

**SKRIPSI**  
**PENENTUAN SISTEM PENGATUR LALU LINTAS UDARA DI**  
**WILAYAH INDONESIA MENGGUNAKAN ADS-B BERBASIS SATELIT**

***DETERMINATION OF AIR TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM IN***  
***INDONESIA REGION USING SATELLITE-BASED ADS-B***



**Disusun Oleh:**  
**NURHAJIAWATI PATADUNGAN**  
**17101153**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI**  
**FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO**  
**INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM**  
**PURWOKERTO**  
**2021**

**PENENTUAN SISTEM PENGATUR LALU LINTAS UDARA DI  
WILAYAH INDONESIA MENGGUNAKAN ADS-B BERBASIS SATELIT**

***DETERMINATION OF AIR TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM IN  
INDONESIA REGION USING SATELLITE-BASED ADS-B***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh**

**Gelar Sarjana Teknik (S.T.)**

**Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto**

**2021**

Disusun Oleh:

**NURHAJIAWATI PATADUNGAN**

**17101153**

**DOSEN PEMBIMBING:**

**ANANTIA PRAKASA, S.T., M.T.**

**PETRUS KEROWE GORAN, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM  
PURWOKERTO**

**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENENTUAN SISTEM PENGATUR LALU LINTAS UDARA DI  
WILAYAH INDONESIA MENGGUNAKAN ADS-B BERBASIS SATELIT**

***DETERMINATION OF AIR TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM IN  
INDONESIA REGION USING SATELLITE-BASED ADS-B***

Disusun Oleh:

**NURHAJIWATI PATADUNGAN**

**17101153**

Pembimbing Utama : Anantia Prakasa, S.T., M.T.

NIDN.0628016801

Pembimbing Pendamping : Petrus Kerowe Goran, S.T., M.T.

NIDN.0620018502

Penguji 1 : Shinta Romadhana, S.T., M.T.

NIDN.0611068402

Penguji 2 : Agung Wicaksono, S.T., M.T.

NIDN.0614059501

**Mengetahui,**

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi  
Institut Teknologi Telkom Purwokerto

**Herryawan Pujiharsono, S.T.,M.T**

**NIDN. 0617068801**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **NURHAJIAWATI PATADUNGAN**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“PENENTUAN SISTEM PENGATUR LALU LINTAS UDARA DI WILAYAH INDONESIA MENGGUNAKAN ADS-B BERBASIS SATELIT”** adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung resiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 7 April 2021

Yang menyatakan,



Nurhajiawati Patadungan

## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa tercurah kepada penulis sehingga dapat menyusun skripsi ini dengan baik yang merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi dan untuk meraih gelar sarjana pada Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknologi Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Skripsi dengan judul “PENENTUAN SISTEM PENGATUR LALU LINTAS UDARA DI WILAYAH INDONESIA MENGGUNAKAN ADS-B BERBASIS SATELIT” ini, penulis persembahkan kepada kedua orang tua yang tercinta dan untuk kakak-kakak penulis yang selalu memberikan dukungan kasih sayang, doa dan nasihat sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. Ali Rokhman M.Si., selaku Rektor ITTP
2. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng selaku Dekan FTTE beserta jajarannya.
3. Bapak Herryawan Pujiharsono, S.T., M.T., selaku ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi.
4. Bapak Prasetyo Yuliantoro, S.T., M.T., selaku sekretaris Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi.
5. Bapak Bongga Arifwidodo, S.ST., M.T. selaku Dosen Wali S1 Teknik Telekomunikasi D.
6. Bapak Heru Adi Prasetyo, S.T., M.T., selaku ketua laboratorium PSD
7. Bapak Anantia Prakasa, S.T., M.T., selaku pembimbing I.
8. Bapak Petrus Kerowe Goran, S.T., M.T., selaku pembimbing II.
9. Seluruh dosen, staff dan karyawan Program studi S1 TT ITTP.
10. Untuk Fani dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.

Purwokerto, 7 April 2021

Nurhajiawati Patadungan

## DAFTAR ISI

HALAMAN_JUDUL_.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR AKRONIM.....	13
BAB I PENDAHULUAN .....	15
1.1    LATAR BELAKANG.....	15
1.2    RUMUSAN MASALAH .....	17
1.3    BATASAN MASALAH .....	17
1.4    TUJUAN .....	18
1.5    MANFAAT .....	18
1.6    SISTEMATIKA PENULISAN .....	18
BAB II DASAR TEORI .....	19
2.1    KAJIAN PUSTAKA .....	19
2.2    BATAS RUANG UDARA .....	20
2.2.1    Batas Ruang Udara Indonesia .....	20
2.2.2    Batas Ruang Kendali dan Pantauan Udara Indonesia.....	22
2.2.3    Batas Ruang Udara Internasional.....	24
2.3    SATELIT.....	24
2.3.1    Orbit Satelit.....	25
2.3.2    Frekuensi Komunikasi <i>Space Based</i> ADS-B.....	26
2.4    TEKNOLOGI ADS-B.....	27
2.4.1    Fungsi ADS-B Di Darat dan Di Udara .....	29

