



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - EE 184801

**DESAIN LINK RADIO KOMUNIKASI FREKUENSI TINGGI
DENGAN METODE *NEAR VERTICAL INCIDENCE*
*SKYWAVE (NVIS)***

Geordano Vincenzo
NRP 07111745000054

Dosen Pembimbing
Prof. Ir. Gamantyo Hendranto, M.Eng., Ph.D.
Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - EE 184801

**HIGH FREQUENCY RADIO LINK COMMUNICATION
DESIGN WITH NEAR VERTICAL INCIDENCE SKYWAVE
(NVIS) METHOD**

Geordano Vincenzo
NRP 07111745000054

Supervisors

Prof. Ir. Gamantyo Hendrantoro, M.Eng., Ph.D.
Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Electrical Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tugas akhir saya dengan judul “**Desain Link Radio Komunikasi Frekuensi Tinggi Dengan Metode *Near Vertical Incidence Skywave* (NVIS)**” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2019

Geordano Vincenzo
07111745000054

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**DESAIN LINK RADIO KOMUNIKASI FREKUENSI TINGGI
DENGAN METODE NEAR VERTICAL INCIDENCE SKYWAVE
(NVIS)**


TUGAS AKHIR


Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Prof. Ir. Ganiantyo H, M.Eng. Ph.D
NIP. 1970111199303 1002


Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT.
NIP. 19610903 198903 1001



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DESAIN LINK RADIO KOMUNIKASI FREKUENSI TINGGI
DENGAN METODE *NEAR VERTICAL INCIDENCE SKYWAVE*
(NVIS)

Nama : Geordano Vincenzo
Dosen Pembimbing I : Prof. Ir. Gamantyo Hendranto, M.Eng., Ph.D.
Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT.

ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia sehingga rawan dengan terjadinya bencana alam, termasuk gempa bumi. Untuk mengatasi permasalahan komunikasi pada keadaan darurat tersebut maka dibutuhkan sistem komunikasi yang dapat diandalkan. Sistem komunikasi frekuensi tinggi adalah komunikasi radio (*High Frequency* atau HF) dengan rentang frekuensi 3 – 30 MHz telah dikembangkan sejak tahun 1950 – 1960. Sistem komunikasi ini dapat merambat melalui propagasi *skywave* dengan memanfaatkan lapisan ionosfer. Dengan menggunakan gelombang HF, komunikasi dapat dilakukan hingga jarak ribuan kilometer. Gelombang HF dapat dipropagasikan dengan tiga model propagasi yaitu *Groundwave*, *Skywave*, dan *NVIS*. Propagasi *NVIS* memanfaatkan lapisan ionosfer dengan sudut elevasi sebesar 65° – 90° untuk memantulkan gelombang radio tersebut. Propagasi menggunakan propagasi ionosfer memiliki banyak gangguan. Kondisi ionosfer berubah – ubah sepanjang waktu sehingga memerlukan perhitungan untuk dapat memprediksi kondisi ionosfer. Desain link komunikasi dan perhitungan *link budget* diperlukan untuk mengetahui daya pancar yang diperlukan serta rugi – rugi yang ada pada jalur komunikasi yang dilewati oleh gelombang radio HF tersebut. Berdasarkan perhitungan, didapatkan daya terima sebesar 11 Watt dan simulasi yang dilakukan menggunakan perangkat lunak Proplab didapat propagasi *NVIS* dengan sudut elevasi sebesar 78.9° dengan frekuensi kerja pada 7 MHz dan penguatan sebesar 10.4 dB.

Kata kunci : komunikasi HF, link budget, simulasi, proplab

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

HIGH FREQUENCY RADIO LINK COMMUNICATION DESIGN
WITH NEAR VERTICAL INCIDENCE SKYWAVE (NVIS)
METHOD

Name : Geordano Vincenzo
Supervisor I : Prof. Ir. Gamantyo Hendratoro, M.Eng., Ph.D.
Supervisor II : Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT.

ABSTRACT

Indonesia is the largest archipelagic country in the world that is prone to natural disasters, including earthquakes. To overcome communication problems in these emergencies, a reliable communication system is needed. The high frequency communication system is radio (High Frequency or HF) communication with a frequency range of 3 - 30 MHz which has been developed since 1950 - 1960. This communication system can propagate through skywave propagation by utilizing the ionosphere. By using HF waves, communication can be done up to a distance of thousands of kilometers. HF waves can be propagated with three propagation models namely Groundwave, Skywave, and NVIS. NVIS propagation utilizes the ionosphere with an elevation angle of 65°-90° to reflect the radio waves. Propagation using ionospheric propagation has a lot of interference. The ionosphere conditions change over time, so it requires calculations to be able to predict ionospheric conditions. The design of communication links and link budget calculations is needed to determine the transmit power needed and the losses that exist in the communication lines that are passed by the HF radio waves. Based on the calculation, the power received 11 Watt was obtained and the simulation carried out using Proplab software was obtained by NVIS propagation with an elevation angle of 78.9° with a working frequency of 7 MHz with 10.4 dB transmitter gain.

