



ANALISIS KINERJA SISTEM KOMUNIKASI AIR TRAFFIC CONTROLLER (ATC)
PADA DAERAH PEMANTAUAN AREA CONTROL CENTER (ACC) BANDARA SOEKARNO HATTA

Jurusan Teknik Telekomunikasi
Akademi Telkom Jakarta
Tri Nopiyani Damayanti, Amanah Gaffa,
Akademi Telkom Jakarta
damayanti@akademitelkom.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada era globalisasi saat ini bergerak sangat cepat seiring meningkatnya mobilitas, kualitas dan kuantitas standar hidup masyarakat. Dengan bertambahnya para pengguna jasa transportasi udara khususnya pada Bandara Soekarno Hatta, maka diperlukan perangkat yang mampu menunjang untuk komunikasi lalulintas udara yang menekankan pada kecepatan dan keakuratan dalam pengiriman informasi.

Pada sistem kerja pengiriman informasi ke pesawat (pilot) atau biasa disebut komunikasi *Ground to Air*, kinerja pemancaran sinyal transmisi suara dari pancaran antena yang diterima sangat mempengaruhi ketepatan dan keefektifan pilot untuk mengemudikan pesawat sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Kinerja pemancaran sinyal suara di dapat dari penguatan perangkat-perangkat sistem transmisi seperti *Transceiver*, faktor *noise* pada sistem, seta kekuatan input daya yang dipancarkan yang saling tersinkronisasi satu dengan lainnya dalam meningkatkan performa pada penerimaan sinyal suara.

Kata kunci : Komunikasi *Ground To Air*, Sistem Transmisi, *SNR*

ABSTRACT

Development of science and technology in the era of globalization is moving very rapidly with increasing mobility, quality and quantity of people's living standards. With the increase in air transport service users, especially at Soekarno-Hatta airport, it would require a device capable of supporting communication for air traffic that emphasizes speed and accuracy in the delivery of information.

On the working system of information delivery to the aircraft (pilot) or so-called Ground to Air communications, power of voice transmission signal received from the antenna beam is affecting the accuracy and effectiveness of the pilot to steer the aircraft in accordance with applicable regulations.

Performance of transmitting voice signals obtained from the strengthening of the transmission system devices such as transceivers, the system noise factor, seta input power of the emitted power are mutually tersinkronisasi one another in performance in sound reception.

Key word : Ground To Air Communications, Transmission System, SNR

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada era globalisasi saat ini bergerak sangat cepat seiring meningkatnya mobilitas, kualitas dan kuantitas standar hidup masyarakat. Hal ini berpengaruh terutama pada teknologi telekomunikasi yang melingkupi hampir semua aspek kehidupan, tidak terkecuali salah satunya adalah dalam bidang transportasi udara. Dengan bertambahnya para pengguna jasa transportasi udara khususnya pada Bandara Soekarno Hatta, maka diperlukan perangkat yang mampu menunjang untuk komunikasi lalulintas udara yang menekankan pada kecepatan dan keakuratan dalam pengiriman informasi.

Pada sistem kerja pengiriman informasi, kekuatan sinyal transmisi suara yang diterima sangatlah mempengaruhi ketepatan dan keefektifan pilot untuk mengemudikan pesawat sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pengiriman informasi ke pesawat (pilot) atau biasa disebut komunikasi *Ground to Air*, dijalankan oleh *Air Traffic Controller (ATC)* yang mengatur komunikasi lalulintas udara dengan menggunakan *Operation Panel (OP)* dalam beberapa frekuensi yang terdapat pada *Area Control Center (ACC)* yang menjadi wewenang area operasi dari PT. Angkasa Pura II. OP merupakan pendukung dari sistem komunikasi utama yang dioperasikan menggunakan *Voice Communication Control System (VCCS)*. Masing-masing ATC memiliki satu OP yang berfungsi sebagai pengendali *Direct Speech* (komunikasi langsung) dengan pesawat (pilot). Dalam OP, sinyal transmisi yang dikirimkan berbentuk sinyal analog sebelum akhirnya dikirimkan ke sistem utama, yaitu VCCS dan diproses dalam bentuk sinyal digital. Output dari VCCS berupa

voice berbentuk sinyal analog kemudian di bawa ke *transceiver* (pemancar atau penerima) untuk dipancarkan ke pesawat

(pilot) yang dituju. Kekuatan pemancaran sinyal suara (kinerja sistem komunikasi suara) di dapat dari penguatan perangkat-perangkat sistem transmisi yang saling tersinkronisasi satu dengan lainnya dalam meningkatkan performa pada penerimaan sinyal suara.

Dengan terjaminnya kualitas suara dalam sistem komunikasi akan membantu pilot maupun ATC untuk terus meningkatkan kinerja kerja, baik dalam keandalan maupun keamanan transportasi udara di tengah pengembangan *better solution for Information And Communication Technology (ICT)* di bidang telekomunikasi.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan dari penelitian ini adalah :

- Menganalisa permasalahan yang terdapat dalam kinerja sistem komunikasi radio *Air Traffic Controller (ATC)* pada daerah pemantauan *Area Control Center (ACC)* Bandara Soekarno Hatta

2. LANDASAN TEORI

2.1 Komunikasi Radio *Ground To Air*

Air Traffic Controller (ATC) adalah penyedia layanan yang mengatur lalulintas di udara terutama pesawat terbang untuk mencegah pesawat yang terlalu dekat satu sama lain dan mengantisipasi terjadinya tabrakan. ATC juga mempunyai tugas untuk mengatur kelancaran arus *traffic (traffic flow)*, membantu pilot dalam *handle emergency case/keadaan darurat* serta memberikan informasi

penerbangan yang dibutuhkan oleh pilot. Pergerakan pesawat tidak lepas dari peranan *Air Traffic Controller* (ATC) yang berfungsi sebagai pemberi petunjuk dan informasi kepada pilot yang menerbangkan pesawat. Pemberian informasi meliputi dari kelayakan *runway* (landasan pacu), cuaca terakhir serta *traffic* (kepadatan) penerbangan yang sedang terjadi di udara.

Sistem komunikasi *Ground to Air* adalah sistem komunikasi timbal balik dalam penyampaian informasi antara *Air Traffic Controller* (ATC) bandara dengan pesawat udara.

2.1.1 Frekuensi Penerbangan

Bandara Soekarno Hatta menggunakan range frekuensi radio komunikasi antara 118- 136 MHz pada daerah frekuensi *Very High Frequency* (VHF) yaitu berkisar antara 30-300 MHz. penggunaan VHF yang memiliki panjang gelombang yang lebih kecil, penyaluran gelombang radionya lebih mudah dan ekonomis disebabkan karena karakteristiknya yang tidak terlalu dipengaruhi oleh masalah gangguan atmosfer dan interferensi dari peralatan listrik jika dibandingkan dengan frekuensi yang lebih rendah dibawahnya karena VHF menembus langsung lapisan ionosfer untuk langsung dipancarkan.

Meskipun lebih mudah diblokir oleh fitur darat dari *High Frequency* (HF) dan frekuensi yang lebih rendah, tetapi pada penguanaanya frekuensi VHF jarang dipengaruhi oleh bangunan dan benda-benda penting lainnya yang kurang dari frekuensi *Ultra High Frequency* (UHF). Dalam pengaplikasian secara global, bagian tertentu pada range frekuensi VHF memiliki penggunaan yang sama di seluruh dunia. Beberapa Negara menggunakan ketentuan seperti berikut ini :

1. 108-118 MHz : Navigasi udara beacon VOR dan lokalisasi Instrument Landing System.
2. 118-137 MHz : Airband untuk control lalulintas udara, AM, 121.5 MHz frekuensi darurat.

