

# ALE ARCHIPELAGO ENGINEERING 2019

Fakultas Teknik Universitas Pattimura

ISSN: 2620-3995



# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
KAMPUS POKA AMBON  
10 APRIL 2019

*Berbenah dalam Tantangan Revolusi Industri 4.0  
di Bidang Teknologi Kelautan-Kepulauan  
Menuju Tahun Emas 2020*

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
AMBON

2019



**PROSIDING**  
**SEMINAR NASIONAL**

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
KAMPUS POKA AMBON  
10 APRIL 2019

*Berbenah dalam Tantangan Revolusi Industri 4.0  
di Bidang Teknologi Kelautan-Kepulauan  
Menuju Tahun Emas 2020*

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
AMBON  
2019**

## SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarakatuh,  
Salam Sejahtera.

Marilah kita panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga kegiatan Seminar Nasional ke -2 Archipelago Engineering 2019 dengan tema **“BERBENAH DALAM TANTANGAN REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DI BIDANG TEKNOLOGI KELAUTAN KEPULAUAN MENUJU TAHUN EMAS 2020”** dapat terselenggara dengan baik dan lancar.

Atas nama Keluarga Besar Fakultas Teknik Unpatti, perkenankan saya menyampaikan Selamat Datang di Kampus Fakultas Teknik kepada Bapak Prof. Adi Suryosatyo dari Universitas Indonesia, Bapak Dr. I Made Ariana, ST., MT. dari ITS dan dan Ibu Cathy Garden dari Selandia Baru sebagai *Keynote Speakers*, para pemakalah dan peserta dari luar Universitas Pattimura guna mengikuti seminar ini.

Saya menyambut gembira karena kegiatan Seminar ALE 2019 ini mendapatkan perhatian yang besar dari para dosen di lingkup Fakultas Teknik Unpatti sehingga lebih dari 40 makalah akan dipresentasikan dalam seminar ini. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak dan Ibu para pemakalah. Saya yakin bahwa dari seminar ini akan menghasilkan ide-ide, konsep-konsep, teknik-teknik dan terobosan–terobosan baru yang inovatif dan bersinergi dengan pengembangan pola Ilmiah Pokok Unpatti terutama di bidang Kelautan Kepulauan.

Seminar ini terselenggara dengan baik karena dukungan dari berbagai pihak, khususnya para sponsor dan kontribusi dari pemakalah dan peserta. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Secara khusus, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Panitia Penyelenggara atas jerih payah, kerja keras, ketekunan dan kesabarannya dalam mempersiapkan dan menyelenggarakan seminar ini sehingga dapat berjalan baik, lancar dan sukses.

Akhirnya, melalui seminar ini, marilah kita senantiasa perkuat dan perluas jejaring serta kerjasama antar sesama dosen sebagai pendidik, peneliti dan pengabdikan kepada masyarakat dalam mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi guna membangun bangsa dan negara tercinta.

Ambon, 10 April 2019  
Dekan Fakultas Teknik Unpatti,



**Dr. Ir. W. R. Hetharia, M.App.Sc**

## **SUSUNAN PANITIA PELAKSANA 2019**

Dr. Novitha L. Th. Thenu, ST., MT  
Nikolaus Titahelu, ST, MT  
Dr. Debby R. Lekatompessy, ST., MT  
Ir. W. M. E. Wattimena, MSc  
Danny Pailin Bunga, ST, MT  
Ir. Latuhorte Wattimury, MT  
N. Maruanaya, SH  
Ir. H. C. Ririmasse, MT  
Ir. John Latuny, MT, PhD

## **SEKSI SEMINAR ALE 2019**

W. M. Rumaherang, ST., MSc, PhD  
D. S. Pelupessy, ST, MSc, PhD  
Prayitno Ciptoadi, ST, MT  
Benjamin G. Tentua, ST, MT  
Mercy Pattiapon, ST, MT  
Meidy Kempa, ST, MT

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI .....	iii
SUSUNAN PANITIA PELAKSANA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
 <i>Teknik Perkapalan, Teknik Transportasi Laut</i>	
E. R. de FRETES : .....	1
<b>Analisa Parametrik Channel Flow pada Lambung Kapal Cepat untuk Memperoleh Wake Maksimum. Studi Kasus: Kapal Cepat Rute Ambon Wayame</b>	
SONJA TREISJE A. LEKATOMPESSY: .....	6
<b>Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan Terhadap Kualitas Hasil Pengelasan</b>	
OBED METEKOHY : .....	9
<b>Analisa Pengaruh Karakteristik Teknis Desain Terhadap Proses <i>Setting</i> Kapal Pukat Cincin di Maluku</b>	
HELLY S. LAINSAMPUTTY : .....	15
<b>Analysis Of Principle Dimension And Shape Of Purse Seiners In Ambon Island</b>	
WOLTER R. HETHARIA, A. FENINLAMBIR, J. MATAKUPAN, F. GASPERSZ: .....	20
<b>Pengaruh Dimensi Terhadap Parameter Stabilitas Kapal-Kapal Penumpang Kecil Material FRP</b>	
LEKATOMPESSY DEBBY R, SOUMOKIL RUTH P, RIRIMASSE HEDY C. : .....	26
<b>Analisa Response Dinamik Pada Sambungan Konstruksi Kapal Kayu Berdasarkan Tipe Mesin Yang Digunakan</b>	
EDWIN MATATULA: .....	31
<b>Studi Pemilihan Jenis Alat Angkut Bahan Bakar Minyak Wilayah Kepulauan</b>	
MONALISA MANUPUTTY : .....	39
<b>Pengaruh Getaran Dan Kebisingan Terhadap Kelelahan Kerja Pada Awak Kapal Ikan Tipe <i>Pole And Line</i></b>	
 <i>Teknik Sistem Perkapalan</i>	
ABDUL HADI, B. G. TENTUA : .....	45
<b>Algoritma Simulasi Numerik Getaran <i>Dirrect Inline Harmonical Cam Follower</i> Pada <i>Valve Train Manifold</i> Motor Diesel</b>	
DANNY S. PELUPESSY : .....	52
<b>Studi Karakteristik Momen Torsi Akumulator Pegas Untuk Penggerak Langkah (Step-Drives)</b>	
JACOB D. C. SIHASALE, JERRY R. LEATEMIA : .....	57
<b>Analisis Penempatan Lokasi Station AIS (Automatic Identification Sistem) Di Ambon Guna Mendukung Monitoring ALKI (Alur Laut Kepulauan Indonesia) III Secara Maksimal</b>	
LATUHORTE WATTIMURY : .....	64
<b>Tinjauan Analisa Kerja Signal AF dan RF Terhadap Kinerja Peralatan Pemancar Dan Penerima Stasiun Radio Pantai Distrik Navigasi Ambon</b>	
MESAK FRITS NOYA, ABDUL HADI : .....	72
<b>Studi Eksperimental Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah</b>	