Keywords : HF Communication, link budget, simulation, proplab

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya yang telah diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Desain Link Radio Komunikasi Frekuensi Tinggi Dengan Metode Near Vertical Incidence Skywave (NVIS)**”.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan jenjang pendidikan S1 pada Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Atas selesainya penyusunan tugas akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung, khususnya kepada:

1. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa yang tak henti pada penulis dalam keadaan apapun.
2. Maria Rossita Widyaningrum dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungannya kepada penulis untuk tetap berjuang.
3. Bapak dan Ibu dosen Teknik Elektro ITS, terutama Bapak Prof. Ir. Gamantyo Hendrantoro, M.Eng., Ph.D. dan Bapak Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, pengalaman, bimbingan serta perhatiannya kepada penulis selama kuliah dan proses penyelesaian tugas akhir ini.
4. Teman-teman satu tim Komunikasi HF SISO To MIMO (Agung, Mbak Umai, Afrizal, Irawan, Sarah dan Vina) yang telah membantu dalam pelaksanaan pengukuran ini dan memberikan pengetahuan dan arahnya sehingga pengukuran ini berhasil.
5. Teman – teman lain di Laboratorium Antenna dan Propagasi yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu atas perhatian, pengetahuan dan dukungannya yang telah diberikan kepada saya dan rekan – rekan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan buku tugas akhir ini memiliki banyak keterbatasan. Saya harap bahwa Bapak Ibu sekalian dapat memberikan kritik dan saran kepada penulis untuk perbaikan dan pengembangan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat

bagi pembaca dan mahasiswa Teknik Elektro khususnya pada bidang studi Telekomunikasi Multimedia.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sistem Komunikasi Radio HF	7
2.2 Lapisan Ionosfer	8
2.2.1 Lapisan D.....	11
2.2.2 Lapisan E	12
2.2.3 Lapisan F	12
2.3 Kendala Pada Lapisan Ionosfer	12
2.3.1 Fading	12
2.3.2 Sporadic E.....	13
2.3.3 Equatorial Spread F	13
2.4 Model Propagasi Gelombang Radio HF	14
2.4.1 Near Vertical Incidence Skywave (NVIS).....	15
2.4.2 Skip Zone	16
2.5 Antena.....	17
2.5.1. Antenna Dipole	17
2.6 Link Budget	19
2.6.1 Skywave Pathloss	21
2.7 OSI Model	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Perancangan Sistem.....	27
3.1.1 Antena.....	28

3.1.2 USRP	29
3.1.3 Octoclock.....	30
3.1.4 Antenna GPS	31
3.1.5 Low Noise Amplifier (LNA)	32
3.1.6 Kabel Coaxial	33
3.1.7 High Power Amplifier	33
3.1.8 DC Power Supply	34
3.2 Simulasi Propagasi Menggunakan Proplab	34
3.3 Cara Penggunaan Proplab	35
3.3.1 Input Parameter Utama.....	35
3.3.2 Simulasi Raytracing.....	38
3.4 Skenario Pengambilan Data dan Lokasi Uji Coba	40
BAB 4 PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISA DATA	43
4.1 Rancangan Penelitian	43
4.1.1 Penentuan Lokasi Uji Coba	43
4.1.2 Pemasangan Antena.....	44
4.2 Hasil Perhitungan	47
4.3 Tahap Simulasi	49
4.4 Tahap Uji Coba Link Komunikasi	58
4.5 Pengujian Sistem disisi Penerima.....	59
4.6 Sintesis.....	60
BAB 5 PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN A	67
LAMPIRAN B.....	68
LAMPIRAN C.....	72
RIWAYAT PENULIS	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Metodologi Penelitian.....	4
Gambar 2.1 Macam-Macam Jalur Rambat Gelombang [1].....	7
Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Radio.....	8
Gambar 2.3 Lapisan Ionosfer	9
Gambar 2.4 Ilustrasi propagasi pada lapisan sporadic E	13
Gambar 2.5 Ilustrasi model propagasi NVIS.....	16
Gambar 2.6 Ilustrasi Skip zone.....	17
Gambar 2.7 Ilustrasi Antenna Dipole	18
Gambar 2.8 Ilustrasi Pola Radiasi pada antenna dipole $\lambda/2$	19
Gambar 2.9 Perhitungan jarak pancar	20
Gambar 2.10 OSI Model	25
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> metodologi penelitian	27
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Komunikasi HF	28
Gambar 3.3 Letak Antenna Dipole pada pemancar	29
Gambar 3.4 Perangkat USRP N210.....	30
Gambar 3.5 Perangkat Octoclock	31
Gambar 3.6 Antenna GPS dengan konektor SMA	32
Gambar 3.7 LNA Mini Circuit ZFL-1000LN.....	32
Gambar 3.8 Kabel Coaxial Belden RG8.....	33
Gambar 3.9 <i>High Power Amplifier</i>	33
Gambar 3.10 <i>DC Power Supply</i>	34
Gambar 3.11 Perangkat lunak Proplab-Pro	35
Gambar 3.12 Menu <i>Map Options</i> pada Proplab-Pro	35
Gambar 3.13 Parameter lokasi dan waktu serta jarak dan bearing	36
Gambar 3.14 <i>Compute MUF</i>	37
Gambar 3.15 Tampilan menu Antenna.....	37
Gambar 3.16 <i>Raytrace Signal</i>	38
Gambar 3.17 Sub Menu <i>Set Options</i>	39
Gambar 3.18 Sub Menu <i>Set Parameters & Raytrace</i>	39
Gambar 3.19 Tampilan <i>Ray-Tracing Stats</i>	40
Gambar 4.1 Link Surabaya-Malang	43
Gambar 4.2 Posisi antena AJ dan B	44
Gambar 4.3 Proses pemasangan antena penerima	45
Gambar 4.4 Posisi kedua antena penerima	46
Gambar 4.5 Pola radiasi antena pemancar dan penerima	46
Gambar 4.6 Grafik perhitungan MUF	49
Gambar 4.7 Hasil 3D <i>Raytracing</i> tanggal 11 Mei pukul 07:00 WIB ..	51