Tabel 2.1 Spektrum frekuensi radio [1]

Nama Band	Singkatan	Band ITU	Frekuensi	Panjang Gelombang
			< 3 Hz	> 100,000 km
Extremely low frequency	ELF	1	3–30 Hz	100,000 km – 10,000 km
Super low frequency	SLF	2	30–300 Hz	10,000 km – 1000 km
Ultra low frequency	ULF	3	300–3000 Hz	1000 km – 100 km
Very low frequency	VLF	4	3–30 kHz	100 km – 10 km
Low frequency	LF	5	30–300 kHz	10 km – 1 km
Medium frequency	MF	6	300–3000 kHz	1 km – 100 m
High frequency	HF	7	3–30 MHz	100 m – 10 m
Very high frequency	VHF	8	30–300 MHz	10 m – 1 m
Ultra high frequency	UHF	9	300–3000 MHz	1 m – 100 mm
Super high frequency	SHF	10	3–30 GHz	100 mm – 10 mm
Extremely high frequency	EHF	11	30–300 GHz	10 mm – 1 mm
			Di atas 300 GHz	< 1 mm

Airband adalah jalur frekuensi radio yang digunakan untuk keperluan komunikasi antara tower bandara dengan pilot (pesawat udara). Komunikasi penerbangan ini hanya dipakai untuk keperluan penerbangan komersial tidak termasuk militer. Pelayanan lalulintas udara oleh ATC sendiri terbagi atas tiga bagian pemantauan yaitu :

Aerodrome Control

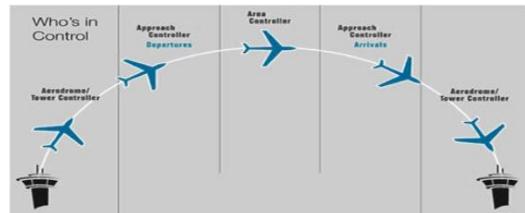
Memberikan layanan *Air Traffic Control Service*, *Flight Information Service* dan *Alerting Service* yang diperuntukan bagi pesawat terbang yang beroperasi atau berada di bandar udara dan sekitarnya (*Vicinity of aerodrome*) seperti *take off*, *landing*, *taxiing* dan yang berada di kawasan *manoeuvring area* yang dilakukan di menara pengawas (*control tower*). Unit ADC bekerja secara visual pada ketinggian 0-2500 kaki, mengatur *traffic* dan memantau area disekitar bandara menggunakan frekuensi 121.6 MHz. Unit yang bertanggung jawab memberikan pelayanan ini disebut *Aerodrome Control Tower* (TWR). Coverage area yang meliputi sektor ini adalah *Aerodrome* (*Apron, Runway dan Taxiway*) dan Tower (*Departure dan Arrival*).

Approach Control

Memberikan layanan *Air Traffic Control Service*, *Flight Information Service* dan *Alerting Service* yang diberikan kepada pesawat yang berada diruang udara sekitar bandar udara, baik yang sedang melakukan pendekatan maupun yang baru berangkat, terutama bagi penerbangan yang beroperasi terbang instrument yaitu suatu penerbangan yang mengikuti aturan penerbangan instrument atau dengan *Instrument Flight Rule* (IFR) menggunakan frekuensi 119.75 MHz pada daerah ketinggian 2500-18000 kaki. Di unit ini *traffic departure dan arrival* dikelola secara berkesinambungan dan simultan sehingga landasan dapat digunakan secara efisien. Unit yang bertanggung jawab memberikan pelayanan ini disebut *Approach Control Office* (APP). Sektor ini memiliki coverage area antara 60-149 nm.

Area Control Center

Memberikan layanan *Air Traffic Control Service*, *Flight Information Service* dan *Alerting Service* yang diberikan kepada penerbang yang sedang menjelajah (*en-route flight*) dan pesawat yang terbang lintas (*overflying*) dari satu bandara ke bandara lainnya pada ketinggian diatas 24.500 kaki, terutama yang termasuk penerbangan terkontrol (*controlled flights*). Unit yang bertanggung jawab memberikan pelayanan ini disebut *Area Control Center* (ACC). Pada sektor ini memiliki coverage area diatas 150 nm.



Gambar 2.1 Konfigurasi pelayanan lalulintas udara

2.1.2 Sistem Komunikasi Penerbangan

Peralatan komunikasi penerbangan dan alat bantu navigasi udara menggunakan transmisi gelombang radio. Kecepatan propagasi gelombang radio berjalan pada kecepatan cahaya yang besarnya 3×10^8 meter /detik atau 300 km/detik atau 162 *nautical miles/second*. Transmisi menggunakan *Line of Sight* (LOS) dengan sistem *Amplitudo Modulation* (AM), dimana pentransmisian sinyal antara TX dengan RX berbentuk lurus dan dipancarkan secara langsung (*direct wave*) tanpa ada penghalang (*obstacle*). Frekuensi yang digunakan menggunakan range frekuensi antara 118 s/d 136 MHz dalam spektrum frekuensi *Very High Frekuensi* (VHF) yang berkisar antara 30 s/d 300 MHz.

Pengiriman informasi penerbangan yang digunakan oleh Bandara Soekarno Hatta, dibedakan melalui jenis media transmisi yang digunakan yaitu :

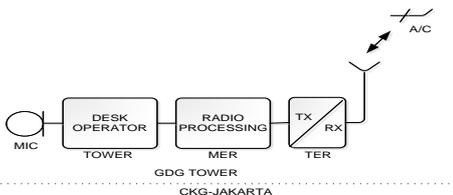
1. *Guided transmission Media* dengan menggunakan kabel coaxial.
2. *Unguided transmission media* dengan menggunakan gelombang radio dan satelit.

Metode komunikasi penerbangan yang dipakai menggunakan metode *half duplex* dimana komunikasi antara ATC dengan

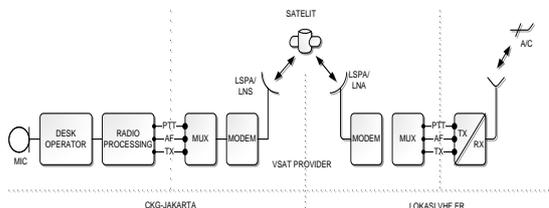
pesawat dapat saling timbal balik secara bergantian. Dalam *half duplex* terdapat *turn around time* (waktu untuk merubah arah) agar tidak terjadi benturan antara pengiriman dan penerimaan sinyal.

Komunikasi navigasi udara, dalam perpindahan sektor pada saat melalui daerah pemancaran *transmitter* berlainan yang mempunyai tanggung jawab pemantauan ATC berbeda pada daerah ACC contohnya daerah A dan daerah B, memiliki prosedur sistematika kerja tersendiri. Prosedur dimulai dengan kontak ATC daerah A kepada pilot untuk memandu pesawat sampai batas daerah pemantauannya. Ketika akan memasuki daerah pantauan B, ATC daerah A akan meminta pilot untuk merubah frekuensi komunikasi sesuai dengan daerah pemantauan ATC daerah B dan kemudian diteruskan dengan pilot yang akan mengkontak daerah pemantauan ATC daerah B pada pemancaran *transmitter* yang berbeda untuk meminta izin melakukan panduan dalam mengemudikan pesawat ke daerah tujuan. Pada kondisi tertentu dapat pula ATC daerah A menghubungi ATC daerah B agar memandu pesawat dari daerah A ke B dengan sebelumnya meminta pilot agar merubah frekuensi komunikasi sesuai daerah yang akan dilalui oleh pesawat. Namun jika masih berada dalam satu daerah pemantauan ATC tetapi menggunakan pemancaran *transmitter* yang berlainan maka ATC hanya akan meminta pilot untuk merubah frekuensi sesuai frekuensi yang dipancarkan oleh *transmitter*.