NOVITHA L. TH. THENU : .....	78
<b>Pemisahan Sinyal Bunyi Dari <i>Microphone Array</i> Dengan Menggunakan Metode <i>Blind Source Separation - Independent Component Analysis</i> Untuk Memantau Kondisi Poros Retak</b>	
PRAYITNO CIPTOADI : .....	83
<b>Pengaruh Variasi Diameter Pipa Isap Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal</b>	
<i>Teknik Mesin, Teknik Informatika, Teknik Elektro</i>	
ANTONI SIMANJUNTAK, JOHANIS LEKALETTE : .....	87
<b>PLTS di Pulau Osi dan Permasalahannya</b>	
BENJAMIN GOLFIN TENTUA, ARTHUR YANNY LEIWAKABESSY : .....	95
<b>Studi Eksperimental Sifat Mekanis Tarik dan Bending Komposit Serat Empulur Sagu</b>	
JANDRI LOUHENAPESY, SEFNAT J. ETWAN SARWUNA : .....	102
<b>Analisa Kinerja Rem Cakera Akibat Modifikasi Kaliper Roda Belakang Terhadap Keselamatan Pengendara Sepeda Motor</b>	
NICOLAS TITAEHELU, CENDY S. E. TUPAMAHU: .....	108
<b>Analisis Pengaruh Masukan Panas pada Oven Pengering Bunga Cengkeh Terhadap Karakteristik Perpindahan Panas Konveksi Paksa</b>	
W. M. RUMAHERANG : .....	115
<b>Evaluasi Karakteristik Energy Torque Converter Berdasarkan Pengaruh Rasio Putaran Terhadap Koefisien Torsi dan Efisiensi</b>	
ELVERY B. JOHANNES : .....	121
<b><i>Indexing</i> pada Sistem Penalaran Berbasis Kasus Menggunakan Metode <i>Complete-Linkage Clustering</i></b>	
SAMY J. LITILOLY, NICOLAS TITAEHELU : .....	128
<b>Laser Semikonduktor GaAs Jenis Double Heterojunction Sebagai Sumber Cahaya dalam Komunikasi Optik</b>	
<i>Teknik Industri</i>	
ALFREDO TUTUHATUNEWA : .....	135
<b>Model Agile Supply Chain Industri Perikanan di Kota Ambon</b>	
AMINAH SOLEMAN : .....	141
<b>Analisis Beban Kerja Mental Dan Fisik Karyawan Pada Lantai Produksi Dengan Metode Nasa-Tlx Dan <i>Cardiovascularload</i></b>	
DANIEL B. PAILLIN, JOHAN M TUPAN, RIZKI ANGGRAENI UTAMI PUTRI : .....	147
<b>Penerapan <i>Algoritma Differential Evolution</i> untuk Penyelesaian Permasalahan <i>Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)</i>. (Studi Kasus: PT. Paris Jaya Mandiri)</b>	
MARCY L. PATTIAPON, NIL EDWIN MAITIMU : .....	154
<b>Perencanaan Produksi Kerajinan Kulit Kerang Mutiara dengan Menggunakan Metode Agregat di Kota Ambon</b>	
J. M. TUPAN : .....	158
<b>Desain Pemasaran Online Berbasis Web untuk Pemasaran Produk Kerajinan Kerang Mutiara di Kota Ambon. (Studi Kasus: Pondok Mutiara)</b>	
NIL EDWIN MAITIMU, MARCY L. PATTIAPON : .....	167
<b>Penerapan <i>Economic Order Quantity (EOQ)</i> Guna Menganalisa Pengendalian Persediaan Bahan Baku Daging Buah Pala pada Usaha Kecil Menengah (UKM) Hunilai di Dusun Toisapu Desa Hutumuri</b>	
RICHARD A. de FRETES : .....	172
<b>Pengembangan Komunitas Pesisir Di Kecamatan Leitimur Selatan dengan Memanfaatkan Kearifan Lokal</b>	

MOHAMMAD THEZAR AFIFUDIN, ARIVIANA LIENTJE KAKERISSA : .....	179
<b>Aplikasi Pendekatan N-Stage untuk Masalah Pengrutean dan Penjadwalan Truk-Tunggal di Daerah Kepulauan. (Studi Kasus pada Koperasi Unit Bersama Negeri Booi, Saparua)</b>	
W. LATUNY : .....	186
<b>Memprediksi Harga Jual Rumput Laut Kering Pada Tingkat Petani Dengan Data Mining</b>	
IMELDA CH. POCERATU : .....	200
<b>Implementasi Ekoteologi dalam Pencegahan Pencemaran Lingkungan Laut di Pasar Arumbai Ambon</b>	
 <i>Teknik Sipil, Perencanaan Wilayah &amp; Kota</i>	
A. KALALIMBONG : .....	209
<b>Tinjauan Hasil Peningkatan Saluran Suplesi Geren Meten Pulau Buru</b>	
S. G. M. AMAHEKA, FUAD H. OHORELLA, JESICA NAHUMURY : .....	215
<b>Analisis Biaya Operasnal Kendaraan di Kota Ambon</b>	
MEIDY KEMPA : .....	222
<b>Kajian Tentang Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Gedung di Kota Ambon : Peringkat Faktor &amp; Solusi Penanggulangannya</b>	
SAMMYLES G. M. AMAHEKA, ARIVIANA L. KAKERISSA: .....	229
<b>Pengaruh Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Biaya Proyek Konstruksi Bangunan Gedung di Kota Ambon</b>	
PIETER TH. BERHITU : .....	236
<b>Model Stuktural Aspek Peran Zonasi dan Masyarakat dalam Pengelolaan Pesisir Kota Ambon Berkelanjutan</b>	
 <i>Tambahan</i>	
RIKHARD UFIE, ROY R. LEKATOMPESSY, ZICO MARLISSA: .....	243
<b>Kaji Kapasitas Pendinginan Ikan dengan Menggunakan Es dalam Kemasan Plastik</b>	
FELLA GASPERSZ, ABDUL DJABAR TIANOTAK, RUTH P. SOUMOKIL: .....	248
<b>Kajian Kualitas Kelas Awet Limbah Batang Kulit Pohon Sagu Sebagai Material Alternatif Bangunan Kapal</b>	
ABDUL DJABAR TIANOTAK, H. C. RIRIMASSE, ELVERY B. JOHANNES: .....	252
<b>Uji Kelayakan Ekonomis Pengembangan Fasilitas Bongkar Muat dan Turun Naiknya Penumpang di Pelabuhan Hurnala Maluku Tengah</b>	
H. C. RIRIMASSE, ABD. DJABAR TIANOTAK, ELVERY B. JOHANNES : .....	257
<b>Penentuan Sistim Trasportasi Unggulan Di Kawasan Pengembangan Ekonomi Terpadu (Kapet) Seram Provinsi Maluku</b>	
BILLY J. CAMERLING : .....	261
<b>Pemilihan Alternatif Bahan Bakar Mesin Pembangkit PLTD Menggunakan Metode Value Engineering</b>	