- Gambar 4.8** Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 08:00 WIB .. 51
- Gambar 4.9** Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 09:00 WIB .. 52
- Gambar 4.10** Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 10:00 WIB 52
- Gambar 4.11** Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 11:00 WIB 53
- Gambar 4.12** Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 12:00 WIB 53
- Gambar 4.13** Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 13:00 WIB 54
- Gambar 4.14** Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 14:00 WIB 54
- Gambar 4.15** Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 15:00 WIB 55
- Gambar 4.16** Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 16:00 WIB 55
- Gambar 4.17** Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 17:00 WIB 56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rincian Region pada Lapisan Ionosfer.....	10
Tabel 2.2 Jenis – jenis redaman pada propagasi <i>Skywave</i>	22
Tabel 2.3 Perhitungan <i>Skywave Pathloss</i>	23
Tabel 2.4 Parameter <i>Link Budget</i>	23
Tabel 3.1 Arti dari LED Indicator pada USRP N210	29
Tabel 4.1 Perhitungan <i>Skywave Pathloss</i> dengan menggunakan asumsi redaman tertinggi	47
Tabel 4.2 Kalkulasi <i>link budget</i>	48
Tabel 4.3 Tabel Frekuensi kerja optimal untuk link Surabaya – Malang	50

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia. Dengan luas negara sebesar 1,904,569 km², memiliki 17.504 pulau, dikelilingi oleh cincin api pasifik dan memiliki daerah perairan sebesar 4,85%. Hal ini membuat Indonesia memiliki potensi besar terjadi bencana alam. Deretan bencana alam besar pun sering singgah di Indonesia.

Di tahun 2004 bencana alam Tsunami terjadi di Aceh, tepatnya pada tanggal 26 Desember, sebuah gempa bumi dahsyat yang disertai dengan gelombang tsunami menerjang Aceh. Tragedi tersebut diawali dengan sederetan gempa bumi yang memiliki Magnitudo sebesar 9.0 Skala Richter di Samudera Hindia pada kedalaman 10 kilometer. Dengan jarak pusat gempa sejauh 149 kilometer di sebelah barat Meulaboh, gempa tersebut kemudian menyebabkan gelombang tsunami. Diketahui bahwa gempa dan gelombang tsunami ini terjadi karena pergeseran lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Korban jiwa pada peristiwa ini pun mencapai kurang lebih 170.000 orang tewas.

Pada Tahun 2006 bencana gempa bumi kembali mengguncang Indonesia, kali ini dengan kekuatan sebesar 5.9 Skala Richter di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Gempa bumi ini sempat diisukan akan disusul dengan gelombang tsunami, namun pada kenyataannya tsunami tidak terjadi. Disaat yang bersamaan, Gunung Merapi pun meletus, akibatnya bencana Yogyakarta ini pun menelan korban jiwa sebesar 5.782 jiwa lebih. Sedangkan untuk korban luka – luka mencapai 32.081 orang, serta sebanyak 390.077 rumah rusak akibat gempa.