Komunikasi radio *ground to air* menggunakan *Voice Control Communication System* (VCCS) sebagai suatu sistem pengontrol komunikasi suara yang memungkinkan *user* (pengguna) *Air Traffic Controller* (ATC) untuk berkomunikasi dengan pilot dengan mempergunakan perangkat penunjang berupa *microphone*, *headset* dan *push to talk* (PTT). Dalam menghubungkan VCCS ke *transceiver* digunakan media transmisi beragam, tergantung kebutuhan sektor pemantauan. *transmitter-receiver* (*transceiver*) digunakan sebagai pengolah sinyal suara yang akan di pancarkan dan diterima. *Transmitter* berfungsi sebagai penghasil sinyal radio yang digunakan untuk mengirimkan sinyal suara ke pesawat sedangkan *receiver* berfungsi sebagai penerima pasif sinyal yang dipancarkan dari pesawat. *Transmitter* menggunakan jenis polarisasi *omni directional* (ke segala arah).

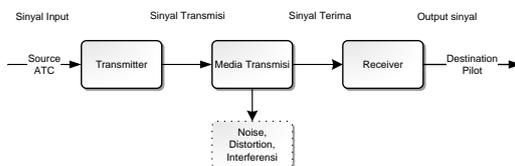


Gambar 2.2 Konfigurasi transmisi menggunakan kabel



Gambar 2.3 Konfigurasi transmisi menggunakan satelit

2.2 Parameter Kinerja Komunikasi Penerbangan



Gambar 2.4 Sistem transmisi

Sistem transmisi didasari sebagai pengertian kanal (*channel*) suara. Suatu penyampaian suara dapat dikatakan

tersampaikan secara optimal apabila mempunyai mempunyai kehandalan (*reliability*) sistem yang bagus. *Reliability* dapat dipengaruhi oleh parameter-parameter tertentu diantaranya :

1. *Signal Power Level*
2. *Attenuation Distortion*
3. *Delay Distortion*
4. *Noise dan Sinyal to Noise Ratio*
5. *Interferensi*

2.2.1 Signal Power Level

Pada sistem transmisi penerbangan, *signal power level* merupakan kuat sinyal yang akan dipancarkan dari *transmitter* ke pesawat.



Gambar 2.5 Blok pengukuran daya

Jika dalam suatu sistem rangkaian dengan *power input* sebesar *Pin* dan *power output* sebesar *Pout* maka dapat disimpulkan :

1. Bila *Pout* lebih besar dari *Pin*, maka disebut sebagai penguatan (*Gain*). Dimana

$$G = 10 \log_{10} \frac{P_{out}}{P_{in}} \text{ dB}$$

2. Sedangkan bila *Pin* lebih besar dari pada *Pout*, maka disebut redaman (*loss* atau *attenuation*). Dimana

$$L = 10 \log_{10} \frac{P_{in}}{P_{out}} \text{ dB}$$

Nilai penguatan atau redaman keseluruhan jaringan didapat dengan cara menjumlahkan manual dari masing-masing pengukuran dB tersebut di atas, nilai tersebut disebut sebagai pengukuran secara relatif (*a relative power level*). Jika yang dikehendaki pengukuran secara mutlak (an absolute power level) maka digunakan 1mW atau 1W dengan 0 dBm = 1 mW, maka :

$$P = \left[10 \log_{10} \frac{P(mW)}{1mW} \right] \text{ dBm}$$

Atau jika perhitungan menggunakan 1 W, maka :

$$P = \left[10 \log_{10} \frac{P(W)}{1W} \right] \text{ dBW}$$

Dari penggunaan rumus dapat disimpulkan :

$$\begin{aligned} +30 \text{ dBm} &= 0 \text{ dBW} \\ -30 \text{ dBm} &= 0 \text{ dBW} \end{aligned}$$

Input *transmitter* didapatkan dari output *power level* yang berasal dari VCCS. Nilai *relative power level* yang dikirimkan VCCS mempunyai batas toleransi pengiriman antara 0 s/d -15 dB sedangkan untuk penerimaan di *transmitter* nilai *power level* berada pada batas toleransi antara -30 s/d +10 dB.

2.2.2 Attenuation Distortion

Attenuation distortion merupakan redaman yang terjadi pada tiap bagian jaringan atau sistem komunikasi sesuai dengan rugi-rugi energi atau energi *losses* selama sinyal sistem tersebut bergerak melalui media transmisi. Penggunaan saluran transmisi apapun juga akan dipengaruhi oleh redaman dari

lebar dan karakteristik frekuensi itu sendiri. dengan demikian sinyal yang diterima tidak saja akan teredam tetapi juga akan mengalami cacat redaman yang akan mempengaruhi amplitudo dan frekuensi dari sinyal output. [2]

2.2.3 Delay Distortion

Sinyal mempunyai waktu tempuh untuk merambat dalam saluran transmisi. Lamanya waktu tempuh (penundaan waktu) yang dipergunakan tergantung dari kecepatan perambatannya yang dipengaruhi oleh jenis media yang digunakan. Delay untuk tiap frekuensi juga memiliki nilai yang berbeda-beda. Sinyal tidak akan bermasalah apabila delay (penundaan waktu) sama untuk tiap-tiap frekuensi. Namun akibat ketidaksamaan inilah yang menyebabkan terjadi *delay distortion* (penyimpangan atau cacat delay). [2]

2.2.4 Noise

Noise adalah sinyal yang muncul dalam suatu saluran telekomunikasi yang bukan merupakan bagian dari sistem kerja. Berdasarkan jenis noise terbagi atas dua hal yaitu :

1. Eksternal Noise

Merupakan noise yang tidak disebabkan oleh perangkat sistem komunikasi tersebut. Noise eksternal diantaranya disebabkan oleh :

 - Man made (buatan manusia) atau dapat juga disebut sebagai *impulse noise* (noise sesaat dengan amplitude besar) yaitu diakibatkan oleh *switching equipment*, sistem pembakaran kendaraan bermotor, aktifitas *on/off* mendadak.
 - Extra terrestrial (noise luar atmosfer) merupakan sinyal elektrik yang dihasilkan di luar atmosfer bumi seperti panas matahari.
 - Atmospheric noise (gangguan alam) berupa noise seperti halilintar dan kilat.
2. Internal Noise

Merupakan noise yang disebabkan oleh perangkat komponen alat dalam sistem komunikasi yang digunakan. Internal noise terbagi atas :

 - thermal noise (perpindahan elektron secara acak) berupa noise yang mempunyai karakteristik berupa distribusi energi yang merata pada sistem transmisi.
 - shot noise (pengeluran sinyal output yang tidak beraturan) berupa keluaran sinyal pada transistor dua kutub.
 - transite time noise (arus sinyal dari masukan dan keluaran yang bervariasi) merupakan noise yang terjadi pada frekuensi tinggi pada satu perputaran sinyal melintasi semikonduktor.

Untuk meniasati permasalahan noise pada sistem, lebih sering digunakan perhitungan *signal to noise ratio* (S/N) yang merupakan perbandingan antara sinyal dengan noise yang muncul yaitu :

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{sinyal \text{ Watt}}}{P_{noise \text{ Watt}}} \right)$$

$$= \text{level (sinyal dalam dB)} - \text{level (noise dalam dB)}$$

Semakin tinggi nilai S/N maka akan semakin baik mutu pengiriman sinyal. Batas minimum toleransi S/N yang diijikan untuk sinyal suara adalah 30 dB (ketentuan yang berlaku dalam data kepuasan user).

