

ANALISA KINERJA GROUND STATION ADS-B (*AUTOMATIC DIPENDENT SURVEILLANCE BROADCAST*) DI PERUM LPPNPI CABANG DENPASAR

Novan Endri Saputra

Jurusan Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro, Politeknik Negeri Surabaya
Jl. Raya ITS, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111
Email : novancnsa@gmail.com

ABSTRACT

In 2001, the Federal Aviation Administration (FAA), the aviation industry and the Alaska community designed the Capstone project to improve aviation efficiency and safety. One of the new technologies being developed is the automatic dependent surveillance broadcast (ADS-B) monitoring system. After going through the research and development stage for several years, in 2005, the FAA stated that the ADS-B system was ready to be operated by the national general aviation system. Through the Capstone project, the FAA provides ground station equipment, avionics communications circuits, and datalinks that can be used by commercial flights. In early 2007, the FAA further intensified the deployment of the ADS-B system in a number of states in the United States. Apart from that, the FAA is also improving the quality of system access at remote airports. The ADS-B system works differently from the radar that is currently used by airports to detect the presence of aircraft. The ADS-B system uses Global Navigation Satellite System (GNSS) technology such as the Global Positioning System (GPS) installed on aircraft. The aircraft will transmit information such as speed, position, identification, aircraft height above sea level, and flight number to ground stations and other aircraft continuously. At the airport, this information is received by the air traffic control center to assist in piloting. The ADS-B system mechanism can run with the help of satellites which determine the aircraft's position based on the GNSS constellation.

Keywords: ADS-B, Automatic Dependent Surveillance Broadcast

I. PENDAHULUAN

Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai , Kabupaten Badung, Bali. Bandar udara I Gusti Ngurah Rai ini diambil dari nama pahlawannasional yang berasal dari Bali. Bandara ini dikelola oleh PT. Angkasa Pura I. Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Terminal Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali

Bulan September 2009 Pemerintah Indonesia merespon audit ICAO dengan memulai rancangan Peraturan Pemerintah tentang pendirian Perusahaan Umum (Perum) Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (LPPNPI) atau AirNav Indonesia dan disahkan pada 13 September 2012 menjadi Peraturan Pemerintah No 77 tahun 2012. Air Navigation (AirNav) Indonesia mulai melaksanakan tugasnya mengelola Navigasi Penerbangan di seluruh wilayah Indonesia dimulaipada 16 Januari 2013.

Berdirinya AirNav Indonesia, maka keselamatan dan pelayanan Navigasi Penerbangan dapat terselenggara dengan baik karena sebelumnya pelayanan Navigasi Penerbangan dilayani oleh beberapa instansi yaitu UPT Ditjen Perhubungan udara, PT Angkasa Pura I (Persero) dan PT Angkasa Pura II (Persero), dan Bandar udara khusus sehingga menyebabkan adanya perbedaan tingkat kualitas pelayanan navigasi dan tidak fokusnya penyelenggara pelayanan Navigasi Penerbangan.

Lembaga yang bertanggung jawab penuh atas kelancaran transportasi udara khususnya di bidang navigasi penerbangan dikelola oleh Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (LPPNPI) atau sering disebut dengan AirNav Indonesia yang berada di bawah naungan Kementerian BUMN. Terbentuknya Perum LPPNPI didasarkan oleh Peraturan Pemerintah No. 77 Tahun 2012 tentang Perum Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan. Perum ini dibentuk untuk mempersatukan sistem keselamatan penerbangan seluruh Indonesia. Jadi, seluruh sistem yang berhubungan dengan navigasi penerbangan dikelola oleh Perum LPPNPI.

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan No. 20 Tahun 2009 tentang Sistem Manajemen Keselamatan, Perum ini mengelola pelayanan sisiudara (*airside*) yang ada pada setiap bandara di seluruh wilayah Indonesia. Perum ini juga merupakan perusahaan baru yang ada di BUMN. Sistem pengangkatan pegawainya berdasarkan Surat Keputusan Menteri BUMN Nomor : SK- 15/MBU/2012 tanggal 16 Januari 2013 tentang Pengangkatan Anggota Direksi Perum LPPNPI adalah berasal dari Pegawai Bandara yang ada pada masing-masing instansi pengelola bandara, baik dari Persero, Dirjen Hubud, maupun Unit Pelaksana Teknis (UPT).