2.4.2	Ruang Lingkup operasi ADS-B sebagai pengawas dan pemantau ruang udara <i>low density</i> dan <i>high density</i> .....	35
2.4.3	Kelebihan <i>Space-Based</i> ADS-B.....	36
2.4.4	<i>LEO - Low Earth Orbit</i> .....	38
2.4.5	Teknologi <i>Space-Based</i> ADS-B.....	38
2.4.6	ADS-B menggunakan Satelit Nano .....	40
2.4.7	Sistem <i>Space-Based</i> ADS-B pada Satelit Nano.....	40
2.4.8	Metode <i>Multiple Access</i> .....	42
2.4.9	<i>Coverage</i> Antena Satelit ADS-B .....	43
2.4.10	Model Trafik ADS-B Untuk Area Terpencil .....	44
2.4.11	Jenis Radar .....	45
2.5	MANAJEMEN LALU LINTAS UDARA.....	45
BAB III METODE PENELITIAN.....		47
3.1	ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN .....	47
3.2	ALUR PENELITIAN .....	48
3.3	DIAGRAM ALUR SIMULASI .....	50
3.4	PENENTUAN PARAMETER.....	51
3.5	PERHITUNGAN.....	55
a.	<i>Propagation Delay</i> .....	55
b.	Kecepatan Satelit pada orbit LEO .....	56
c.	Periode Orbit .....	57
d.	<i>Spot Beam</i> .....	57
e.	Cakupan Sensor Satelit.....	58
f.	Luas Indonesia.....	60
g.	Volume Ruang Udara Indonesia .....	61
BAB IV HASIL DATA DAN PEMBAHASAN .....		62
4.1	PARAMETER EKSPERIMEN.....	62

4.1.1	Menentukan Jumlah dan Jenis Satelit .....	62
4.1.2	Menentukan Volume Ruang Udara di Indonesia yang Perlu Diatur.	68
4.1.3	Menentukan Jumlah <i>Ground Station</i> Untuk <i>C/M - Control &amp; Monitoring</i> .....	68
BAB V PENUTUP.....		69
5.1	KESIMPULAN .....	69
5.2	SARAN .....	70
DAFTAR PUSTAKA .....		71
LAMPIRAN.....		75



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Zona <i>UTM - Universal Transverse Mercator</i> Indonesia [11].	21
Gambar 2. 2 Letak Geografis Indonesia	21
Gambar 2. 3 Luas wilayah Indonesia dan volume ruang udara	21
Gambar 2. 4 Cakupan radar primer	23
Gambar 2. 5 Cakupan komunikasi frekuensi	23
Gambar 2. 6 Cakupan navigasi VOR/DEM	24
Gambar 2. 7 ADS-B <i>Out</i> [20]	27
Gambar 2. 8 Pengertian ADS-B [20]	27
Gambar 2. 9 Informasi pesan yang wajib dikirimkan	28
Gambar 2. 10 Informasi pesan wajib yang	28
Gambar 2. 11 Penerapan fungsi-fungsi aplikasi ADS-B di darat,	29
Gambar 2. 12 Penerapan fungsi aplikasi ADS-B di darat [22].	30
Gambar 2. 13 Penerapan fungsi aplikasi	30
Gambar 2. 14 Tampilan <i>display monitor</i> di <i>Cockpit</i> pesawat yang dilengkapi dengan ADS-B dengan fungsi ADS-B <i>Airborne Surveillance</i> untuk <i>ITP - In Trail Procedure</i> [23].	31
Gambar 2. 15 Tampilan <i>monitor</i> di <i>cockpit</i> pesawat yg dilengkapi dengan ADS-B dengan fungsi <i>Ground Based ADS-B Airport Surveillance</i> untuk <i>Taxi Management</i> [23].	31
Gambar 2. 16 Tampilan <i>monitor</i> CDTI <i>cockpit</i> pesawat yang dilengkapi dengan ADS-B dengan fungsi <i>Ground Based ADS-B Airport Surveillance Situation Awareness</i> [23].	32
Gambar 2. 17 Tampilan <i>monitor</i> ITP <i>cockpit</i> pesawat yang dilengkapi dengan ADS-B dengan fungsi <i>Ground Based ADS-B Airport Surveillance Situation Awareness</i> [23].	32
Gambar 2. 18 Pembagian Wilayah Udara Indonesia (FIR) [24].	33
Gambar 2. 19 Sistem ADS-B berbasis <i>Ground Station</i> [8].	34
Gambar 2. 20 Arsitektur <i>Space-based</i> ADS-B [29].	36
Gambar 2. 21 Sistem ADS-B <i>Based-Space</i> [32].	39
Gambar 2. 22 Peta Indonesia beserta skema pemasangan satelit LEO	41
Gambar 2. 23 Sistem Satelit ADS-B Pada GEO dan MEO	41