2.2.5 Interferensi

Interferensi adalah gangguan yang terjadi diakibatkan oleh adanya sinyal lain yang frekuensinya hampir sama dengan daya sinyal yang cukup besar. Penyebab interferensi juga dapat diakibatkan oleh pemancaran yang berdekatan dan pemancaran sinyal dari radio *broadcast*. [2]

2.3 S/N Margin Penguatan Sistem Komunikasi Penerbangan

Signal to noise ratio (S/N) adalah perbandingan (ratio) antara *signal strength* (kekuatan sinyal) dengan kekuatan *noise level* (derau). Dalam penerapannya S/N digunakan untuk menunjukkan kualitas jalur koneksi (transmisi). Margin dalam S/N menentukan kualitas dan sebagai pemantau *reliability* (keandalan) kerja suatu sistem transmisi.

Tabel 2.2 Margin penguatan sistem komunikasi. [3]

No	Kriteria	Line Attenuation	Signal to Noise (S/N)	Reliability System
1.	Outstanding	00,0 s/d 19,99 dB	29,0 dB keatas	99,999 %
2.	Excellent	20,0 s/d 29,99 dB	20,0 s/d 28,9 dB	99,99 %
3.	Very Good	30,0 s/d 39,99 dB	-	99,9 %
4.	Good	40,0 s/d 49,99 dB	11,0 s/d 19,9 dB	99 %
5.	Fair	50,0 s/d 59,99 dB	07,0 s/d 10,9 dB	90 %
6.	Bad	50,0 dB keatas	00,0 s/d 06,9 dB	50

3. DATA PENGUKURAN SISTEM

Sistem komunikasi *ground to air* antara ATC dengan pesawat (pilot) pada daerah pantauan *Very High Frequency-Extended Range* (VHF-ER) memiliki *coverage area* yang sangat luas dan tersebar diseluruh bagian barat Indonesia, oleh karena itu diperlukan penguatan ditiap bagian sistem transmisi yang digunakan antara lain pada output sinyal VCCS sebagai sumber sinyal suara dan daya pancar *transmitter* sebagai kekuatan penerimaan dipesawat (pilot).

Output sinyal VCCS menunjukkan nilai penguatan sinyal suara yang akan dikirimkan ke *transmitter*, sedangkan daya pancar *transmitter* mempengaruhi jauhnya jarak jangkauan pemancaran. Semakin rendah nilai output sinyal suara yang dikirimkan VCCS (antara -0 s/d -15 dB) maka suara yang dihasilkan akan semakin jelas, sedangkan semakin tinggi nilai pancaran daya yang dikeluarkan *transmitter* maka kekuatan pancaran sinyal suara akan semakin baik. Kondisi eksternal yang mempengaruhi adalah faktor interferensi frekuensi liar yang muncul saat penerimaan suara di pesawat.

Pengukuran dilakukan dengan cara terpisah antara pengukuran dibagian input (output sinyal suara VCCS) dan output daya *transmitter*. Pengukuran penguatan dilakukan dengan menggunakan *levelmeter* dan *wattmeter*.

Area Control Center (ACC)

Analisa meliputi daerah radio komunikasi yang digunakan pada sektor ACC yang memiliki *coverage area* berada pada daerah pemantauan sekitar 150 nM keatas. Untuk memantau seluruh *coverage area* maka dibeberapa tempat diletakkan peralatan repeater atau yang biasa disebut *VHF-Extended Range* (VHF-ER). Peralatan meliputi *transceiver* serta antena VHF yang sangat tinggi antara 20-40 m yang diletakkan didaerah pegunungan atau dataran tinggi yang mempunyai daerah pemancaran *line of sight* yang optimal untuk menjangkau daerah sesuai dengan kebutuhan. ACC juga membutuhkan daya pancaran sinyal sebesar 100 W untuk pemancran sinyal transmisi.

Tabel 3.1 Frekuensi ACC dan data transceiver

No	Frequency	Lokasi		Daya	Jenis Antena		Keterangan
		Tx	Rx		Tx	Rx	
1.	128.300 MHz	ACH	ACH	100 W	Omni	Omni	Relokasi dari SIM ke GN. Linteung Maret 2008

2.	128.300 MHz	MEU	MEU	100 W	Omni	Omni	Meulaboh
3.	133.200 MHz	SBRU	SBRU	100 W	Omni	Omni	Commissioning Februari 2010, cabang Medan - Polonia
4.	133.200 MHz	SDK	SDK	100 W	Omni	Omni	Cabang Medan - Polonia
5.	132.300 MHz	PKU	PKU	100 W	Omni	Omni	Cabang Pekanbaru – SSK II
6.	132.900 MHz	TNJ	TNJ	100 W	Omni	Omni	Commissioning Februari 2010, diset FR 132,3 MHz
7.	132.700 MHz	PLB	PLB	100 W	Omni	Omni	Commissioning Februari 2010
8.	132.700 MHz	PKP	PKP	100 W	Omni	Omni	Tx/Rx 2 diset 123,6 APP PKP, Juli 2008
9.	132.100 MHz	TKB	TKB	100 W	Dipole	Dipole	Commissioning 2010
10.	132.100 MHz	PDG	PDG	100 W	Omni	Omni	
11.	120.900 MHz	TKB	TKB	100 W	Dipole	Dipole	Commissioning 2010
12.	120.900 MHz	SMG	SMG	100 W	Omni	Omni	Relokasi tahun 2007 ex Natuna
13.	120.900 MHz	CRB	CRB	100 W	Dipole	Dipole	Commissioning 2010
14.	133.700 MHz	PNK	PNK	100 W	Dipole	Dipole	Cabang Pontianak – Supadio
15.	125.700 MHz	TKB	TKB	100 W	Dipole	Dipole	Commissioning 2010
16.	125.700 MHz	TPD	TPD	100 W	Omni	Omni	
17.	130.100 MHz	TKB	TKB	100 W	Dipole	Dipole	
18.	129.900 MHz	TKB	TKB	100 W	Dipole	Dipole	

3.2. Pengukuran Kinerja Sistem Komunikasi

Pengumpulan data yang menjadi acuan dalam melaksanakan analisis penguatan sistem komunikasi radio serta menjadi dasar ukur dalam *reliability* sistem, dilakukan dengan cara melakukan pemantauan dan pengukuran dibagian output VCCS dan output *transmitter*. Berikut adalah cara kerja pengambilan data dari sistem transmisi komunikasi radio *ground to air* di Bandara Soekarno Hatta, yaitu :

3.2.1. Cek penguatan di VCCS

Untuk mengecek penguatan di VCCS parameter yang digunakan ialah nilai *AF signal level* (sinyal suara) yang dikirimkan VCCS ke *transmitter*. Dalam pengukurannya, digunakan pengukuran secara manual dibagian *Main Distribution Frame* (MDF) dengan menggunakan *levelmeter*. Atur setting pengukuran Watt meter pada posisi pengukuran di *receiver*, *brige* 135 Ω dan DSL (135 Ω). Sambungkan *connector speaker* ke *transmitter* pada frekuensi yang sedang aktif (sedang digunakan berkomunikasi oleh ATC). Sambungkan ujung *connector output watt meter* ke kabel *connector speaker*, sedangkan pangkal berada pada bagian *output level meter*. Cek hasil yang muncul pada layar *watt meter*.