Mewujudkan penyelenggaraan pelayanan navigasi penerbangan yang handal dalam rangka keselamatan penerbangan harus ditetapkan tatanan navigasi penerbangan nasional. Penyusunan tatanan navigasi penerbangannasional dilaksanakan denganmempertimbangkan :

1. Keselamatan operasi penerbangan.
2. Efektivitas dan efisiensi operasi penerbangan.
3. Kepadatan lalu lintas penerbangan.
4. Standar tingkat pelayanan navigasipenerbangan yang berlaku.
5. Perkembangan teknologi di bidang navigasipenerbangan.

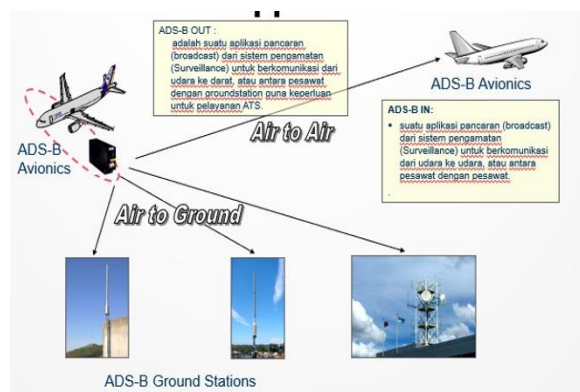
Jenis pelayanan navigasi penerbangan meliputi :

1. Pelayanan lalu lintas penerbangan (*air traffic services*).
2. Pelayanan informasi aeronautika (*aeronautical information services*).
3. Pelayanan informasi meteorologi penerbangan(*aeronautical meteorological services*).

II. LANDASAN TEORI

1. ADS-B

ADS-B adalah Teknologi pengawasan di mana pesawat terbang menentukan posisinya melalui satelit dan secara berkala memberi tahukan serta memungkinkan untuk dilacak. Informasi yang diterima oleh lalu lintas udara stasiun kontrol ATC sebagai pengganti radar sekunder. Dapat diterima pula oleh pesawat lain untuk memberikan kesadaran situasional.



Gambar 2. Basic ADS-B Applications

ADS-B singkatan dari *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast*

- a. *Automatic* adalah tidak melibatkan manusia pada saat sedang aktif beroperasi
- b. *Dependend* adalah membutuhkan interaksi dengan peralatan lain untuk menentukan posisi yaitu GPS
- c. *Surveillance* adalah data yang dihasilkan adalah berupa informasi pengamatan, spt : posisi, Velocity, dll
- d. *Broadcast* adalah memancar secara terus menerus dan update datanya setiap 1 detik

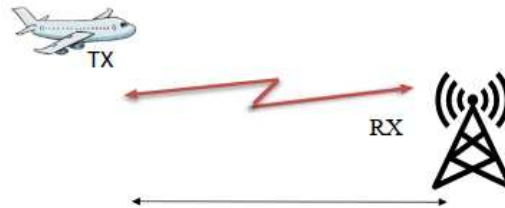
2. Jenis Rambatan Gelombang Radio

Gelombang radio dari antenna pemancar ke antenna penerima bisa merambat melalui beberapa mekanisme perambatan, diantaranya LOS (*Line of Sight*), Difraksi, Scattering, Fading, Refraksi dan Pantulan.

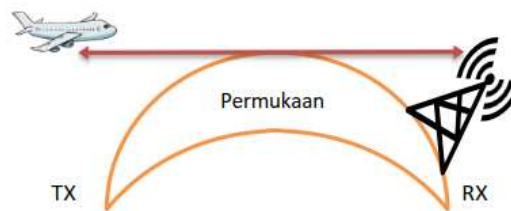
a. LOS (*Line of Sight*)

merupakan lintasan gelombang radio yangmengikuti garis pandang. Transmisi ini terjadi jika di antara antenna pemancar dan penerima dapat ditarik garis lurus tanpa ada hambatan apapun. Lintasan LOS menghasilkan daya yang tertinggi di antara mekanisme-mekanisme perambatan

lainnya, dengan hasil rugi-rugi lintasan yang terendah. Di atas permukaan bumi, transmisi ini dibatasi jaraknya oleh lengkungan bumi.



