,000,000
			Total Harga Upgrade		297,900,000,000	Total harga Ganti Total	277,800,000,000.

LAMPIRAN 3 Rincian Beban OPEX FIR Ujung Pandang

Tahun	Beban Pegawai (Rp. 000)	Beban Utilitas (Rp. 000)	Beban Pemeliharaan (Rp. 000)
2006	19,448,115	6,742,434	4,764,080
2007	22,449,183	8,241,955	5,710,448
2008	27,163,777	8,944,732	6,160,624
2009	28,971,670	10,255,942	6,887,920
2010	28,249,072	11,209,053.75	8,619,935
2011	31,115,908	12,666,230.74	9,654,327

Beban OPEX seluruh FIR Ujung Pandang

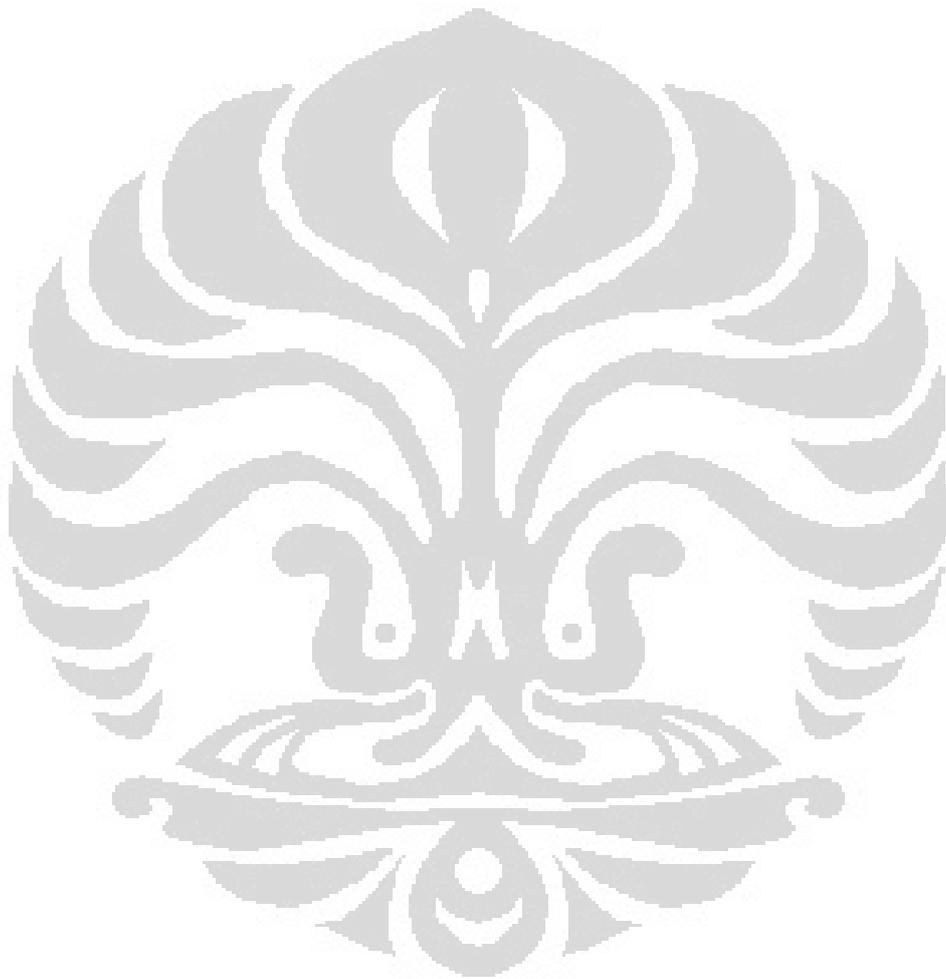
Tahun	2006	2007	2008	2009	2010
Beban OPEX	28,112,895	33,121,340	38,299,996	41,882,228	43,950,342

LAMPIRAN 4 Perhitungan Tekno Ekonomi Alternatif 1, Alternatif 2, Alternatif 3, dan Alternatif 4