Parameter pengukuran penguatan suara pada VCCS output terdiri atas :

Table 3.2 Parameter VCCS. [4]

Parameter	Nilai	Kondisi
AF signal level	-15 s/d 0 dB	Normal

Audio frequency (AF) *signal level* adalah pengukuran sinyal suara dari ATC yang telah diolah oleh VCCS dan akan dikirimkan ke *transmitter* melalui media VSAT. *AF signal level* ini *disetting* pada kondisi 0 dB untuk pemancaran optimal. AF

sinyal level yang berada dibawah -15 dB, dapat mengakibatkan sinyal yang akan dikuatkan oleh *transmitter* terlalu kecil sehingga penerimaan suara kecil. sedangkan nilai *AF signal level* yang berada terlalu besar dapat mengakibatkan terlalu tingginya level sinyal yang akan dikuatkan sehingga dapat mengakibatkan pecahnya penerimaan suara dipesawat. [3]

3.2.2. Cek penguatan di transmitter

Untuk mengecek penguatan yang dipancarkan oleh *transmitter*, dilakukan pengecekan langsung ke pemancar yang berada didaerah *coverage area* VHF-ER tersebut. Pemantauan dapat langsung di ketahui melalui *output* data pada layar komponen, sedangkan pengukuran daya sendiri dapat diketahui dengan melakukan pengukuran manual menggunakan *Watt meter* pada bagian tertentu di *transmitter* yang digunakan.

Langkah-langkah yang dilakukan pada pengukuran penguatan sistem di transmitter ialah :

- Cek kondisi VHF Transmitter (TX). Meter reading VHF Transmitter.
- Cek cavity Tx normal.
- Cek kondisi antenna TX, kondisi baik.
- Koordinasi dengan Teknisi di BSH, tes komunikasi dengan pesawat,

Bandara Soekarno Hatta menggunakan *transmitter* dengan berbagai jenis. Pada pengamatan, data sampling menggunakan dua jenis *transmitter* yang berbeda. Tiap *transmitter* mempunyai spesifikasi yang berbeda sesuai standart pabrik dan kebutuhan penggunaannya. Namun dalam penerapan parameter yang berpengaruh dan diterapkan memiliki nilai yang hampir sama atau mendekati satu sama lain. *Transmitter* yang digunakan ialah OTE dan PAE. Parameter penguatan suara pada *transmitter*, yaitu :

Table 3.3 Parameter *transmitter* PAE dan OTE. [5]

Parameter	Nilai	Kondisi
Output power	50 s/d 100 Watt	Normal
Line input	-13 dBm	Normal
Mod. Depth.	80 s/d 90 %	Normal

Parameter pengukuran utama berkisar antara :

- Output Power
Merupakan energi yang dilakukan dalam satuan waktu atau energi yang dibutuhkan dalam pemancaran sinyal oleh *transmitter*. Output power maksimal disetting pada besaran 100 Watt untuk melingkupi seluruh *coverage area* yang besar yaitu sekitar 24.500 Nautical miles.
- Line Input
Merupakan level audio yang dikirimkan oleh VCCS ke *transmitter*. Level line input pada transmitter berbeda dengan level line output (AF signal level) yang dikirimkan VCCS. Pada *line input transmitter* ambang batas penerimaan sinyal suara berada pada kisaran -15 s/d -13 dB, hal ini dimaksudkan agar sinyal yang dimodulasikan sesuai dengan kebutuhan. Jika terlalu besar maka nilai yang akan dikuatkan terlalu besar sehingga dapat menyebabkan suara yang diterima pilot terlalu besar dan terdengar pecah, sedangkan jika terlalu rendah maka dapat mengakibatkan suara yang akan dikuatkan terlalu lemah sehingga penguatan tidak optimal yang mengakibatkan penerimaan dipesawat menjadi lemah.
- Modulation Depth
Merupakan indeks modulasi (faktor modulasi) atau kedalaman modulasi disekitar pembawa yang tidak termodulasi. Faktor modulasi merupakan parameter penting dalam pengiriman suara. Faktor modulasi berpengaruh pada bentuk sinyal suara yang dikirimkan ke *transmitter*. *Modulation depth* didapat dari perbandingan antara amplitudo audio setelah modulasi dibandingkan dengan amplitudo *carrier* yang tidak termodulasi dalam bentuk persen.

3.3. Data Kinerja Sistem Transmisi Komunikasi Radio Ground To Air

Pengumpulan data dilakukan pada lima frekuensi sampling didaerah VHF-ER sebagai perbandingan kinerja kerja penggunaan jangkauan *extended range* yaitu :

Tabel 3.4 Pemantauan AF signal level VCCS. [6]

No	Frekuensi	Coverage Area	Data Pemantauan AF Signal Level VCCS Per 3 Bulan Tahun 2011			
			Jan	Apr	Jul	Okt
1.	132,1 MHz	Tangkuban	-1.4 dB	-1.0 dB	-3.1 dB	-3.5 dB
2.	125,7 MHz	Tangkuban	-3.8 dB	-0.2 dB	-0.7 dB	-0.3 dB
3.	120,9 MHz	Cirebon	-0.2 dB	-0.4 dB	-1.3 dB	-4.4 dB
4.	132,7 MHz	Palembang	-3.8 dB	-0.9 dB	-2.6 dB	-0.9 dB
5.	133,2 MHz	Sibiru-biru	-0.7 dB	-0.1 dB	-1.0 dB	-5.0 dB

Berdasarkan tabel yang ada menunjukkan data tentang :

- Nilai AF *signal level* VCCS di tiap sektor frekuensi daerah ACC yang dijadikan sampling dengan coverage area yang berbeda.
- Sampling menggunakan 5 frekuensi dengan menggunakan dua perbandingan pada penerapan merk *transmitter* yang digunakan.
- Data AF *signal level* diambil berdasarkan periodik waktu pengamatan pertiga bulan sekali.
- AF *signal level* memiliki nilai optimal pada kisaran -15 s/d 0 dB. Jika AF *signal level* terlalu tinggi diatas 0 dB maka penerimaan di transmitter akan over modulation sehingga dapat menyebabkan suara yang diterima pecah. Sedangkan jika AF *signal level* berada terlalu rendah dibawah -15 dB maka sinyal yang akan dikirimkan terlalu rendah untuk dikuatkan oleh transmitter.

Tabel 3.5 Daya output transmitter VHF-ER sebelum cavity. [7]

No	Frekuensi	Coverage Area	Merk Antena	Data Pemantauan Output Daya Transmitter Per 3 Bulan Tahun 2011			
				Jan	Apr	Jul	Okt
1.	132,1 MHz	Tangkuban	OTE	96 W	95 W	90 W	98 W
2.	125,7 MHz	Tangkuban	OTE	100 W	95 W	98 W	100 W
3.	120,9 MHz	Cirebon	PAE	98 W	95 W	100 W	95 W
4.	132,7 MHz	Palembang	PAE	95 W	90 W	98 W	96 W
5.	133,2 MHz	Sibiru-biru	PAE	90 W	100 W	100 W	95 W

Berdasarkan tabel yang ada menunjukkan data tentang :

- Data RF output power diambil pada periodik waktu per tiga bulan dalam kurun waktu satu tahun.
- Output power menggunakan 5 frekuensi sampling pada daerah VHF-ER. Frekuensi sampling berada pada daerah *coverage area* yang berlainan.
- Sampling menggunakan 5 frekuensi dengan menggunakan dua perbandingan pada penerapan merk *transmitter* yang digunakan. Pada tiap frekuensi menggunakan *transmitter* dengan merk yang berbeda
- Daya power sebelum *cavity* adalah daya keluaran transmitter setelah dikuatkan oleh *power amplifier* (PA) yang telah termodulasi sebelum memasuki *cavity*. *Cavity* adalah perangkat yang berfungsi sebagai filter atau sebagai penyaring frekuensi. Selain penggunaan *cavity* dimaksudkan untuk memisahkan frekuensi yang berbeda pada penggunaan satu transmitter yang sama (sebagai alat *selected* frekuensi). Dengan penggunaan *cavity* maka transmitter dapat memancarkan banyak sinyal suara pada frekuensi yang berbeda dalam waktu yang bersamaan.
- Pada *transmitter* VHF-ER, digunakan *power amplifier* (PA) yang berfungsi sebagai penguat daya yang akan dipancarkan. Daya yang telah dikuatkan oleh PA akan dipancarkan dengan nilai maksimal pancaran yang dapat melebihi 100 Watt. Namun dalam implementasi penerapan daya yang digunakan berkisar antara 90 s/d 100 Watt tergantung luas *coverage area* yang akan *handle*. Semakin luas suatu daerah pengamatan maka semakin tinggi daya

yang dibutuhkan untuk pemancaran optimal pada setiap bagian *coverage areanya*.