*Kelompok Bidang Kajian:*

TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

# TINJAUAN ANALISA KERJA SIGNAL AF DAN RF TERHADAP KINERJA PERALATAN PEMANCAR DAN PENERIMA STASIUN RADIO PANTAI DISTRIK NAVIGASI AMBON

**Latuhorte Wattimury**

e-mail: [latutron@yahoo.com](mailto:latutron@yahoo.com)

Staff Pengajar Fakultas Teknik Universitas Pattimura - Ambon

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi modern sekarang ini, kenavigasian terus mengadakan evaluasi terhadap sarana telekomunikasi pelayaran yang disesuaikan dengan kemajuan teknologi. Peralatan pesawat radio yang digunakan, diisyaratkan untuk menggunakan *Global Maritime Distress and Safety System* (GMDSS). GMDSS adalah suatu paket keselamatan yang disetujui secara Internasional dan terdiri dari prosedur keselamatan, jenis-jenis peralatan, protocol-protokol komunikasi yang dipakai untuk meningkatkan keselamatan dan mempermudah saat penyelamatan kapal, perahu, ataupun pesawat terbang yang mengalami kecelakaan.

Kapal laut sangat disarankan memakai radio VHF *Digital Selective Calling* (DSC). Kapal-kapal yang memiliki bobot mati antara 300-500 GT disarankan tapi tidak diwajibkan untuk menggunakan GMDSS, namun kapal-kapal diatas 500 GT diwajibkan menggunakan peralatan yang mendukung GMDSS.

Dalam kenyataan sehari-hari, proses penerimaan ataupun pengiriman informasi, sering menjadi terganggu dengan waktu delay atau kurang responsnya peralatan system GMDSS. Secara teknis kurang responsnya system GMDSS antara *Transmitter* dan *Receiver* itu berarti kurang respon signal AF dan RF yang dipekerjakan didalam peralatan system dimaksud. Signal AF maupun RF bekerja tidak kelihatan karena menggunakan media perantara udara, yang dipengaruhi oleh kondisi kelembaman akibat perbedaan cuaca. Dari penelitian yang dilakukan dengan sampel yang mewakili (3) tiga kondisi yakni, Cuaca Panas, mendung dan Hujan, diperoleh hasil bahwa: untuk kondisi cuaca mendung atau hujan dengan temperature rata-rata  $26^{\circ}$  C, diperoleh time delay 7,5 detik sementara untuk cuaca panas dengan temperature rata-rata  $31,12^{\circ}$  C, time delay sebesar 4,404 detik. Perbedaan cuaca inilah yang mempengaruhi kinerja system navigasi yang menggunakan Frekuensi AF dan RF.

**Kata Kunci:** VHF, DSC, GMDSS, AF, RF, Transmitter, Receiver

## I. PENDAHULUAN

NAVIGASI adalah sarana keselamatan pelayaran perhubungan laut yang meliputi Bidang kerja Kolompok Kapal Negara, Kelompok ETP (Elektonika Telekomunikasi Pelayaran), Kelompok Perbengkelan, Kelompok SBNP (Sarana Bantu Navigasi Pelayaran), Kelompok Pengamatan Laut.

Perkembangan teknologi modern sekarang ini, kenavigasian terus mengadakan evaluasi terhadap sarana telekomunikasi pelayaran yang disesuaikan dengan kemajuan teknologi. Peralatan pesawat radio yang digunakan, diisyaratkan untuk menggunakan *Global Maritime Distress and Safety System* (GMDSS). GMDSS adalah suatu paket keselamatan yang disetujui secara Internasional dan terdiri dari prosedur keselamatan, jenis-jenis peralatan, protocol-protokol komunikasi yang dipakai untuk meningkatkan keselamatan dan mempermudah saat penyelamatan kapal, perahu, ataupun pesawat terbang yang mengalami kecelakaan.

Kapal laut sangat disarankan memakai radio VHF *Digital Selective Calling* (DSC). Kapal-kapal yang memiliki bobot mati antara 300-500 GT disarankan tapi tidak diwajibkan untuk

menggunakan GMDSS, namun kapal-kapal diatas 500 GT diwajibkan menggunakan peralatan yang mendukung GMDSS.

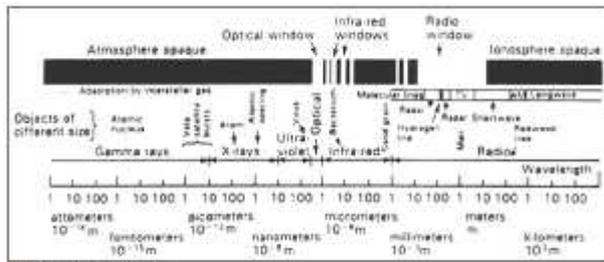
Dalam kenyataan sehari-hari, proses penerimaan ataupun pengiriman informasi, sering menjadi terganggu dengan waktu delay atau kurang responsnya peralatan system GMDSS. Secara teknis kurang responsnya system GMDSS antara *Transmitter* dan *Receiver* itu berarti kurang respon signal AF dan RF yang dipekerjakan didalam peralatan system dimaksud. Signal AF maupun RF bekerja tidak kelihatan karena menggunakan media perantara udara, yang dipengaruhi oleh kondisi kelembaman akibat perbedaan cuaca. Itulah sebabnya perlu diteliti sejauh mana pengaruh perbedaan cuaca terhadap kinerja peralatan system Navigasi yang ada.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Dasar-Dasar Propagasi Gelombang Radio