Dan yang terbaru adalah gempa bumi di Lombok, Palu dan Donggala pada tahun 2018. Taggal 29 Juli 2018 gempa menyerang Lombok dengan kekuatan 6,4 Skala Richter. Setidaknya ada enam rangkaian kejadian gempa bumi. Korban jiwa sebanyak 16 orang dengan bangunan rusak sebanyak 10.000 lebih. BMKG juga mencatat adanya gempa bumi susulan sebanyak 585 kejadian sampai dengan pukul 07.00, 5 Agustus 2018. Disusul juga dengan tragedi tsunami Banten pada tanggal 22 Desember 2018 dengan jumlah korban jiwa sebanyak 229 orang meninggal dunia.

Telekomunikasi adalah hal terpenting yang harus didukung di dalam kondisi darurat seperti gempa bumi. Infrastruktur telekomunikasi kabel pada saat genting seperti ini tidak dapat diandalkan. Banyak sekali jaringan telepon dan serat optik yang putus akibat bencana alam. Jaringan telekomunikasi selular pun tidak dapat diandalkan karena ada kemungkinan untuk putusnya juga jaringan listrik. Melihat hal tersebut di atas, dirasa sangat penting untuk dapat membangun infrastruktur komunikasi di saat – saat darurat dengan menggunakan komunikasi radio berfrekuensi tinggi atau *High Frequency*.

Sistem komunikasi frekuensi tinggi (High Frequency atau HF) dengan cakupan frekuensi 3 – 30 MHz telah dikembangkan sejak tahun 1950 – 1960 (McNamara, 1991). Dalam penggunaan komunikasi jarak jauh, sistem komunikasi ini dapat merambat melalui propagasi skywave dengan memanfaatkan lapisan ionosfer.

1.2 Permasalahan

Adapun permasalahan yang akan dibahas dari tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana perancangan komunikasi radio HF antara Surabaya dengan Malang?
2. Bagaimana perhitungan link budget untuk komunikasi HF Surabaya – Malang?
3. Bagaimana kinerja sistem komunikasi yang dihasilkan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Penghitungan Link Budget komunikasi Surabaya - Malang
2. Menggunakan High Frequency.
3. Sistem komunikasi yang diimplementasikan terdiri dari masing – masing 1 buah antena pemancar dan 1 buah antena penerima.
4. Sistem yang direalisasikan disimulasikan dan dikalkulasi menggunakan perangkat lunak PropLab.

1.4 Tujuan

Berikut tujuan tugas akhir ini diantaranya:

1. Merancang pembangunan link komunikasi HF Surabaya - Malang

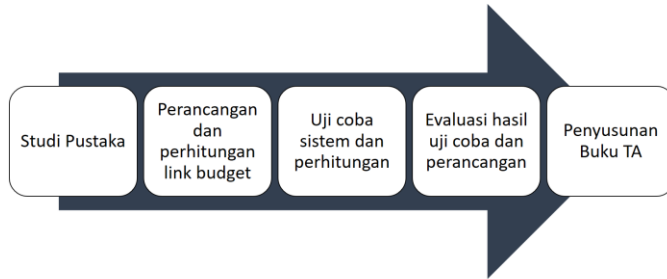
2. Memperhitungkan link budget yang dibutuhkan.
3. Menghasilkan perhitungan antara Surabaya - Malang

1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian tugas akhir ini melalui beberapa tahap seperti yang terdapat pada Gambar 1.1 antara lain:

- a. Studi Pustaka
Pada tahap awal, penulis akan menjalankan studi literatur untuk mendapatkan teori – teori dasar mengenai teknik propagasi radio berfrekuensi tinggi. Menyerap dari berbagai sumber baik itu buku, maupun sumber – sumber daring untuk memperluas dasar teori yang digunakan untuk membuat rancangan link komunikasi terkait.
- b. Perancangan dan perhitungan link budget komunikasi HF NVIS Surabaya - Malang
Setelah penulis mengumpulkan teori dari berbagai macam sumber, penulis kemudian membuat rancangan mengenai pembangunan sistem yang akan diuji. Termasuk menghitung link budget serta simulasi yang dilakukan menggunakan perangkat lunak.
- c. Uji Coba Sistem dan Perhitungan
Setelah berhasil merancang sistem pengukuran, maka selanjutnya adalah melakukan pengukuran pada *link* komunikasi Surabaya – Malang. Pemancar berada di Surabaya tepatnya di gedung B Departemen Teknik Elektro ITS, sedangkan untuk sisi penerima berada di VEDC Malang.
- d. Evaluasi Hasil Uji Coba dan Perancangan
Setelah berhasil melakukan pengukuran, maka tahap selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap hasil uji coba dan perancangan yang telah dibangun. Setelah dilakukan evaluasi maka penulis akan mengolah data kemudian membuat kesimpulan dari perancangan yang dibangun.
- e. Penyusunan Buku Tugas Akhir

Semua proses yang telah dilakukan oleh penulis mulai dari studi literatur, perancangan dan perhitungan, serta evaluasi data yang dilakukan akan dirangkum ke dalam buku Tugas Akhir.