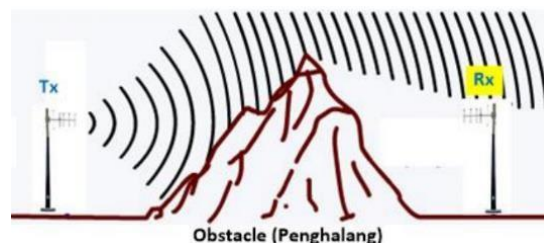
Gambar 3. Lintasan *Line Of Sight*



Gambar 4. Lintasan *Line Of Sight* Yang Dibatasi Lengkung Bumi

b. *Difraksi*

adalah perubahan arah rambatan gelombang radio karena membentur benda atau *obstacle* (penghalang) yang berupa ujung tajam (*knife edge*), bukit, pohon, bangunan, dan lain-lain. Gelombang radio akan terurai dan dapat menjangkau daerah berbayang-bayang (*shadowed region*). Seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. *Difraksi*

(sumber : Modul Pembelajaran Dasar Sistem Komunikasi Radio)

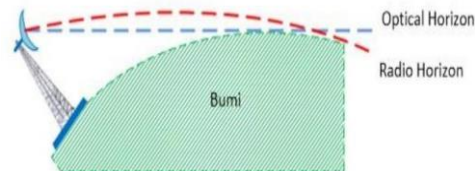
c. *Scattering*

Adalah hamburan gelombang radio terjadi jika tempat gelombang merambat terdapat benda-benda (partikel) berukuran kecil (jika dibandingkan dengan panjang gelombang) dan jumlah per satuan volumenya cukup besar. Mekanisme ini akan menyebabkan gelombang menuju ke segala arah sehingga transmisi gelombang radio dengan mekanisme hamburan memiliki efisiensi yang kecil. Untuk meningkatkan efisiensi ini biasanya digunakan antenna dengan permukaan yang luas. Dalam hal ini, objek sebagai penghambur dapat berupa pepohonan, rambu-rambu lalu lintas, tiang-tiang lampu jalan. Efisiensi yang kecil mengakibatkan mekanisme hamburan ini dapat berpengaruh pada penerima yang berada jauh dari penghambur menjadi sangat kecil.

d. *Fading*

Adalah pemudaran adalah sejumlah sinyal yang diterima oleh penerima dari sumber yang sama. Gelombang radio yang datang pada penerima berasal dari berbagai arah dan berbagai lintasan (dengan berbagai mekanisme perambatan yang telah dilaluinya). Dengan demikian daya yang diterima oleh penerima merupakan penjumlahan (*vektor*) dari seluruh gelombang radio yang datang.

Jarak yang ditempuh gelombang dan mekanisme perambatan menyebabkan gelombang yang datang memiliki amplitudo dan fase yang berbeda satu sama lain.

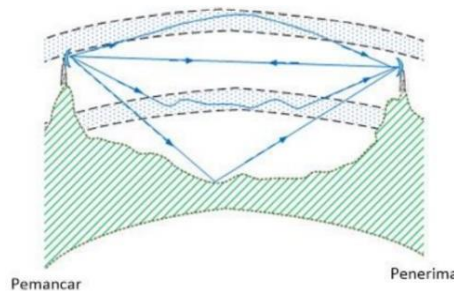


Gambar 6. *Fading*

(sumber : Modul Pembelajaran Dasar Sistem Komunikasi Radio)

e. *Refraksi*

Adalah pembengkokan / pembelokan gelombang radio karena perubahan karakteristik atmosfer, yaitu terjadinya perubahan temperatur, kerapatan, dan kelembaban. Perubahan kerapatan atmosfer berpengaruh terhadap cepat rambat gelombang (Freeman, 1999). Atau dengan kata lain bahwa refraksi terjadi karena gelombang radio merambat dengan kecepatan yang berbeda pada media yang berlainan.

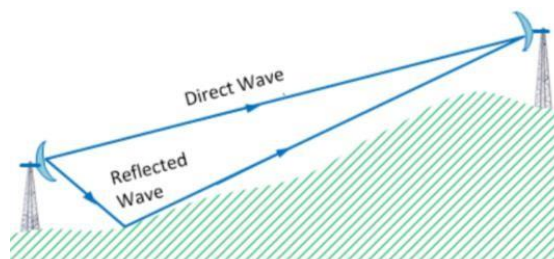


Gambar 7. *Refraksi*

(sumber : Modul Pembelajaran Dasar Sistem Komunikasi Radio)

f. *Pantulan*

Pada lintasan pantulan (*reflection*), antenna penerima akan menerima sejumlah gelombang dari satu sumber pemancar yang sama yaitu yang berasal dari sejumlah rambatan gelombang yang merambat lurus (*direct wave*) dari pemancar atau bisa juga berasal dari pantulan (*reflected wave*) dan lain-lain. Apabila gelombang ini datang di antenna penerima dengan fase yang berlainan, maka akan mengurangi kekuatan sinyal.