Gambar 2. 24 FDMA dalam domain frekuensi terhadap Waktu [33].....	42
Gambar 2. 25 Desain konstelasi satelit di <i>Low Earth Orbit</i> [14].....	43
Gambar 2. 26 Manajemen lalu lintas udara di area terpencil [8]. .....	46
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metode Penelitian .....	49
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Simulasi .....	50
Gambar 3. 3 Perfomansi Pengawasan dan <i>alerting</i> [25].....	52
Gambar 3. 4 Perbandingan Batas penahanan pesawat .....	53
Gambar 3. 5 Penggunaan RNAV dan RNP .....	53
Gambar 3. 6 Konsep <i>HIM - Hazard and Integrity Monitoring</i> .....	55
Gambar 3. 7 Jari-jari dan periode orbit dan kecepatan terbang .....	56
Gambar 3. 8 Parameter Orbit LEO [39].....	57
Gambar 4. 1 Tampilan 3D ruang Udara Indonesia dengan.....	64
Gambar 4. 2 Tampilan 2D sensor dari 3 satelit yang .....	65
Gambar 4. 3 Tampilan 3D sensor satelit yang mencakup.....	65
Gambar 4. 4 Tampilan 3D ruang Udara Indonesia dengan.....	67
Gambar 4. 5 Tampilan 3D sensor 2 satelit yang mencakup.....	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 <i>NACP - Navigation Accuracy Category for position</i> [37] [27].....	51
Tabel 3. 2 Perbandingan <i>delay</i> pada tiap orbit [15]. .....	55
Tabel 4. 1 Posisi <i>Longitude</i> dan <i>Latitude</i> Indonesia bagian Barat,.....	62
Tabel 4. 2 Spesifikasi Satelit dan Sensor .....	63
Tabel 4. 3 Posisi satelit berdasarkan RAAN.....	63
Tabel 4. 4 Posisi <i>Longitude</i> dan <i>Latitude</i> Indonesia .....	66
Tabel 4. 5 Spesifikasi Satelit dan Sensor .....	66
Tabel 4. 6 Posisi satelit berdasarkan RAAN .....	67

## DAFTAR AKRONIM

ADS-B	<i>Automatic Dependent Surveillance-Broadcast</i>
AMSL	<i>Above Mean Sea Level</i>
AIS	<i>Automated Identification System</i>
AIS	<i>Aeronautical Information Services</i>
ANSP	<i>Air Navigation Service Provider</i>
ARSR	<i>Air Rote Surveillance Radar</i>
ASDE	<i>Avco Space System Division</i>
ASSC	<i>Airport Surface Surveillance Capability</i>
ASR	<i>Airport Surveillance Radar</i>
ATC	<i>Air Traffic Controller</i>
ATM	<i>Air Traffic Management</i>
BT	<i>Bujur Timur</i>
DAMA	<i>Demand Assignment Multiple Access</i>
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
DL	<i>Down-Link</i>
DPSK	<i>Differential Phase Shift Keying</i>
EUROCAE	<i>European Organization for Civil Aviation Equipment</i>
EPU	<i>Estimate of Position Uncertainty</i>
FDMA	<i>Frequency Division Multiple Access</i>
FIR	<i>Flight Information Region</i>
FPL	<i>Filed Flight Plan</i>
FSL	<i>Free Space Loss</i>
FSPL	<i>Free-Space Path Loss</i>
GEO	<i>Geostationary Earth Orbit</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
HIM	<i>Hazard and Integrity Monitoring</i>
IAN	<i>Integrated Alerting and Notification</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organisation</i>
ID	<i>Identification</i>
LS	<i>Lintang Selatan</i>
LU	<i>Lintang Utara</i>

MATSC	<i>Makassar Air Traffic Services Center</i>
MEO	<i>Medium Earth Orbit</i>
Nanosats	<i>Nano Satellite</i>
NAC <sub>P</sub>	<i>Navigation Accuracy Category for position</i>
NAC <sub>V</sub>	<i>Navigation Accuracy Category for velocity</i>
NAC	<i>Navigation Accuracy Category</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NextGen	<i>Next Generation</i>
NM	<i>Nautical Miles</i>
PPM	<i>Pulse Position Modulation</i>
RNAV	<i>Air Navigation</i>
RNP	<i>Required Navigation Performance</i>
RSP	<i>Required Surveillance Performance</i>
RTCA	<i>Radio Technical Commission for Aeronautics</i>
SMR	<i>Surface Movement Radar</i>
SSR	<i>Secondary Surveillance Radar</i>
STK	<i>System Tool Kit</i>
TCAS	<i>Traffic Collision Avoidance System</i>
TDMA	<i>Time Division Multiple Access</i>
TSAA	<i>Traffic Situational Awareness with Alerts</i>
UAT	<i>User Acceptance Testing</i>
UL	<i>Up-Link</i>
UPR	<i>User Preferred Route</i>
UTC	<i>Universal Co-ordinated Time</i>
WAM	<i>Wide Area Multilateralism</i>