Gelombang radio termasuk keluarga radiasi elektromagnetik meliputi infra merah (radiasi panas), cahaya tampak (*visible light*), ultraviolet, sinar-X, dan bahkan panjang gelombang gamma yang lebih pendek dan sinar kosmik. Gelombang

elektromagnetik berasal dari interaksi antara medan listrik dan medan magnet (Reed, 2004: 20.1). Pembagian spektrum gelombang elektromagnetik dapat di lihat pada gambar dibawah ini :



Sumber: John D, 1988: 10

Gambar 1. Spektrum elektromagnetik

Menurut John (1988: 8-10) Nilai panjang gelombang berhubungan dengan frekuensi  $f$  dan kecepatan gelombang  $v$ , dimana kecepatan gelombang bergantung pada media. Dalam kasus ini medianya adalah ruang bebas (*free space/vacuum*).

$$= v / f \tag{2}$$

dimana :  $v = c$  (ruang bebas) =  $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Gambar dibawah ini menunjukkan hubungan antara panjang gelombang dan frekuensi pada  $v = c$  sesuai dengan banyak jenis frekuensi yang ada pada Gambar 3 diatas.

Tabel. 2.1

PEMBAGIAN BAND FREKUENSI RADIO

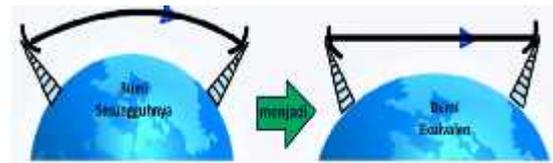
Frekuensi	Panjang Gelombang	Nama Band
30-300 Hz	10 - 1 Km	ELF (extremely low frequency)
300-3000 Hz	1 Km - 100 km	
1-10 kHz	100 - 10 km	VL F (very low frequency)
30-300 kHz	10 - 1 km	LF (low frequency)
300-3000 kHz	1 km - 100 m	MF (medium frequency)
3-30 MHz	100 - 10 m	HF (high frequency)
30-300 MHz	10 - 1 m	VHF (very high frequency)
300-3000 MHz	1 m - 10 cm	UHF (ultra high frequency)
3-30 GHz	10 - 1 cm	SHF (super high frequency)
30-300 GHz	1 cm - 1 mm	EHF (Extremely high frequency)
300-1000 GHz	1 mm - 100 μm	
Frekuensi	Panjang Gelombang	Nama Band menurut IEEE
1-3 GHz	30 - 15 cm	L
2-4 GHz	15 - 7.5 cm	S
4-8 GHz	7.5 - 3.75 cm	C
8-12 GHz	3.75 - 2.5 cm	X
12-18 GHz	2.5 - 1.67 cm	Ku
18-27 GHz	1.67 - 1.11 cm	K
27-40 GHz	1.11 - 7.5 cm	Ka
40-300 GHz	7.5 - 1.0 mm	mm

Sumber: John D, 1988: 10

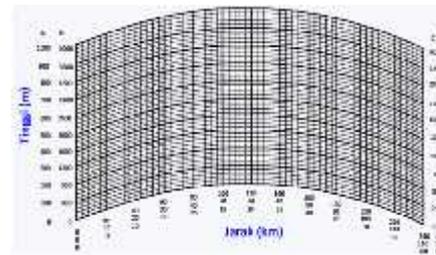
## 2.2. Gelombang Ruang Bebas (*Free Space*)

### A. Pembiasan (*Refraction*) oleh Atmosfir Bumi

Pada atmosfer bumi terjadi pembiasan gelombang sekitar 18 km dari permukaan bumi di daerah khatulistiwa dan sampai sekitar 8 dan 11 km di daerah kutub selatan dan utara. Untuk itu radius bumi diubah disesuaikan demikian hingga kelengkungan relatif antara gelombang dan bumi tetap seperti yang ditunjukkan Gambar 2. Radius kelengkungan bumi yang telah disesuaikan dengan perbandingan antara radius efektif bumi dan radius bumi yang sesungguhnya disebut dengan faktor K. Pada kondisi atmosfer normal, dalam perhitungan radius bumi ekuivalen biasanya digunakan  $K = 4/3$



Gambar 2. Radius efektif bumi



Gambar 3. Profil lintasan (*path profile*) dengan  $K = 4/3$

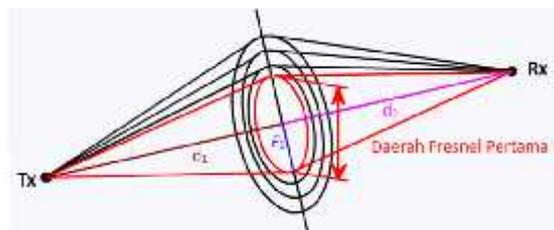
### B. Propagasi *Line of Sight* (LOS)

Propagasi gelombang pada frekuensi diatas 30 MHz memanfaatkan gelombang langsung dan gelombang pantul oleh permukaan bumi. Gambar dibawah ini merupakan gambaran dari propagasi *Line of Sight* (LOS).



Gambar 4. Daerah Freshnel di sekitar lintasan langsung

Pada propagasi LOS terdapat daerah yang harus dan wajib terhindar dari halangan, daerah itu disebut dengan daerah *fresnel* (*fresnel zone*). Seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Pemetaan daerah-daerah Freshnel

Berdasarkan Gambar 5 dan keterangan di atas,  $F_1$  disebut sebagai radius daerah *Freshnel* pertama, yang dirumuskan dengan (Aswoyo, 2006: 101) :

$$F_1 = 17,3 \sqrt{\frac{d \cdot \lambda}{f(d+d)}}$$

Keterangan :

$F_1$  : Radius daerah Freshnel pertama (m)

$f$  : Frekuensi kerja (GHz)

$d$  : Jarak antara Tx dengan halangan (km)

$d_2$  : Jarak antara Rx dengan halangan (km)  
 $d$  :  $d_1+d_2$  = Jarak antara Rx dengan halangan (km)

### C. Redaman pada ruang bebas (*free space loss*)

Redaman LOS berharga rata-rata sama dengan redaman ruang bebas. Dalam perhitungan redaman lintasan dianggap tetap sehingga untuk LOS adalah (Aswoyo, 2006: 101):

$$L_p = 32,5 + 20 \log d \text{ (km)} + 20 \log f \text{ (MHz)}$$

### 2.3 Difraksi (*Diffraction*) dan Hamburan (*Scattering*)

#### A. Difraksi oleh Penghalang (*Knife Edge Diffraction*)

Difraksi adalah kemampuan gelombang untuk berbelok setelah mengalami benturan dengan penghalang. Misalkan difraksi oleh bukit, pohon, bangunan dan lain-lain sulit sekali dihitung, akan tetapi perkiraan redamannya dapat diperoleh dengan mengingat harga-harga ekstrim yang disebabkan oleh difraksi rintangan tajam yang menyerap sempurna (*Knife Edge Diffraction*).