Gambar 1.1 Metodologi Penelitian

1.6 Sistematika

Penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 Pendahuluan

Bab ini berisikan penjelasan tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan serta relevansi hasil penelitian.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan tentang dasar teori yang terkait dengan Tugas Akhir yang sedang disusun. Dalam Bab ini dijelaskan tentang sistem komunikasi *High Frequency* (HF), penjelasan mengenai lapisan ionosfer, serta perangkat – perangkat yang digunakan dalam penelitian.

BAB III Metodologi Penelitian

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang perancangan sistem komunikasi HF dengan menggunakan metode NVIS.

BAB IV Analisis Data

Bab ini membahas tentang hasil pengukuran serta pengolahan datanya. Hasil pengukuran tersebut kemudian akan dianalisa sehingga akan didapatkan rancangan link budget serta peletakan antenna yang optimal.

BAB V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil analisa penelitian yang telah dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini

1.7 Relevansi

Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan Telekomunikasi

Sistem ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengaplikasian sistem komunikasi jarak jauh menggunakan frekuensi tinggi dengan metode NVIS. Sehingga dapat digunakan pada keadaan darurat dan bencana alam.

2. Bagi masyarakat

Sebagai sarana komunikasi alternatif yang solutif untuk dapat mengakomodir kebutuhan komunikasi di saat – saat darurat dan genting terutama pada saat bencana alam dan keadaan darurat di mana sarana komunikasi lainnya seperti telepon, kabel serat optik dan seluler sudah tidak dapat digunakan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

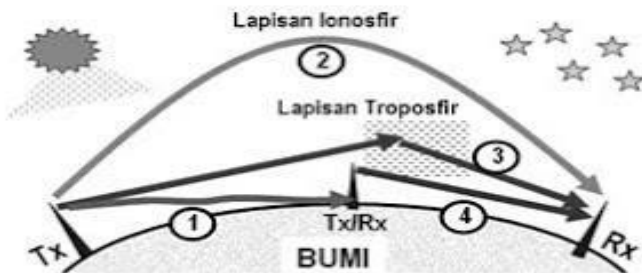
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Radio adalah sebuah sistem komunikasi yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik sebagai media perambatannya. Gelombang elektromagnetik ini berkisar dari 30 Hertz (Hz) hingga 300 Gigahertz (GHz). Sistem komunikasi radio ini membutuhkan tiga unsur penting diantaranya yaitu: *Transmitter* (pemancar), *Receiver* (penerima) dan antenna di kedua sisi, di sisi pemancar dan di sisi penerima.

Seperti yang terlihat pada gambar 2.1, propagasi gelombang radio dapat dilakukan dengan 4 cara yaitu: *Groundwave*, *Line of Sight* (LOS), propagasi lapisan troposfir dan propagasi lapisan ionosfir.

Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan radio komunikasi berjenis *High Frequency* (HF) dengan model propagasi NVIS yang dipantulkan melalui lapisan ionosfir bumi.



Gambar 2.1 Macam-Macam Jalur Rambat Gelombang [1]

2.1 Sistem Komunikasi Radio HF

Sebuah komunikasi radio diklasifikasikan sebagai sistem komunikasi radio HF ketika suatu komunikasi radio tersebut beroperasi pada rentang frekuensi 3 hingga 30 MHz. Dengan rentang frekuensi tersebut, komunikasi HF memiliki panjang gelombang sebesar 100 hingga 10 meter. Dengan panjang gelombang tersebut, sistem komunikasi HF biasa juga disebut dengan *Shortwave Radio*.

Sistem komunikasi ini banyak sekali digunakan, baik untuk kebutuhan militer, masyarakat umum dan untuk pemerintahan. Sistem komunikasi yang menggunakan frekuensi HF dapat digunakan oleh khalayak ramai untuk Ham Radio. Di seluruh dunia, terkecuali Korea

Utara memperbolehkan masyarakat untuk mengoperasikan radio amatir. Militer menggunakan frekuensi HF untuk satuan khusus. Pemerintahan menggunakan komunikasi HF salah satunya untuk kebutuhan darurat dan masih banyak penggunaan – penggunaan lainnya.