Gambar 8. *Pantulan*

(sumber : Modul Pembelajaran Dasar Sistem Komunikasi Radio)

3. Perhitungan Redaman Di Ruang Bebas

Perhitungan redaman dalam ruang bebas (*Free Space Loss*) mengacu pada penurunan level sinyal saat sinyal elektromagnetik (gelombang radio) merambat melalui ruang bebas tanpa ada penghalang signifikan seperti dinding atau gedung. Rumus umum untuk menghitung redaman dalam ruang bebas adalah:

$$FSPL = 32,44 + 20 \log(f) + 20 \log(d).. (1)$$

Dimana :

FSL : adalah *Free Space Path Loss* dalam desibel (dB)

f : adalah frekuensi sinyal dalam MHz

d : adalah jarak antara pemancar dan penerima dalam kilometer

(Sumber : Roesdy Saad, 2011, *Perhitungan Link Budget Satelit Telkom.*)

4. Perhitungan Rugi Rugi Propagasi

Untuk menghitung rugi rugi propagasi yang harus dilakukan yaitu membuat sebuah zona Fresnel, pertama kali haruslah ditentukan RF *Line of Sight* (RF LoS), yaitu suatu garis lurus antara antenna pemancar dan penerima. Zona di sekitar RF LoS tersebut akan menjadi zona Fresnel satu. Persamaan zona Fresnel satu sepanjang garis lurus RF LoS adalah:

$$F1 = 17,3 \times \sqrt{\frac{(d1 \times d2)}{f(d1+d2)}}.....(2)$$

Dimana :

$F1$: adalah radius zona Freshnel satu dengan satuan meter

$d1$: adalah jarak dari pemancar ke obstacle dengan satuan meter

$d2$: adalah jarak dari penerima ke obstacle dengan satuan meter

λ : adalah Panjang gelombang dari sinyal yang dipancarkan dengan satuan meter

Tinggi halangan (h)

$$h = F1 + (\text{tinggi obstacle} - \text{tinggi pesawat})..(3)$$

Parameter difraksi freshnel kirchoff (v)

$$v = h \sqrt{\frac{2(d1+d2)}{\lambda(d1 \times d2)}}.....(4)$$

Rugi-rugi propagasi (G_d)

$$G_d = 20 \text{ Log } F(v).....(5)$$

(Sumber dari Afrizal G. R (2017) *Sistem Komunikasi Line Of Sight.*)

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis dan pengecekan. Peneliti mengambil permasalahan pada peralatan *Ground Station ADS-B Merk Thales AX680* yang berada di Kintamani. Panerimaan sinyal dari *ground station ADS-B* mengalami blank area. Blank area terjadi akibat adanya obstacle yang menghalangi panerimaan sinyal *ground station ADS-B*. Pesawat yang melintasi area tersebut tidak terdedeksi pada *air situation display ground station ADS-B* sehingga petugas ATC (*Air Traffic Control*) akan kesulitan dalam menentukan posisi pesawat. Pesawat yang tidak terdeteksi akan menghilang kemudian muncul kembali (*jumping*) seperti pada gambar 2



Gambar 4. Gambar deretan gunung yang menjadi *Obstacle*

2. Mengumpulkan data terkait target pesawat yang melewati area blank area yang tidak terdeteksi sesaat

Tabel 1. Sampel Data Pesawat Yang Tidak Terdeteksi di *Blank Area*

NO	CALLSIGN	SITUATION	FLIGHT LEVEL (Feet)	DISTANCE FROM GROUND STATION (NM)	AZIMUTH FROM VOR (Derajat)
1	AWQ544	HILANG	7030	58,8	294
		MUNCUL	6216	44,3	
2	GIA715	HILANG	7090	58,8	277
		MUNCUL	6515	50,1	
3	TGW288	HILANG	7200	59,1	290
		MUNCUL	5900	46,5	
4	WON1834	HILANG	7200	58,5	275
		MUNCUL	6600	50	
5	GIA408	HILANG	7100	59	276
		MUNCUL	6500	50,2	
6	CTV599	HILANG	7100	58	293
		MUNCUL	6400	45	
7	BTK7308	HILANG	7200	57,5	293
		MUNCUL	6600	43	
8	JSA242	HILANG	7150	59	274
		MUNCUL	6050	50,5	
9	CTV669	HILANG	7050	58,8	294
		MUNCUL	6500	44,3	

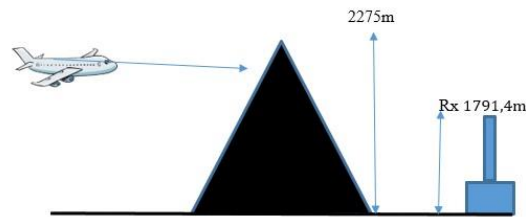
Dari data tersebut didapatkan bahwa hampir semua pesawat yang akan landing menuju *Runway 09* tidak terdeteksi ADS-B sesaat pada ketinggian dibawah 7300 feet kebawah pada area *blank area*. Dimana blank area tersebut masih menjadi area control dari sector APP (*Aproach Control*).