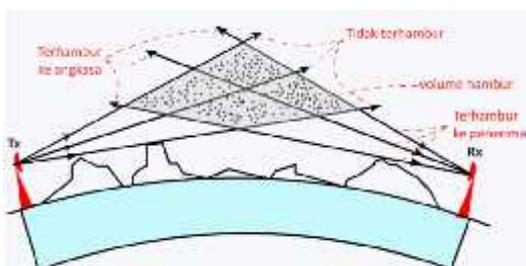


Gambar 6. Difraksi pada penghalang

#### B. Hamburan oleh Troposfir (*Troposphere Scatter*)

Sistem komunikasi radio yang menggunakan sifat hamburan gelombang elektromagnetik oleh partikel-partikel troposfir yang disebut sistem tropo atau *thin line troposcattering system*. Jaraknya berkisar 200 – 800 km dan frekuensi yang dipakai yaitu 300 – 30.000 MHz berada di daerah UHF dan SHF (Aswoyo, 2006: 105):

Berikut ini adalah gambar mekanisme *troposcattering*.

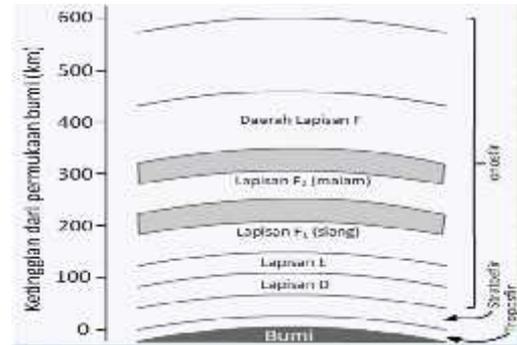


Gambar 7. Mekanisme hamburan oleh troposfir.

## 2.4 Gelombang Langit (Sky Wave)

### A. Ionosfir

Ionosfir tersusun dari 3 (tiga) lapisan, mulai dari yang terbawah yang disebut dengan lapisan D, E dan F. Sedangkan lapisan F dibagi menjadi dua, yaitu lapisan F1 dan F2 (yang lebih atas), seperti Gambar 8.



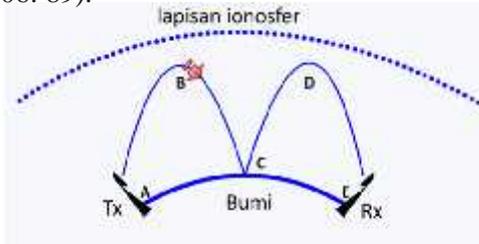
Gambar 8. Lapisan ionosfir

1. Lapisan D terletak sekitar 40 km – 90 km. Ionisasi di lapisan D sangat rendah, karena lapisan ini adalah daerah yang paling jauh dari matahari. Lapisan ini mampu membiaskan gelombang-gelombang yang berfrekuensi rendah. Frekuensi-frekuensi yang tinggi, terus dilewatkan tetapi mengalami redaman.
2. Lapisan E terletak sekitar 90 km – 150 km. Lapisan ini, dikenal juga dengan lapisan *Kenelly-Heaviside*, seperti nama penemunya. Setelah matahari terbenam, pada lapisan ini terjadi penggabungan ion-ion menjadi molekul-molekul, namun kecepatannya lebih rendah dibandingkan lapisan D, dan baru bergabung seluruhnya pada tengah malam. Lapisan ini mampu membiaskan gelombang dengan frekuensi lebih tinggi dari gelombang yang bisa dibiaskan lapisan D, yakni hingga frekuensi 20 MHz.
3. Lapisan F terdapat pada ketinggian sekitar 150 km – 400 km. Selama siang hari, lapisan F terpecah menjadi dua, yaitu lapisan F1 dan F2. Level ionisasi pada lapisan ini sedemikian tinggi dan berubah dengan cepat seiring dengan pergantian siang dan malam. Pada siang hari, bagian atmosfer yang paling dekat dengan matahari mengalami ionisasi yang paling hebat. Karena itu, lapisan ini terionisasi relatif konstan setiap saat. Lapisan F bermanfaat sekali untuk transmisi jarak jauh pada frekuensi tinggi dan mampu membiaskan gelombang pada frekuensi hingga 30 MHz.

### B. Propagasi Gelombang dalam Ionosfir

Pada frekuensi tinggi atau daerah HF, yang mempunyai ranges frekuensi 3 – 30 MHz, gelombang dapat dipropagasikan menempuh jarak yang jauh

akibat dari pembiasan dan pemantulan lintasan pada lapisan ionosfer. Gelombang yang berpropagasi melalui lapisan ionosfer ini disebut sebagai gelombang ionosfer (*ionospheric wave*) (Aswoyo, 2006: 89).



Gambar 9. Propagasi Gelombang Ionosfir

## 2.5. GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety Sistem*)

*Global Maritime Distress and Safety System* (GMDSS) adalah merupakan salah satu kemajuan teknologi penting dalam komunikasi radio untuk mencapai system komunikasi yang lebih efektif, cepat dan layak untuk menangani tekanan matitim dan keamanan komunikasi di laut.

Pada system ini, normalisasi informasi yang terkandung dalam pesan marabahaya dan keselamatan menyediakan data yang diperlukan untuk lokalisasi yang tepat dari kapal pada kondisi rusak atau pada kondisi membutuhkan layanan bantuan penyelamatan

Sistim GMDSS dalam melakukan komunikasi menggunakan frekuensi VHF, MF, HF, dan Digital Selective Calling (DSC). Sistem ini menggunakan panggilan otomatis untuk memantau panggilan kapal ke pantai, pantai ke kapal, atau kapal ke kapal. Untuk jangkauan terbatas dari setiap sistim komunikasi radio, beberapa wilayah operasional dan untuk system komunikasi perairan, telah ditetapkan beberapa batasan koneksi lokasi atau zona yang meliputi:

- Zona A1 dekat dengan pantai jangkauannya (sekitar 25-30 mil).
- Zona A2 Navigasi dengan jangkauan MF-DSC, termasuk zona A1 (sekitar 250 mil).
- Zona A3 Navigasi termasuk zona A1, A2 dan daerah kutub ( $>70^{\circ}$ ), dengan HF-DSC dan jangkauan INMARSAT.
- Zona A4- polar,  $>70^{\circ}$  N,  $>70^{\circ}$  S.