Untuk sistem komunikasi ini digunakan model propagasi ionosfer. Gelombang radio dipancarkan ke atas yang nantinya akan dipantulkan oleh lapisan ionosfer kembali ke bumi sehingga dapat diterima pada perangkat *receiver* yang berjarak jauh dengan baik.

f	λ	Band	Description
30–300 Hz	10^4 – 10^3 km	ELF	Extremely low frequency
300–3000 Hz	10^3 – 10^2 km	VF	Voice frequency
3–30 kHz	100–10 km	VLF	Very low frequency
30–300 kHz	10–1 km	LF	Low frequency
0.3–3 MHz	1–0.1 km	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	100–10 cm	UHF	Ultra-high frequency
3–30 GHz	10–1 cm	SHF	Superhigh frequency
30–300 GHz	10–1 mm	EHF	Extremely high frequency (millimeter waves)

Gambar 2.2 Spektrum Gelombang Radio

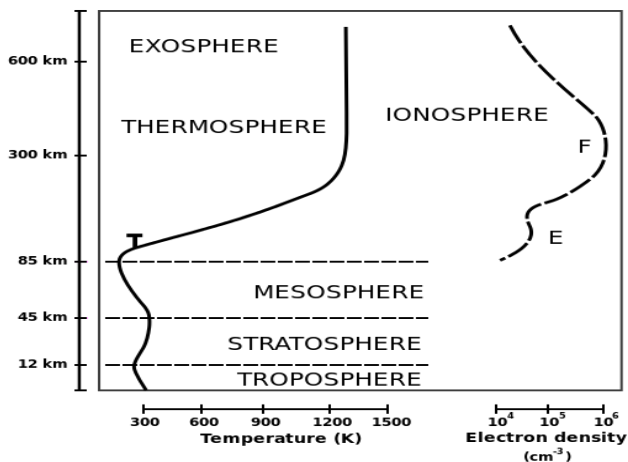
2.2 Lapisan Ionosfer

Lapisan atmosfer adalah lapisan gas yang melingkupi dan membungkus planet bumi. Terdiri dari 5 buah lapisan, (dari yang terbawah) yaitu: troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer dan eksosfer. Dan salah satu di antaranya adalah ionosfer. [2]

Ionosfer sendiri adalah lapisan atmosfer yang terionisasi oleh radiasi matahari. Lapisan ini berperan penting bagi keelektrikan atmosfer dan membentuk batas dalam lapisan magnetosfer. Fungsi utamanya adalah untuk mempengaruhi rambatan radio ke tempat yang berjarak jauh.

Pembentukannya terjadi ketika *Extreme Ultra Violet* (EUV) dipancarkan oleh matahari untuk melepaskan atom netral dari atmosfer bumi. Ketika sekumpulan foton dari EUV mengenai atom netral, energi dari EUV ditransferkan pada elektron di atom netral yang kemudian dapat terlepas dari atom – atom di sekitarnya. Atom netral tersebut kemudian menjadi bermuatan positif. Proses tersebut dinamakan proses

photoionization. Bagian atmosfer di mana ion itu terbentuk itulah yang disebut sebagai lapisan ionosfer.



Gambar 2.3 Lapisan Ionosfer

Ionosfer terletak pada ketinggian 90 – 600 km [2], lapisan ionosfer memiliki karakteristik yang berubah – ubah seiring berjalannya waktu. Karakteristik ionosfer pada pagi hingga siang hari berbeda dengan karakteristiknya pada malam hari. Hal tersebut disebabkan karena adanya perubahan posisi matahari karena pada ionosfer, matahari lah yang menyebabkan lapisan atmosfer tersebut mengalami ionisasi.

Pada pagi hingga siang hari lapisan ionosfer memiliki empat buah daerah atau *region*. *Region – region* ini adalah *region D*, *region E*, *region F1* dan *region F2*. Sementara pada malam hari ionosfer hanya memiliki *region F2* saja. Rincian mengenai *region – region* tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Rincian Region pada Lapisan Ionosfer

Region	Ketinggian Puncak (km)	Kerapatan Elektron maksimal $N_e \text{ max}$ (cm^{-3})
D	90	1.5×10^4 (siang). Pada malam hari tidak ada.
E	110	1.5×10^3 (siang). $< 1 \times 10^4$ (malam)
F1	200	2.5×10^5 (siang). Pada malam hari tidak ada.
F2	300	10^6 (siang) 10^5 (tengah malam)

Karakteristik lapisan ionosfer juga dipengaruhi oleh beberapa faktor. Yaitu waktu, musim dan posisi permukaan bumi terhadap matahari. Faktor – faktor ini membuat ionosfer memiliki banyak variasi. Variasi yang dimiliki oleh ionosfer adalah variasi siang hari, variasi musim, variasi garis lintang, variasi pernedaan hari dan variasi aktivitas matahari [2].

Variasi siang hari atau variasi diurnal adalah variasi yang disebabkan oleh adanya perubahan critical frequency di siang hari pada lapisan D, E, dan F1. Perubahan critical frequency ini bergantung dari sudut zenith matahari yang mana sudut zenith ini adalah sudut antara garis vertikal dari pengamat dengan posisi matahari.