MARR = 5 %					
Useful Life (Year) =		20			
Annual Output Capacity =		ditentukan berdasarkan nilai revenue			
Selling Price =		ditentukan berdasarkan nilai revenue			
Expenses	Upgrade	Ganti Total	Ganti Total (CAPEX Min)	Ganti Total (OPEX Min)	
Capital Investment =	Rp 297,900,000,000	Rp 277,800,000,000	Rp 249,900,000,000	Rp 277,800,000,000	
Power, ops, main	Rp (28,112,895,048)	Rp (28,112,895,048)	Rp (28,112,895,048)	Rp (26,650,000,000)	
Revenue =	Rp 90,388,619,610	Rp 90,388,619,610	Rp 90,388,619,610	Rp 90,388,619,610	
	Upgrade (2 tahap)	Ganti Total	Ganti Total (CAPEX Minimum)	Ganti Total (OPEX Minimum)	
EOY	A1	A2	A3	A4	
0	Rp (195,800,000,000)	Rp (277,800,000,000)	Rp 249,900,000,000	Rp 277,800,000,000	
1	Rp 62,275,724,562	Rp 62,275,724,562	Rp 62,275,724,561.72	Rp 63,738,619,609.68	
2	Rp 69,231,027,123	Rp 69,231,027,123	Rp 69,231,027,123.22	Rp 70,767,066,923.58	
3	Rp 76,889,435,074	Rp 76,889,435,074	Rp 76,889,435,073.63	Rp 78,502,276,864.01	
4	Rp 85,318,972,657	Rp 85,318,972,657	Rp 85,318,972,656.53	Rp 87,012,456,536.43	
5	Rp 94,594,105,708	Rp 94,594,105,708	Rp 94,594,105,707.78	Rp 96,372,263,781.68	
6	Rp 104,796,344,970	Rp 104,796,344,970	Rp 104,796,344,970.30	Rp 106,663,410,947.89	
7	Rp 116,014,905,589	Rp 116,014,905,589	Rp 116,014,905,588.82	Rp 117,975,324,865.29	
8	Rp 128,347,428,000	Rp 128,347,428,000	Rp 128,347,428,000.00	Rp 130,405,868,240.30	
9	Rp 141,900,765,916	Rp 141,900,765,916	Rp 141,900,765,916.43	Rp 144,062,128,168.73	
10	Rp 156,791,847,631	Rp 156,791,847,631	Rp 156,791,847,631.44	Rp 159,061,277,996.36	
11	Rp 173,148,617,448	Rp 173,148,617,448	Rp 173,148,617,448.48	Rp 175,531,519,331.65	
12	Rp 191,111,064,669	Rp 191,111,064,669	Rp 191,111,064,669.15	Rp 193,613,111,646.48	
13	Rp 108,732,348,263	Rp 210,832,348,263	Rp 210,832,348,263.07	Rp 213,459,497,589.27	
14	Rp 232,480,026,095	Rp 232,480,026,095	Rp 232,480,026,095.03	Rp 235,238,532,887.54	

EOY	Upgrade (2 tahap)	Ganti Total	Ganti Total (CAPEX Minimum)	Ganti Total (OPEX Minimum)
15	Rp 256,237,398,407	Rp 256,237,398,407	Rp 256,237,398,407.33	Rp 259,133,830,539.46
16	Rp 282,304,976,153	Rp 282,304,976,153	Rp 282,304,976,153.44	Rp 285,346,229,892.17
17	Rp 310,902,085,761	Rp 310,902,085,761	Rp 310,902,085,760.73	Rp 314,095,402,186.40
18	Rp 342,268,622,972	Rp 342,268,622,972	Rp 342,268,622,972.36	Rp 345,621,605,219.31
19	Rp 376,666,969,590	Rp 376,666,969,590	Rp 376,666,969,589.99	Rp 380,187,600,949.30
20	Rp 414,384,088,219	Rp 414,384,088,219	Rp 414,384,088,219.40	Rp 418,080,751,146.67
PW	Rp 1,790,701,204,063.81	Rp 1,762,847,013,964.69	Rp 1,790,747,013,965	Rp 1,790,711,681,544.97
AW	Rp 143,690,497,499.57	Rp 141,455,405,221.91	Rp 143,694,173,404.53	Rp 143,691,338,239.76
FW	Rp 4,751,263,395,341.85	Rp 4,677,357,936,673.21	Rp 4,751,384,942,646.74	Rp 4,751,291,195,218.58

Universitas Indonesia



Universitas Indonesia