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Propagasi

Peralatan ground station ADS-B berada di wilayah Kintamani di Kabupaten Bangli, Dimana Sebagian besar wilayah tersebut merupakan pegunungan dan perbukitan. Seperti yang telah diuraikan diatas penerimaan data ADS-B mengalami gangguan dimana target pesawat yang diterima ground station tidak terdeteksi sesaat pada daerah yang terdapat obstacle gunung, dimana ketinggian gunung tersebut melebihi ketinggian antenna ground station ADS-B. Ketinggian gunung adalah 2275 meter dan tinggi antenna 1791 meter di atas permukaan laut, sehingga pesawat yang akan landing pada *Runway 09* yang melewati tepat pada sisi lurus dengan obstacle

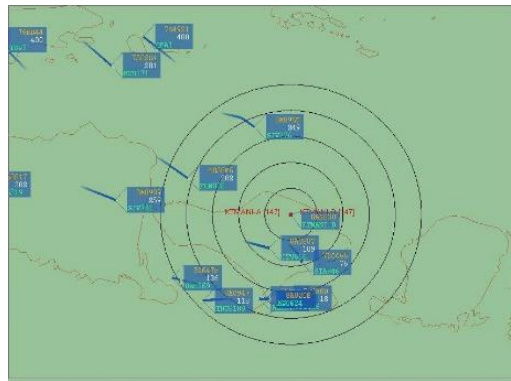
dan ground station pada ketinggian dibawah 2275 meter tidak terdeteksi selama beberapa saat tepatnya di daerah kuta poin dan di atas daerah Alas Purwo.



Gambar 5. Kondisi Saat Ini

2. Perhitungan Redaman di Area *Line Of Sight (LOS)*

Pada analisa ini dilakukan perhitungan propagasi ketika transponder pesawat memancar dan ground station menerima berada di area *Line of Sight (LOS)*. Data yang digunakan dalam perhitungan ini didapatkan berdasarkan hasil *capture air situation display* yang terlihat pada gambar dibawah ini



Gambar 5. Air Situation Display ADS-B

Dari hasil *capture* tersebut didapatkan beberapa data yang tercatat:

Tabel 2. Tabel Data Target ADS-B *Posisi Line Of Sight*

No	Call Pesawat	Sign	Jarak Dengan ADS-B
1	SJV 744		70 NM / 129,6 Km
2	MXD 171		83 NM / 153,7 Km
3	QFA 1		106NM / 196,3 Km

Dari data tabel di atas dapat dilakukan perhitungan redaman di ruang bebas sebagai berikut :

1. Diketahui Pesawat SJV 744:

Frekuensi yang digunakan (f) : 1090 MHz

Jarak (d) pesawat ke ads-b : 70 NM = 129,6 Km.

Nilai redaman diruang bebas (LFS)

$$\text{LFS} = 32,44 + 20 \log(f) + 20 \log(d)$$

$$= 32,44 + 20 \log 1090 + 20 \log 129,6$$

$$= 32,44 + (20 \times 3,037) + (20 \times 2,112)$$

$$= 32,44 + 60,74 + 42,24$$

$$= 135,5 \text{ dB} \dots \dots \dots (1)$$

Dari persamaan 1 diatas di dapatkan nilai redaman diruang bebas atau *Line of Sight (LOS)* jarak pesawat SJV744 dengan *ground station* 129,6 meter adalah 135,5 dB

2. Diketahui Pesawat MDX 171:

Frekuensi yang digunakan (f) : 1090 MHz

Jarak(d) pesawat ke ads-b : 83 NM = 153,7 Km

Nilai redaman diruang bebas(LFS)

$$\text{LFS} = 32,44 + 20 \log(f) + 20 \log(d)$$

$$= 32,44 + 20 \log 1090 + 20 \log 153,7$$

$$= 32,44 + (20 \times 3,037) + (20 \times 2,198)$$

$$= 32,44 + 60,74 + 43,96$$

$$= 136,9 \text{ dB} \dots \dots \dots (2)$$

Dari persamaan 4-2 diatas di dapatkan nilai redaman diruang bebas atau *Line of Sight (LOS)* jarak pesawat MDX 171 dengan *ground station* 153,7 meter adalah 136,9 dB