Adapaun kelengkapan operasional yang harus dimiliki Oleh sebuah layanan komunikasi yang menggunakan sistem GMDSS antara lain meliputi :

- Radio kisaran mercusuar bagi lokalisasi kapal rusak
- Radar transponder
- Navtex transmitter
- VHF portable

- Stasiun radio VHF dengan DSC (Digital Selective Calling)
- Stasiun radio HF dengan DSC (Digital Selective Calling)
- Stasiun radio MF dengan DSC (Digital Selective Calling)



Gambar 10. Antena tower Pemancar) pada Stasiun Radio Pantai Navigasi Ambon



Gambar 11. Peralatan Sistem GMDSS (Navtex, DSC, Pasolink, Rack Control) Navigasi Ambon

## 2.6. Pesawat Pemancar JRS-108

JRS-108 dirancang sebagai pemancar telegraf dioperasikan dalam sebuah band MF 405-535 kHz. Dan dapat mengirim signal pada enam frekuensi yang deprogram dalam tiap 100Hz dalam kisaran ini. Pemancar ini menyediakan output 1kW PEP + 0.0 5dB, dan dapat dioperasikan di CW. MCW dan mode FSK emisi.

Pemancar ini dapat dioperasikan secara kontinyu. Selain itu, dapat dioperasikan tanpa awak. Hal ini dapat dikontrol secara local dan remote. JRS-108 mempunyai 50-ohm impedansi keluaran RF, dan ini dibangun untuk dapat berhubungan dengan signal parallel remote control. Juga, pemancar ini dapat dihubungkan ke antena jenis "T"  $R_a = 10-20\text{ohm}$ . Ca 1000-1600 pF oleh opsinal NFG-3 *Antena Matching Unit*.

JRS-108 terdiri Control unit, Exciter unit, dan Power Amplifier unit ke rak cabinet, dan unit ini dapat dikeluarkan kearah depan oleh pengguna. JRS-108 mengadopsi Fase untuk Amplitudo Modulation (AM), system untuk memproses sinyal transmisi RF dalam modus diaktifkan.

Power Amplifier ini memiliki sirkuit output matching yang sesuai dengan impedansi beban RF dan mengurangi urutan harmonic yang lebih tinggi yang terkandung dalam sinyal output. *The Exciter* menghasilkan sebuah sinyal RF oleh sitem PTAM dan mentransmisikan frekuensi oleh sirkuit frekuensi synthesizer. Juga, Exciter ini memiliki modulator untuk mengkonversi sinyal shifted tone ( $1700 \pm 85\text{Hz}$ ) yang diberikan dari sitem eksternal ke frekuensi pemancar dalam mode FSK. Control unit yang menggunakan prosesor mikro mengesekusi control operasi pemancar, operasi tampilan status dan pengoperasian cek oleh program pengujian. JRS-108 ini disediakan dengan rangkaian alarm yang berfungsi ketika AC tegangan utama. DC arus suplai untuk Power Amplifier, suhu dari Power Amplifier modul, dan VSWR dari RF beban yang berlebihan sehingga dapat melindungi pemancar.

## 2.7. Prinsip Operasi

JRS-108 didesain sebagai transmitter telegraph yang dapat diprogram untuk 6 frekuensi yang masuk pada jangkauan 405 kHz ke 535 kHz, dan outputnya 1kW. Transmitter memiliki mode FSK untuk tambahan mode CW dan MCW. Mode FSK dioperasikan oleh nada geser  $1700\text{Hz} \pm 85\text{Hz}$  dihasilkan dari eksternal system. Untuk tujuan ini transmitter ini di lengkapi dengan sirkuit AF FSK yang menghasilkan sinyal nada geser  $1700\text{Hz} \pm 85\text{Hz}$ . Transmitter ini juga dilengkapi dengan sirkuit interface untuk control remote, sirkuit pelindung dan test program untuk memeriksa operasi transmitter.

Sirkuit RF dari pemancar MF JRS-108 1kW terdiri dari sebuah Exciter dan sebuah Power Amplifier. Gambar 18 menunjukkan blok diagram sirkuit RF. Exciter menghasilkan signal RF termodulasi oleh sinyal DC dan sebuah sinyal nada geser dan terdiri dari RF oscillator, FSK Mixer dan Modulator. Exciter juga dilengkapi dengan generator FSK untuk mendapatkan output FSK dari sinyal DC. Power Amplifier memperkuat output RF dari exciter ke nilai daya output. Power Amplifier terdiri dari Draiver Amplifier, Power Amplifier, Power Combiner dan sirkuit matching output. Pemancar JRS-108 menggunakan *Metode Phase To Amplitudo Modulation* untuk menghasilkan sebuah sinyal RF.

## 2.8. Pesawat Pemancar JRS-713

JRS-713 adalah pemancar HF Single sideband (SSB) yang digunakan untuk layanan maritime atau layanan penerbangan atau layanan telekomunikasi

tetap. Pemancar ini bekerja dalam kisaran 1.6000 MHz hingga 29.9999 MHz dengan 100Hz tingkatan yang dihasilkan oleh frekuensi di Exciter. Pemancar ini memancarkan 1 kW, dengan Power puncak (PEP) output -0,5 dB dengan mode SSB upper side band suppressed carrier, reduced carrier dan full carrier. Dan beroperasi juga dalam mode CW juga tersedia dalam Mode Frekuensi Shift Keying (FSK) dalam mode SSB suppressed carrier dengan menggunakan frekuensi audio tombol shift (AFSK) sinyal yang diterapkan oleh system eksternal. Pemancar ini memiliki penguat daya ditengah cabinet, exciter Unit bagian atas dan remote interface di bawah.

### A. Unit Exciter

Unit Exciter ini menghasilkan sinyal SSB/ISB dengan transmisi frekuensi yang dikehendaki. Exciter ini terdiri dari pembangkit sinyal, frekuensi converter, EFB controller, dan panel display.

Input dari sinyal AF dan sinyal modulasi AF, sinyal generator menghasilkan output sinyal RF termodulasi dengan frekuensi 455 kHz sebagai sinyal pembawa (*carrier signal*). Generator sinyal terdiri dari rangkaian control gain otomatis (AGC) dan rangkaian control daya otomatis (APC), yang mencegah over modulasi dan over drive yang diakibatkan oleh tingkat input AF yang berlebihan.