Tabel 3.6 Daya output transmitter VHF-ER setelah cavity. [7]

No	Frekuensi	Coverage Area	Merk Antena	Data Pemantauan Output Daya Transmitter Per 3 Bulan Tahun 2011			
				Jan	Apr	Jul	Okt
1.	132,1 MHz	Tangkuban	OTE	55 W	60 W	70 W	65 W
2.	125,7 MHz	Tangkuban	OTE	70 W	74 W	62 W	74 W
3.	120,9 MHz	Cirebon	PAE	65 W	65 W	75 W	70 W
4.	132,7 MHz	Palembang	PAE	60 W	70 W	65 W	70 W
5.	133,2 MHz	Sibiru-biru	PAE	68 W	65 W	70 W	60 W

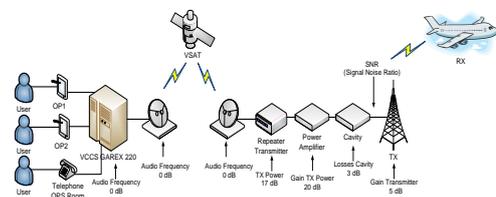
Berdasarkan tabel yang ada menunjukkan data tentang :

- RF output menggunakan 5 frekuensi sampling pada daerah VHF-ER sesuai dengan penggunaan pada data tabel sebelumnya. Frekuensi sampling berada pada daerah *coverage area* yang berlainan.
- Sampling menggunakan 5 frekuensi dengan menggunakan dua perbandingan pada penerapan merk *transmitter* yang digunakan. Pada tiap frekuensi menggunakan *transmitter* dengan merk yang berbeda
- Daya power setelah *cavity* adalah daya yang diukur setelah melewati *cavity*. Pada pengukuran daya setelah *cavity*, terdapat pengurangan daya yang besar akibat penggunaan *cavity*. Dengan penerapan *cavity* sebagai penyaring frekuensi serta sebagai pengatur pemancaran frekuensi maka daya yang dibutuhkan sebuah transmitter semakin besar sehingga menimbulkan *losses* pada pemancaran daya. Pengurangan daya pada *cavity* sebesar -3 dB atau dapat dikatakan sekitar setengah dari nilai Watt yang dipancarkan.
- Daya power inilah yang akan dipancarkan langsung secara *line of sight* ke pesawat. Sistem kerja pemancaran *line of sight* membutuhkan penempatan transmitter di ketinggian yang optimal agar tidak terganggu oleh *obstacle* (penghalang).

4. ANALISA DATA KINERJA SISTEM

Untuk mengetahui kinerja komunikasi radio *Air traffic Controller* (ATC) pada daerah pemantauan *Area Control Center* (ACC) Bandara Soekarno Hatta diperlukan nilai optimal dari *signal noise ratio* (SNR) disistem penerima (*receiver*). Namun karena pembahasan berada pada penguatan penguatan dari sistem pemancar (*transmitter*) atau pemancaran optimal sinyal suara dari Bandara Soekarno Hatta, maka penganalisaan hanya terbatas pada penerapan perbandingan SNR sebagai salah satu parameter penguat di pemancaran sinyal suara ATC ke pesawat. SNR digunakan sebagai salah satu pembanding output optimal dari pemancaran sinyal suara. SNR didapat dari perbandingan sinyal output transmitter yang dikirimkan dengan sinyal noise pada sistem karena analisa permasalahan terbatas pada ruang lingkup sinyal suara sampai dengan pemancaran pada *transmitter*.

Sesuai dari data sinyal output *transmitter* untuk daerah VHF-ER daya sinyal yang dipancarkan bernilai 100W untuk masing-masing *transmitter* agar dapat menjangkau daerah pemancaran luas daerah ACC VHF-ER sekitar 350 *Nautical miles*, namun output sinyal suara akan mengalami penurunan daya akibat pengurangan dampak dari penggunaan *cavity* pada sistem. Daya setelah *cavity* merupakan daya output akhir yang akan dipancarkan ke *transmitter*.



Gambar 4.1 Blok diagram pengukuran SNR

4.1. Spesifikasi Perangkat

Noise adalah salah satu nilai dalam penentuan SNR dalam suatu sistem. Semakin kecil noise maka keandalan sistem tersebut semakin bagus. Noise yang diamati dalam pembahasan pada sistem ini adalah *noise thermal*. Perhitungan *noise thermal* sistem berada pada pengamatan perangkat yang mengeluarkan output daya sinyal yang akan ditransmisikan langsung ke pesawat yaitu *transmitter*. Pada TX, nilai *noise* sudah terakumulasi secara otomatis pada sistem perangkat yang akan menjadi pembanding antara kuat sinyal yang dihasilkan untuk mendapatkan kualitas SNR yang dihasilkan. Berikut dibawah ini adalah spesifikasi perangkat TX yang digunakan dalam sistem komunikasi *ground to air* pada Bandara Soekarno Hatta.

4.1.1. PAE

A. Temperatur (T)

Pada penggunaan *transmitter* PAE, spesifikasi temperatur berada pada *range* suhu antara -20° C s/d +55° C untuk operasional dan -30° C s/d +70° C pada saat non operasional. Pada kondisi optimal berada pada : T = +18° C. Batas maksimal temperatur pada perangkat berada pada nilai T = +20° C.

B. Bandwidth (B)

Dalam perangkat terdapat *bandwith* berbeda yang digunakan dalam dua channel *spacing frequency response* yaitu pada 25 kHz dan 8.33 kHz. *Channel frequency response* ini mempengaruhi pemrosesan sinyal audio dengan sistem perangkat.

25 kHz *channel spacing* = AM-Voice and AM-MSK, *range* frekuensi 300 s/d 3400 Hz
 8.33 kHz *channel spacing* = AM-Voice only, *range* frekuensi 350 s/d 2500 Hz

C. Noise Thermal

Noise thermal perangkat *transmitter* PAE pada kondisi operasional optimal berada pada nilai - 45 dB dibawah sinyal *level line input levels* <-13 dB dan ≥50 dB dibawah sinyal *level line input levels* ≥-13 dB. Saat operasional *noise* bernilai N = - 44 dB.

4.1.2. OTE

A. Temperatur (T)

Pada penggunaan *transmitter* OTE, spesifikasi temperature berada pada *range* suhu antara -20° C s/d +55° C untuk operasional dan -40° C s/d +70° C pada saat non operasional. Pada kondisi optimal berada pada : T = +18° C

Batas maksimal temperatur pada perangkat berada pada nilai T = +20° C

B. Bandwidth (B)

Dalam perangkat terdapat *bandwith* berbeda yang digunakan dalam dua channel *spacing frequency response* yaitu pada 25 kHz dan 8.33 kHz. *Channel frequency response* ini mempengaruhi pemrosesan sinyal audio dengan sistem perangkat.