3. Diketahui Pesawat QFA 1:

Frekuensi yang digunakan (f) : 1090 MHz

Jarak(d) pesawat ke ads-b : 106 NM = 196,3 Km

Nilai redaman diruang bebas(LFS)

$$\text{LFS} = 32,44 + 20 \log(f) + 20 \log(d)$$

$$= 32,44 + 20 \log 1090 + 20 \log 196,3$$

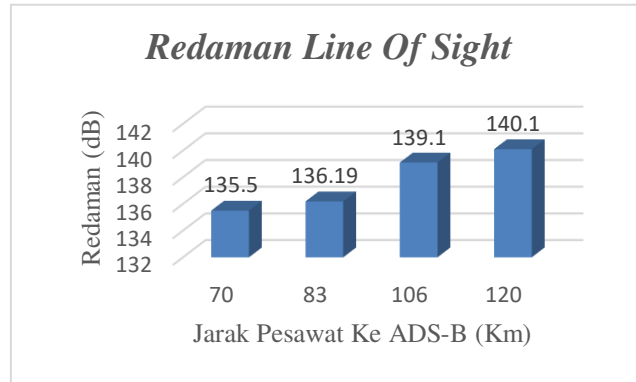
$$= 32,44 + (20 \times 3,037) + (20 \times 2,293)$$

$$= 32,44 + 60,74 + 45,86$$

$$= 139,1 \text{ dB} \dots \dots \dots (3)$$

Dari persamaan 3 diatas di dapatkan nilai redaman diruang bebas atau *Line of Sight (LOS)* jarak pesawat QFA 1 dengan *ground station* 196,3 Km adalah 139,1 dB.

Dari data hasil perhitungan nomor 1, 2, dan 3 di atas bisa dibuat grafik sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik Redaman Line Of Sight

3. Perhitungan Rugi Rugi Propagasi

Pada analisa ini dilakukan perhitungan rugi rugi propagasi ketika transponder pesawat memancar dan ground station menerima berada di area *obstacle*. Sesuai data geografis yang sudah dijelaskan di atas terdapat *obstacle* gunung yang menjadi penghalang penerimaan sinyal dari *transponder* pesawat, yaitu gunung Batukaru dengan tinggi 2275 meter.

Pada perhitungan ini akan diambil nilai ketinggian obstacle gunung Batukaru dengan tinggi 2275 meter. Dengan data target pesawat yang tidak terdeteksi berdasarkan laporan teknisi pada tanggal 5 Desember 2022.

AirNav Indonesia

LAPORAN KHUSUS KERUSAKAN DAN PERBAIKAN FASILITAS TELEKOMUNIKASI PENERBANGAN

URAIAN

1. Tanggal / Bulan / Tahun: 05 / 12 / 2022

2. Penyelenggara Pelayanan: Cahang Denpasar

3. Kelompok Fasilitas: SURVEILLANCE

4. Nama Pradatan: ADS-B SINTAMANI

5. Bagian / Modul Yang Rusak: Tidak ada yang bermasalah, problem terjadi akibat obstacle gunung Batukaru yang menghalangi penerimaan sinyal dari transponder pesawat

Revisi & Penyebab Kerusakan

1. Dari hasil penerimaan target di dapatkan blank area di kuta poin saat FL pesawat 2195 mtr, jarak pesawat ke obstacle 57 km, pesawat tidak terdeteksi.

2. Blank area di atas area purno saat pesawat dengan FL 2195 mtr dengan jarak ke obstacle 57 km, pesawat tidak terdeteksi.

3. Setelah melakukan pengecekan kembali ternyata tidak terdeteksi pesawat.

Tindakan Lanjut

1. Lakukan mitigasi plotting area di ADS-B system untuk awareness etc.

Tanggal Terjadi Kerusakan

05 / 12 / 2022

Waktu Mulai Kerusakan

05 / 12 / 2022

Waktu Selesai Kerusakan

05 / 12 / 2022

Waktu Operasi Terputus

05 / 12 / 2022

Mengetahui

Chairul Iskandar

05 Desember 2022

Gambar 7. Log Book Teknisi

Dari log book teknisi *shift* pagi di dapat sampel data yang tercatat :