Converter memiliki frekuensi synthesizer dengan PLL multi-loop, yang menghasilkan frekuensi pembawa VHF yang digunakan untuk konversi frekuensi. Sebuah Kristal osilator dengan kestabilan yang tinggi digunakan untuk menghasilkan frekuensi standar, untuk memastikan stabilitas yang tinggi dari frekuensi transmisi. Frekuensi Konverter mengubah sinyal output RF 455 kHz dengan sinyal generator transmisi menjadi frekuensi transmisi yang dikehendaki berkisar dari 1,6 hingga 29.9999 MHz dalam 100Hz tingkatan. Konversi dalam band VHF jadi tidak memerlukan adjustment dan tuning.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat diskriptif / tinjauan kasus, dimana semua data yang diambil di lapangan, dianalisa melalui evaluasi terhadap kinerja peralatan dalam kaitannya dengan teknik pengambilan data melalui tiga (3) teknik pengumpulan data antara lain :

#### 1. Metode Observasi yakni:

Peninjauan langsung kelapangan, untuk mengukur, melihat, serta mempersiapkan cara pengambilan data melalui peralatan yang ada.

#### 2. Metode Interview/wawancara yakni:

Mengambil langsung informasi serta data-data teknis tentang peralatan Navigasi dari peralatan maupun melalui Kepala Bagian Teknik dan Stafnya serta petugas operator Radio pada Stasiun Navigasi.

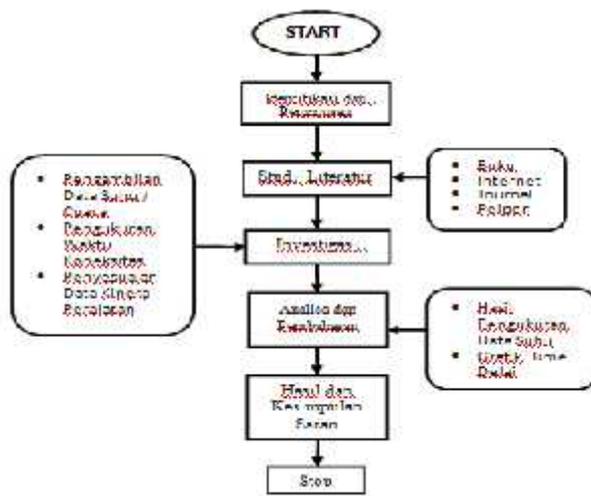
### 3. Metode Kepustakaan yakni:

Menerapkan berbagai kajian teori yang ada kaitannya dengan problem, untuk selanjutnya dapat dianalisa dan bisa memberikan solusi terhadap problem delay yang dialami system komunikasi pada kantor Navigasi Propinsi Maluku ini.

Selanjutnya proses analisa data penelitian ini dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi parameter-parameter apa saja yang mendukung sehingga terjadi kurang responsive nya signal AF dan RF pada pesawat radio, maupun pada perangkat system navigasi yang ada.
2. Meninjau dasar teoritis yang ada serta menganalisa berbagai kemungkinan terjadinya kurang responsif sinyal AF dan RF pada pesawat radio.
3. Melakukan pengambilan data time delay pada frekuensi operasional penerimaan informasi dari peralatan system radio yang ada untuk berbagai kondisi cuaca baik cuaca mendung, Hujan maupun Panas terik.

Secara sistematis langkah-langkah penelitian ini dalam bentuk flow chart sebagai berikut :



Gambar 3.1.Flow Chart penelitian

## IV. PEMBAHASAN

### 4.1. Kondisi Peralatan Navigasi

#### A. Data Pesawat Radio Pada Stasiun Darat

- Jenis Pesawat Pemancar: JRC 713 (Japan Radio Co.,ltd)
- Panjang Gelombang : Sesuai Frekuensi yang dipakai
- Jangkauan Frekuensi : 1,6 MH – 29 MH
- Daya Pemancar : 1 Kilo Watt
- Tipe Antena : Inverter L
- Panjang Antena : Disesuaikan karena pakai Ant Matching
- Jenis Antena : Kawat Tembaga
- Tegangan : 220 Volt 3 Fase

#### B. Data Pesawat Radio Pada Stasiun Bergerak

- Jenis Pesawat Penerima : Tipe Icom Samyung
- Daya Pancaran : 150 Watt
- Jangkauan Pancaran : Tergantung besar Frekuensi
- Jenis Antena : Shake Speare 393 dan Dipole
- Panjang Gelombang : Tergantung Frekuensi
- Tegangan : 12 Volt DC

#### 4.2. Data Koneksitas Peralatan Sistem Pemancar Navigasi Ambon.

Dari hasil pengukuran waktu koneksitas komunikasi pada system pemancar stasion navigasi Waihaong Ambon, untuk berbagai kondisi perubahan cuaca, diperoleh data dalam 3 kategori cuaca yakni;

- Waktu koneksitas untuk cuaca hujan
- Waktu koneksitas untuk cuaca mendung
- Waktu koneksitas untuk cuaca panas / Cerah

Adapun untuk memastikan rata-rata waktu koneksitas system pemancar yang ada di peralatan system navigasi Ambon, diambil keterwakilan waktu pagi, waktu siang dan waktu malam selama lima (5) hari full untuk masing-masing kondisi cuaca. Keterwakilan waktu tersebut meliputi; waktu pagi dihitung dari jam 08.00 Wit s/d 11.00 Wit, keterwakilan waktu siang diambil dari jam 12.00 Wit s/d jam 17.00 Wit dan waktu malam dihitung dari jam 19.00 Wit s/d jam 03.30 Wit. Keseluruhan penentuan waktu ini diberlakukan untuk tiga (3) kategori perubahan cuaca yakni : kondisi cuaca hujan, kondisi cuaca mendung dan kondisi cuaca panas atau cerah, yang diberlakukan selama 5 hari dengan kondisi yang sama, selama 3 bulan.