Musim akan mengubah karakteristik ionosfer sepanjang tahun karena adanya pergantian musim dan juga dapat mengakibatkan perubahan pada sudut zenith matahari. Selain itu, perubahan juga disebabkan oleh lapisan netral atmosfer di mana ionosfer tersebut dibentuk. Contoh perubahan yang disebabkan oleh musim adalah *Critical frequency*. *Critical frequency* pada saat musim panas akan lebih tinggi dibandingkan dengan *critical frequency* pada saat musim dingin.

Critical Frequency sendiri adalah batas frekuensi yang dapat digunakan pada lapisan ionosfer tertentu dengan kerapatan elektron tertentu. Pada setiap lapisan ionosfer memiliki kerapatan elektronnya masing – masing. Dengan mengetahui kerapatan elektron pada masing – masing lapisan, maka frekuensi kritis dapat dinyatakan dengan rumus:

$$f_c = 9 \times 10^{-6} \sqrt{N_{max}} \quad (2.1)$$

f_c = frekuensi kritis (MHz)

N_{max} = Kerapatan elektron (m^3)

Variasi yang lainnya adalah variasi longitudinal atau bisa disebut juga dengan variasi garis lintang. Garis lintang pada tiap posisi kota atau lokasi berbeda – beda. Terutama pada bagian garis lintang nya. Hal ini akan mempengaruhi karakteristik pemancaran dan penerimaan.

Dan banyak lagi variasi yang lainnya seperti variasi harian dan variasi aktivitas matahari yang akan mengakibatkan berubahnya karakteristik dari pemancaran dan penerimaan radio HF.

Pemilihan frekuensi pun bisa dilakukan dengan menghitung frekuensi kritis pada lapisan tertentu yang kemudian dihitung juga untuk frekuensi maksimum yang dapat digunakan. Parameter ini biasa disebut juga dengan MUF (*Maximum Usable Frequency*). Parameter ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$MUF = f_c \cos \angle elevasi \quad (2.2)$$

MUF = Frekuensi Maksimum yang dapat Digunakan (MHz)

f_c = frekuensi kritis (MHz)

Dari kedua parameter tersebut, perancang sistem dapat menggunakan frekuensi dengan batas kritis pada frekuensi kritis f_c dan batas atas pada MUF. Namun pada sistem riil nya perancang juga harus memperhatikan peraturan perundang – undangan setempat terkait dengan regulasi alokasi penggunaan spektrum frekuensi radio.

2.2.1 Lapisan D

Lapisan D memiliki jarak 50 – 90 km di atas permukaan bumi. Jarak ini bisa semakin kecil mengikuti pijaran matahari. Di antara keempat lapisan ionosfer, lapisan D ini adalah lapisan yang memiliki kerapatan elektron paling kecil. Kerapatan elektron pada lapisan ini sebesar 1.5×10^4 pada siang hari. Untuk malam hari, lapisan D tidak ada. Menurut perhitungan frekuensi kritis di atas, lapisan D dapat memantulkan gelombang radio dengan frekuensi kritis sebesar 1.1 MHz.

2.2.2 Lapisan E

Lapisan E memiliki jarak 90 hingga 110 km di atas permukaan bumi. Lapisan ini memiliki kerapatan elektron yang lebih tinggi daripada lapisan D. Lapisan E memiliki kemampuan untuk memantulkan gelombang radio dengan frekuensi 20 MHz. Pada lapisan E ini, sinyal dapat dilakukan dua hal yaitu dipantulkan kembali ke bumi ataupun diteruskan pada lapisan F. Lapisan E memiliki dua kondisi kerapatan elektron, pada siang hari dan malam hari. Pada malam hari kerapatan elektron lapisan E mencapai 1.5×10^5 . Sedangkan untuk malam hari kerapatan elektron semakin kecil, semakin menipis hingga di bawah 1×10^4 bahkan lapisan ini dapat menghilang sama sekali.

2.2.3 Lapisan F

Pada siang hari lapisan F terbagi menjadi dua, yaitu lapisan F1 dan lapisan F2. Masing – masing memiliki jarak 110 hingga 200 km pada lapisan F1 dan 200 hingga 300 km pada lapisan F2. Lapisan F1 memiliki kerapatan elektron sebesar 2.5×10^5 . Sedangkan untuk lapisan F2 memiliki kerapatan elektron sebesar 10^6 pada siang hari dan 10^5 pada malam hari. Pembagian lapisan ini hanya terjadi pada siang hari karena pada malam hari hanya terdapat lapisan F2. Lapisan F sangat potensial untuk memantulkan gelombang radio HF 3 – 30 MHz.