Tabel 3. Tabel Data Target ADS-B Posisi *obstacle*

No	Call Sign Pesawat	Jarak Pesawat ke Obstacle
1	GA 402	57 NM / 105600 meter
2	LNI 924	43 NM / 79600 meter

Dari Tabel di atas dapat dihitung rugi rugi propagasi yang terhalang obstacle sebagai berikut :

1. Diketahui dari pesawat GA402 :

tinggi obstacle = 2275 m

tinggi antenna = 1791,4 m

frekuensi (f) = 1090 Mhz

jarak Pesawat ke obstacle (*d1*) = 105600 m

jarak *ADS-B* ke *obstacle* (*d2*) = 30,5 m

Ketinggian pesawat = 2195 m

Cepat rambat cahaya di udara (*c*) = 3×10^8 meter/detik

Rugi rugi propagasi dari *transponder* pesawat yang terhalang gunung adalah :

Panjang gelombang adalah (λ)

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1090 \times 10^6} = 0,275 \text{ meter} \dots\dots\dots(1)$$

Daerah freshnel pertama (*F1*)

$$F1 = 17,3 \times \sqrt{\frac{(d1 \times d2)}{f(d1 + d2)}}$$

$$F1 = 17,3 \times \sqrt{\frac{(105600 \times 30,5)}{1090(105600 + 30,5)}}$$

$$F1 = 2,9 \dots\dots\dots(2)$$

Tinggi halangan (*h*)

$h = F1 + \text{tinggi obstacle} - \text{ketinggian pesawat}$

$h = 2,9 + 2275 - 2195$

$h = 82,9 \dots\dots\dots(3)$

Parameter difraksi freshnel kirchoff (*v*)

$$v = h \sqrt{\frac{2(d1+d2)}{\lambda(d1 \times d2)}}$$

$v = 82,9 \times 0,167$

$v = 13,9 \dots\dots\dots(4)$

Rugi-rugi propagasi (G_d)

$G_d = 20 \text{ Log } F(v)$

$G_d = 20 \text{ Log } (2,9 \times 13,9)$

$$G_d = 20 \text{ Log } 40,31$$

$$G_d = 32,1 \text{ dB} \dots \dots \dots (5)$$

Dari persamaan 1, 2, 3, 4 dan 5 diatas rugi rugi propagasi dari transponder pesawat terhalang gunung adalah 32,1 dB.

2. Diketahui dari pesawat LNI 924 :

$$\text{tinggi obstacle} = 2275 \text{ m}$$

$$\text{tinggi antenna} = 1791,4 \text{ m}$$

$$\text{frekuensi } (f) = 1090 \text{ Mhz,}$$

$$\text{jarak Pesawat ke obstacle } (d1) = 79600 \text{ m}$$

$$\text{jarak ADS-B ke obstacle } (d2) = 30,5 \text{ m}$$

$$\text{Ketinggian pesawat} = 2195 \text{ m}$$

$$\text{Cepat rambat Cahaya di udara } (c) = 3 \times 10^8 \text{ meter/ detik}$$

Rugi rugi propagasi dari *transponder* pesawat yang terhalang gunung adalah :

Panjang gelombang adalah (λ)

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1090 \times 10^6} = 0,275 \text{ meter} \dots \dots \dots (1)$$

Daerah freshnel pertama ($F1$)

$$F1 = 17,3 \times \sqrt{\frac{(d1 \times d2)}{f(d1 + d2)}}$$

$$F1 = 17,3 \times \sqrt{\frac{(79600 \times 30,5)}{1090(79600 + 30,5)}}$$

$$F1 = 2,8 \dots \dots \dots (2)$$

Tinggi halangan (h)

$$h = F1 + \text{tinggi obstacle} - \text{ketinggian pesawat}$$

$$h = 2,8 + 2275 - 2195$$

$$h = 82,8 \dots \dots \dots (3)$$

Parameter difraksi freshnel kirchoff (v).