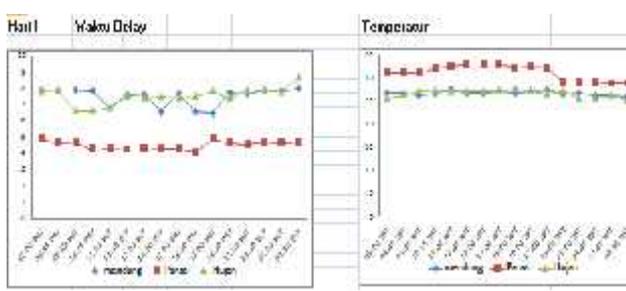
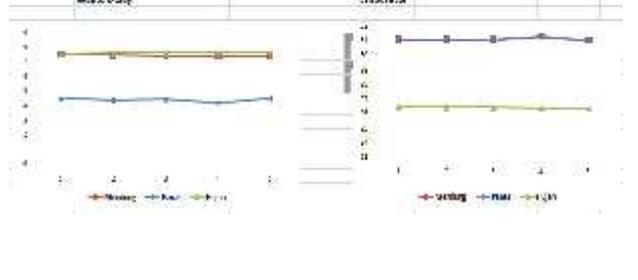
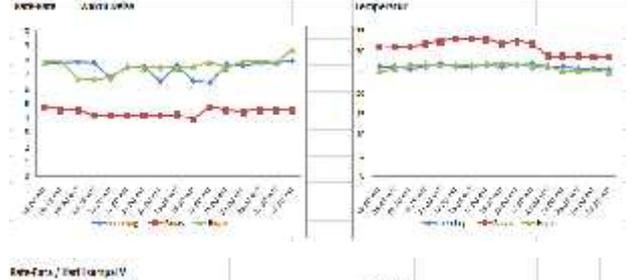
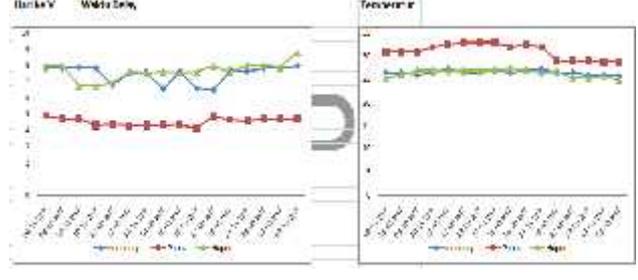
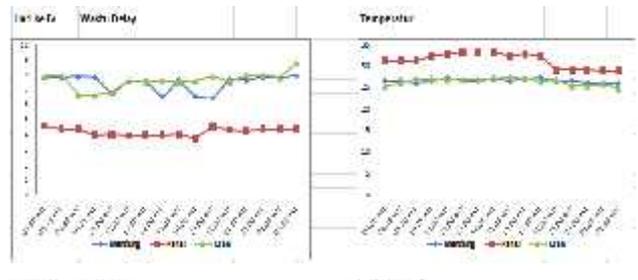
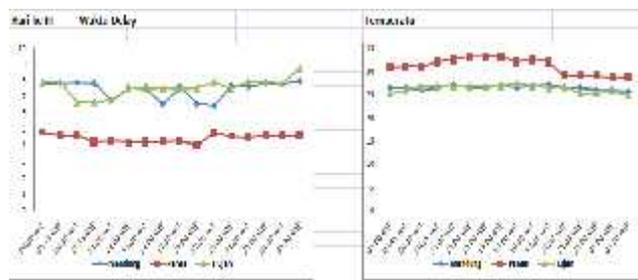
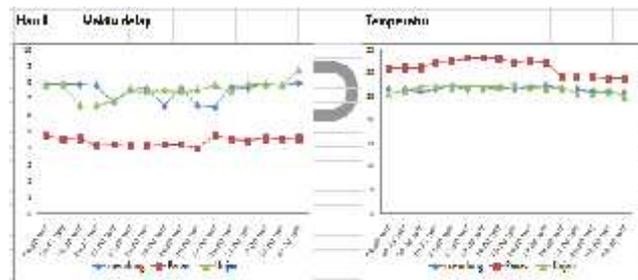
Hasil dari pengambilan data yang amati mewakili lima (5) hari perubahan cuaca dan 3 kategori penentuan waktu tersebut dapatlah dilihat melalui Tabel dan grafik hasil olahan pengambilan data sebagai berikut :

**Tabel: 4.1.** Pengamatan Time Delay Sistem Koneksitas Stasiun Navigasi Ambon

Cuaca	Bul	Bul		Bul		Bul		Bul		Rata Rata
		Tempo								
Mendung	10/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	11/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	12/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	13/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
14/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	
	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	
	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
15/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	
	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	
	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
Rata Rata	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	

Cuaca	Bul	Bul		Bul		Bul		Bul		Rata Rata
		Tempo								
Mendung	16/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	17/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	18/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	19/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
20/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	
	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	
	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
Rata Rata	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	

Cuaca	Bul	Bul		Bul		Bul		Bul		Rata Rata
		Tempo								
Mendung	21/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	22/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	23/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	24/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00
		09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00
		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
25/01/19	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	08.00	
	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	09.00	
	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
Rata Rata	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	



**V. KESIMPULAN**

1. Cuaca bisa mempengaruhi system koneksi peralatan pemancar sebuah stasiun yang menggunakan Frekuensi RF dan AF sistem.

2. Besar time delay koneksitas peralatan system Navigasi Ambon 4,40425 detik. untuk cuaca panas dengan temperature rata-rata mencapai 31,121 ° C.
3. Untuk Cuaca mendung ataupun hujan temperature rata-rata diperoleh sekitar 26°, dengan time delay koneksitas mencapai sekitar 7,5 detik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anne Ahira (2012), *Metode Penelitian Deskriptif*, Idtesis.Com, Google.Com Indonesia.
- Aswoyo, Budi. (2006), *Antena Dan Propagasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Bruce R. Elbert (2004), *The Satellite Communication Application Handbook*, Artech House.Inc, Boston London
- Conrad Dixon (1992), *Simple Navigation*, Ashford,Buchan & Enright, Publishers Leatherhead, Great Britain.
- Constantine A. Balanis (1997), *Antenna Theory*, Jhon Wiley & Sons.Inc, New York, Chicherter, Brisbane, Toronto, Singapore.
- David Burch (1986), *Emergency, Navigation*, Airlife Publishing Ltd, Enggland
- John D, Kraus.1988. *Antennas: Series In Electrical Engineering*, 2<sup>th</sup> Edition. New York: Mcgraw-Hill.
- John Watney (1992), *Boat Electrics*, David & Charles, Great Britain
- Joseph N. Pelton, Robert J. Oslund, Peter Marshall (2004), *Communications Satellites Global Change Argents*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, New Jersey London.
- JRC/TCC Joint Venture (June 2009), *Pelatihan Sistem Gmdss*, Directorate General Of Sea Trasportation Maritime Telecommunication System Development Project (IV).
- Reed, Dana G, Dkk (Eds). (2004), *The Arrl Handbook: For Radio Communication*. 82<sup>nd</sup> Edition. Newington: The ARRL, Inc.