25 kHz *channel spacing* = *Range* frekuensi 300 s/d 3400 Hz ; 8.33 kHz *channel spacing*= *Range* frekuensi 350 s/d 2500 Hz

C. Noise Thermal

Noise thermal perangkat *transmitter* OTE pada kondisi operasional optimal berada pada nilai - 45 dB pada 80% modulasi. Saat operasional *noise* bernilai N = - 44 dB.

4.2. Analisa Data

Pada analisa nilai SNR pada penggunaan dua *transmitter* maka didapatkan data dengan acuan rumus sebagai berikut :

$$SNR_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{sinyal \text{ Watt}}}{P_{noise \text{ Watt}}} \right) = level_{(sinyal \text{ dalam dB})} - level_{(noise \text{ dalam dB})}$$

Keterangan :

Psinyal = Kuat daya sinyal yang akan dipancarkan oleh *transmitter*
 = 55 Watt
 = 10 log (Watt) = 10 log (55 Watt)
 = 17.4 dB

Tabel 4.1 Daya sinyal dan daya *noise* pada *transmitter* VHF-ER. [7]

	132,1 MHz		125,7 MHz		120,9 MHz		132,7 MHz		133,2 MHz	
	PS	PN								
Jan	17.4	- 44	18.45	- 44	18.13	- 44	17.78	- 44	18.32	- 44
Apr	17.78	- 44	18.69	- 44	18.13	- 44	18.45	- 44	18.13	- 44
Jul	18.45	- 44	17.92	- 44	18.75	- 44	18.13	- 44	18.45	- 44
Okt	18.13	- 44	18.69	- 44	18.45	- 44	18.45	- 44	17.78	- 44

Keterangan : PS = Kuat daya sinyal (dB)
 PN = Kuat daya noise (dB)

Tabel 4.1 merupakan tabel data daya sinyal dengan daya noise pada masing-masing TX VHF-ER pada waktu pengamatan tahun 2011. Nilai kuat daya sinyal berada pada kisaran 50 Watt s/d 75 Watt setelah melewati losses cavity 3 dB, sedangkan daya noise pada sistem menggunakan ketentuan noise yang berlaku pada perangkat yaitu - 44 dB.

Dalam menentukan kualitas suara yang diterima, maka SNR yang digunakan ialah perbandingan sinyal dengan noise dalam dB. Pengukuran untuk setiap perangkat TX didasarkan oleh rumus SNR yang berlaku seperti dibawah ini :

Contoh : SNR_{dB} di 132,1 MHz pada waktu pengamatan bulan Januari 2011

$$SNR_{dB} = level_{(sinyal \text{ dalam dB})} - level_{(noise \text{ dalam dB})} = 17.4 - (- 44) = 61.4 \text{ dB}$$

Pada bulan Januari 2011 = 132,1 MHz mempunyai daya sinyal sebesar 17.4 dB dengan daya noise pada sistem terhitung sebesar - 44 dB. Dari data tersebut maka nilai SNR yang terhitung menunjukkan nilai 61.4 dB.

Perhitungan SNR di TX bertujuan untuk mengetahui apakah kualitas suara yang akan dipancarkan sesuai dengan batasan margin nilai optimal penerimaan suara, agar pada saat mencapai RX sinyal suara yang diterima masih dapat diterima dengan baik.

Tabel 4.2 Hasil analisa SNR *transmitter* VHF-ER.

No	Frekuensi	Coverage Area	Merk Antena	Analisa Data Pemantauan SNR Per 3 Bulan Tahun 2011			
				Jan	Apr	Jul	Okt
1.	132,1 MHz	Tangkuban	OTE	61.4 dB	61.78 dB	62.45 dB	62.13 dB
2.	125,7 MHz	Tangkuban	OTE	62.45 dB	62.69 dB	61.92 dB	62.69 dB
3.	120,9 MHz	Cirebon	PAE	62.13 dB	62.13 dB	62.75 dB	62.45 dB
4.	132,7 MHz	Palembang	PAE	61.78 dB	62.45 dB	62.13 dB	62.45 dB
5.	133,2 MHz	Sibiru-biru	PAE	62.32 dB	62.13 dB	62.45 dB	61.78 dB

Tabel 4.2 menggambarkan hasil SNR pada masing-masing penggunaan merk *transmitter* dengan nilai yang beragam pada waktu pengamatan tahun 2011. Output nilai SNR menunjukkan nilai SNR awal dari perbandingan sinyal output *transmitter* dengan *noise* sebelum dipancarkan melalui antena. Nilai *range* SNR yang didapat berada antara 61.13 dB s/d 62.75 dB. Nilai SNR ini menunjukkan angka yang tinggi di atas standart dari nilai optimal SNR yaitu 30dB dikarenakan power daya haruslah berada pada nilai yang tinggi agar saat penerimaan di RX, nilai SNR masih dapat mencapai nilai optimal setelah mengalami redaman pada jalur transmisi. Nilai optimal SNR yang seharusnya terhitung menunjukkan angka yaitu :

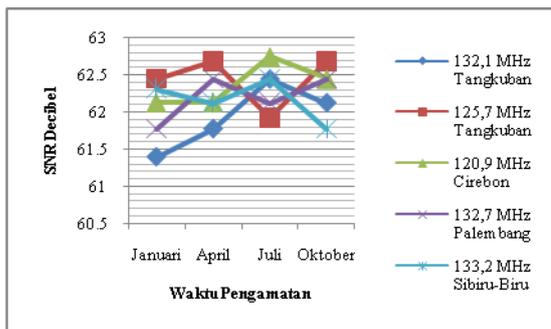
1. Output power sebelum cavity = 100 W
2. Output power setelah cavity = Output power sebelum cavity - Losses Cavity 3 dB = 100 W - (Pout sebelum cavity x 0,5) = 100 W - (100 W x 0,5) = 100 W - 50 W

$$\begin{aligned}
 &= 50 \text{ W} \\
 3. \quad &P_{\text{Sinyal TX}} \text{ dB} && \text{Power} \\
 &= 10 \log_{10} (\text{Watt}) \\
 &= 10 \log_{10} (50) \\
 &= 16.99 \text{ dB} \\
 4. \quad &P_{\text{B}} \text{ (pada TX)} && \text{SNR}_d \\
 &= P_{\text{sinyal}} - P_{\text{noise}} \\
 &= 16.99 - (-44) \\
 &= 60.99 \text{ dB} \\
 5. \quad &P_{\text{SNR}_{\text{dB}}} \text{ saat pemancaran} \\
 &= \text{SNR}_{\text{dB}} \text{ (pada TX)} + \text{Gain Transmitter } 5 \text{ dB} \\
 &= 16.99 + 5 \\
 &= 65.99 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Dalam perhitungan nilai SNR yang didapat pada transmitter sudah berada pada nilai optimal *margin* SNR yaitu dalam kualifikasi *outstanding* yang mempunyai nilai 29,0 dB keatas. Nilai SNR tersebut akan dikuatkan kembali oleh gain antenna 5 dB sehingga SNR yang terhitung saat pemancaran mempunyai nilai sebesar 65.99 dB. Nilai SNR yang tinggi pada saat pemancaran bertujuan agar kualitas sinyal suara yang dipancarkan berada pada kondisi optimal karena saat melalui media transmisi akan terdapat redaman oleh faktor media transmisi yang berpengaruh, sehingga saat penerimaan sinyal suara di RX nilai SNR yang diterima masih dalam batas *margin* SNR bernilai *outstanding*.