$$v = h \sqrt{\frac{2(d1+d2)}{\lambda(d1 \times d2)}}$$

$$v = 82,8 \times 0,167$$

$$v = 13,8 \dots \dots \dots (4)$$

Rugi-rugi propagasi (G_d)

$$G_d = 20 \text{ Log } F(v)$$

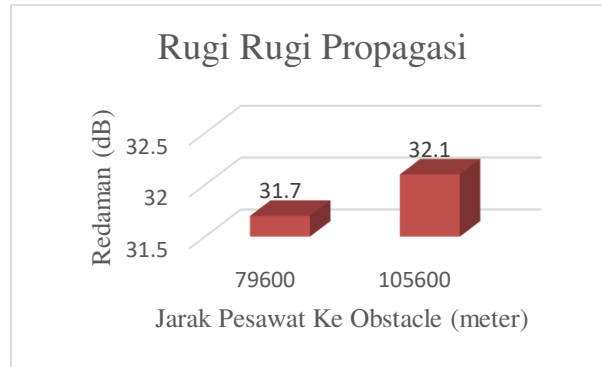
$$G_d = 20 \text{ Log } (2,8 \times 13,8)$$

$$G_d = 20 \text{ Log } 38,64$$

$$G_d = 31,7 \text{ dB} \dots \dots \dots (5)$$

Dari persamaan 1, 2, 3, 4 dan 5 diatas rugi rugi propagasi dari *transponder* pesawat terhalang gunung adalah 31,7 dB.

Dari data hasil perhitungan nomor 1 dan 2 di atas bisa dibuat grafik sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik Rugi Rugi Propagasi Terhadap *Obstacle*

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pada proyek akhir ini, didapatkan kesimpulan yang diharapkan berguna bagi penyelesaian permasalahan dan dapat dijadikan solusi agar keselamatan penerbangan tetap terjaga.

1. Kesimpulan

- Target ADS-B di Kintamani mengalami gangguan penerimaan hanya pada saat pesawat berada di area sekitar alas purwo dan kuta poin yang akan melakukan pendaratan pada *runway* 09
- Fungsi kerja peralatan masih memenuhi standar untuk operasional pelayanan navigasi penerbangan, hampir seluruh peralatan pelayanan navigasi penerbangan dalam keadaan baik.

2. Saran

- Dilakukan penambahan *ground station* ADS-B di area Bandara untuk menutup *blank area* tersebut agar keselamatan penerbangan tetap terjaga, karena dari hasil uji coba dengan menempatkan *ground station* ADS-B di area Bandara I Gusti Ngurah Rai semua target pesawat terdeteksi saat melewati *blank area*.
- Memberi masukan kepada Direktorat Navigasi Penerbangan untuk merevisi Peraturan Direktorat Jendral Perhubungan Udara Nomor SKEP 113/VI/2002 Tentang Kriteria Penempatan Fasilitas Elektronika Dan Listrik Penerbangan, karena peraturan tersebut belum menjelaskan tentang kriteria standard penempatan *ground station* ADS-B.

DAFTAR PUSTAKA

- Roesdy Saad, dan Kun Fayakun, Harry Ramza, "Perhitungan Link Budget Satelit Telkom-1," Vol. 2, No.2, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta, 2011.
- Toni, Widagdo Teguh, Eddy Purwanto, Muh Wildan, dan Teguh Firmansyah, "Analisa Propagasi pada modifikasi antenna Tx VHF di Bandara Sepinggan," Vol.7, No. 2085-2347, Politeknik Negeri Malang, Malang, Juni 2015.
- Muhammad Caesar Akbar, "Analisa Blank Area Pancaran Radar MSSR Di Airnav Tanjung Pinang Akibat Adanya *Obstacle* Yang Menghalangi Pancaran Radar," Vol.5, No.2, Politeknik Penerbangan Medan, Medan, Desember 2015.
- Rudy Sartino, "Analisa Rata Rata Lintasan Redaman Model Propagasi Pada Layanan *Base Tranceiver Station* Bersama Area Pontianak," Universitas Tanjung Pura, Pontianak, 2017.

Uke Kurniawan Usman, ” Propagasi Gelombang Radio Pada Teknologi Selluler,” Universitas Telkom, Pangkalpinang, 2018.

Technical Manual. “Thales AX 680 MLAT and ADS-B”, *Reference* No. 8314056323, 2015

Peraturan Direktur Jendral perhubungan Udara Nomor KP. 35 Tahun 2019 Tentang Pedoman Teknis Operasional Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 171-12 (*Advisory Circular Part 171-12*) Prosedur Pemeliharaan dan Pelaporan Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan, 2019

Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Udara Nomor: SKEP/113/VI/2002 Tentang Kriteria Penempatan Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan.

E. Publication, *Reception of automatic dependent surveillance broadcast via satellite and compatibility studies with incumbent systems in the frequency band 1 087.7-1 092.3 MHz*, Geneva:International Telecommunication Union, 2022

Airnav Indonesia, “Profil Perum LPPNPI”, 2018, [online]. Tersedia : <http://www.airnavindonesia.co.id/> [Diakses 23 November 2023]