Setelah dipancarkan oleh antenna, nilai SNR akan diterima oleh RX secara langsung. Penurunan nilai SNR pada RX hanya akan disebabkan oleh faktor interferensi yang muncul pada saat komunikasi, noise pada perangkat komunikasi di RX serta faktor media transmisi. Perhitungan noise yang terdapat pada media transmisi, perangkat RX serta besarnya interferensi yang terdapat pada lingkungan akan terhitung secara otomatis oleh perangkat RX secara langsung.

Dari data nilai SNR yang didapat maka dapat dibuat grafik kinerja sistem komunikasi *ground to air* pada daerah pemantauan ACC dengan menggunakan VHF-ER seperti yang ditunjukkan pada gambar grafik dibawah ini :



Gambar 4.2 Grafik perbandingan SNR transmitter VHF-ER

Dari grafik Gambar 4.2, perbandingan SNR TX diatas maka dapat ditarik analisa permasalahan yaitu :

1. Semakin besar nilai SNR, maka semakin baik kinerja suatu sistem, namun jika semakin kecil nilai suatu SNR maka dapat diartikan kualitas sistem transmisi dalam kondisi yang tidak optimal.
2. SNR berada pada kondisi stabil pada penggunaan transmitter VHF-ER di daerah Cirebon yang ditunjukkan dengan peningkatan sebesar 0.62 pada nilai yang optimal serta penurunan nilai SNR yang tidak terlalu drastis.
3. SNR berada pada kualitas kurang baik ditunjukkan pada penggunaan transmitter VHF-ER di daerah Sibiru-biru, dimana peningkatan nilai SNR tidak terlalu optimal namun mengalami penurunan drastis sebesar 0.67 dB pada nilai minimum di pengamatan terakhir.

4. Urutan kestabilan peningkatan kinerja SNR dari yang teroptimal sampai dengan yang terendah dimulai dari : 120.9 MHz Cirebon, 132.7 MHz Palembang, 132.1 MHz Tangkuban, 125.7 MHz Tangkuban, dan 133.2 MHz Sibiru-biru.
5. SNR berada pada titik tertinggi atau menunjukkan nilai terbesar pada penggunaan transmitter VHF-ER di daerah Cirebon pada waktu pengamatan bulan Juli 2011 yaitu sebesar 62.75 dB.
6. SNR berada pada titik terendah atau menunjukkan nilai terkecil pada penggunaan transmitter VHF-ER di daerah Tangkuban pada waktu pengamatan bulan Januari 2011 yaitu sebesar 61.4 dB.
7. Nilai akhir SNR yang diterima oleh perangkat RX berada pada SNR *margin outstanding* pada range nilai SNR 67.75 dB keatas dengan nilai *reliability* sistem 99.999 %.
8. Dapat disimpulkan kinerja sistem komunikasi *ground to air* pada daerah pemantauan ACC memiliki performa sistem yang optimal dalam setiap perangkat disetiap sektor, hal ini ditunjukkan dengan perbandingan nilai hasil pengukuran output perangkat yang lebih besar dibandingkan dengan nilai hasil perhitungan sesuai ketentuan sistem.
9. Faktor-faktor yang membuat nilai SNR pada komunikasi suara menjadi optimal adalah :
 - a. Daya sinyal suara pada saat pemancaran harus besar (maksimal) untuk mengcover seluruh bagian pada daerah jangkauan yang luas.
 - b. Daya noise pada keseluruhan sistem harus bernilai lebih rendah dibandingkan daya sinyal informasi yang dipancarkan.
10. Sistem yang berkaitan dengan pengoptimalisasian kinerja sistem komunikasi radio Air Traffic Controller (ATC) pada daerah pemantauan Area Control Center (ACC) Bandara Soekarno Hatta antara lain adalah :
 - a. Modulasi suara dari user/sumber informasi/ATC. Modulasi suara ini bergantung pada frekuensi, kekuatan dan harmonisasi suara manusia.
 - b. Penguatan perangkat dalam sistem transmisi.
 - c. Faktor modulasi berpengaruh pada kebulatan suara yang akan dipancarkan agar suara yang diterima tidak mengalami kondisi *over modulation* atau *low modulation*.
 - d. *Attenuation* pada sistem transmisi.
 - e. Sensitivitas dari perangkat *receiver*.
11. Masalah yang sering muncul dalam kinerja sistem komunikasi radio *Air Traffic Controller* (ATC) pada daerah pemantauan *Area Control Center* (ACC) Bandara Soekarno Hatta adalah :
 - a. Lemah/kecilnya suara dari ATC yang diterima oleh pilot.
 - b. *Noise*
 - c. *Delay* yang *over time*
 - d. *Interferensi* pada RX
12. Cara yang ditempuh untuk mengatasi permasalahan yang muncul pada sistem komunikasi radio *Air Traffic Controller* (ATC) pada daerah pemantauan *Area Control Center* (ACC) Bandara Soekarno Hatta adalah :
 - a. Mengatur faktor modulasi suara yang akan ditransmisikan oleh perangkat TX.
 - b. Memperkuat pemancaran sinyal TX agar dapat mengcover seluruh wilayah ACC, karena semakin kuat daya sinyal maka semakin jauh jarak jangkauan penerimaan.
 - c. Memperkecil *losses* yang ada pada sistem dengan cara penerapan karakteristik baik perangkat maupun pentransmisi informasi pada ruang lingkup yang tidak terlalu dipengaruhi oleh faktor *noise*, *delay* dan *interferensi*.

V. PENUTUP

Kinerja sistem komunikasi radio *Air Traffic Controller* (ATC) pada daerah pemantauan *Area Control Center* (ACC) Bandara Soekarno Hatta haruslah memiliki nilai yang optimal dalam setiap bagian sistem transmisinya agar keandalan dalam proses navigasi udara dapat berjalan sesuai ketentuan dan regulasi yang berlaku guna mengoptimalkan kecepatan, keakuratan serta keselamatan para pengguna jasa transportasi udara.

2.1 Kesimpulan

Setelah mengamati data output pemancaran dan juga parameter-parameter yang berpengaruh didalam kinerja sistem komunikasi radio *Air Traffic Controller* (ATC) pada daerah pemantauan *Area Control Center* (ACC) Bandara Soekarno Hatta, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kinerja sistem komunikasi radio *Air Traffic Controller* (ATC) pada daerah pemantauan *Area Control Center* (ACC) Bandara Soekarno Hatta bertujuan untuk menganalisis keandalan sistem transmisi informasi yang diterima oleh pilot untuk navigasi penerbangan.
2. Hasil analisa menunjukkan bahwa, pengoptimalisasian kinerja sistem komunikasi radio *Air Traffic Controller* (ATC) pada daerah pemantauan *Area Control Center* (ACC) Bandara Soekarno Hatta berada dalam performa SNR *outstanding* dengan *reliability system* bernilai 99.99%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jerry C. Whitaker. *Radio Frequency Transmission System Design and Operation*. McGraw-Hill Book Co., Singapore, 1991.
- [2] Roger L. Freeman. *Telecommunications Transmission Handbook*. John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1998.
- [3] Telkom Speedy. SNR margin and line attenuation. Diakses dari http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/SNR_Margin_dan_Line_Attenuation, 1 Juni 2012.
- [4] *Garex 220 system maintenance course voice communication control system*, Navia Aviation a Company in the navia group.
- [5] *OTE D100 Series Radio Equipment*. Technical Handbook, MAN-0257 / 01.01, A Finmeccanica Company., Genova, Italy, 2010.
- [6] Meter Reading VCCS Garex 220 Level. Dokumen teknis. PT. Angkasa Pura II. Tangerang, 2011.
- [7] Meter Reading Transmitter VHF-ER. Dokumen teknis, PT. Angkasa Pura II. Tangerang, 2011