2.3 Kendala Pada Lapisan Ionosfer

Ionosfer tidak dapat diprediksi bentuk perilakunya. Banyak variasi dan masalah yang ditimbulkan propagasi gelombang radio melalui lapisan ionosfer. Propagasi jenis ini memiliki banyak kekurangan dan kendala. Diantaranya yaitu: *fading*, *sporadic E*, dan *Equatorial spread F*.

2.3.1 Fading

Fading adalah sinyal level yang berulang, naik dan turun. Fading dibaca pada kedalamannya – perbedaan antara puncak dan lembahnya. Fading yang dalam sangat tidak dapat ditoleransi. Namun fading yang terjadi lambat dan dangkal masih dapat ditoleransi. Biasanya fading juga disebabkan karena adanya penumpukan frekuensi yang sama dikarenakan adanya penggabungan sinyal resultan yang memiliki variasi amplitudo, dan fase.

Pada kondisi fading yang besar, level sinyal dapat mencapai jauh di bawah level noise. Agar transmisi dapat dilakukan dengan baik, harus dipastikan bahwa level sinyal di atas level noise. Dengan kata lain harus dipastikan bahwa *fade margin* bernilai cukup besar sehingga fading yang dalam tidak mempengaruhi penerimaan sinyal.

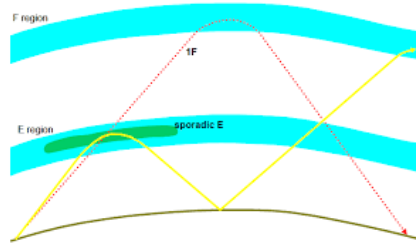
Fading dapat terjadi karena dipengaruhi empat faktor, yaitu:

- a. Pergerakan ionosfer dan perubahan jarak lintasan propagasi.
- b. Perputaran polarisasi gelombang.
- c. Variasi absorpsi ionosferik terhadap waktu.
- d. Menghilangnya sinyal sementara akibat adanya kegagalan MUF.

2.3.2 Sporadic E

E_s atau Sporadic E adalah lapisan ionosfer yang dapat mengganggu transmisi gelombang radio. Hal ini dikarenakan sifat dari lapisan Sporadic E yang tidak dapat diprediksi. Namun di lain sisi, lapisan Sporadic E merupakan reflektor yang baik untuk gelombang radio HF.

Salah satu pengaruh yang disebabkan oleh lapisan Sporadic E adalah *screening effect*. *Screening effect* adalah kejadian yang terjadi secara tiba – tiba di mana lapisan sporadic E menghalangi semua sinyal masuk ke lapisan E dan diteruskan ke lapisan F.



Gambar 2.4 Ilustrasi propagasi pada lapisan sporadic E

2.3.3 Equatorial Spread F

Pada saat matahari terbenam, posisi matahari pada daerah ekuator dan lintang bumi akan semakin merendah. Sehingga akan menyebabkan adanya anomali perilaku lapisan F yang dinamakan *Equatorial Spread F*. *Equatorial Spread F* terjadi pada malam hari ketika

persebaran lebar pulsa dipantulkan dari lapisan F meningkat secara abnormal. Karakteristik pada lokasi dengan ketinggian geomagnetik yang rendah berbeda dengan kejadian pada lokasi dengan ketinggian geomagnetik yang tinggi, maka dari itu disebut dengan *Equatorial Spread F*.

Pada saat *Equatorial Spread F* terjadi, lapisan F di dekat daerah magnetik equator menjadi tidak stabil sepanjang waktu matahari terbenam. Sebagai konsekuensinya, abnormalitas pun terjadi di dalam medan listrik dan keadatan plasma dengan ukuran skala yang lebar. Perhitungan *Equatorial Spread F* sangat penting karena hal ini akan mempengaruhi laju transmisi.

2.4 Model Propagasi Gelombang Radio HF

Propagasi adalah proses merambatnya gelombang radio. Gelombang radio menggunakan media tertentu yang merambatkan gelombang elektromagnetik dari pemancar ke penerima. Pada spektrum frekuensi HF, gelombangnya dapat dirambatkan melalui tiga macam model propagasi. Yaitu, *direct wave*, *sky wave*, *ground wave* dan serta NVIS.

Direct wave adalah model propagasi gelombang langsung yang tidak melibatkan lapisan ionosfer dan permukaan bumi. Gelombang elektromagnetik secara langsung dipancarkan dengan jalur lurus dari pemancar ke penerima. Syarat yang harus dipenuhi pada model propagasi ini adalah harus adanya *Line-of-Sight* yang artinya antara pemancar dan penerima harus dapat terlihat satu sama lain dan tidak terhalang oleh lengkung bumi, *obstacle* atau halangan seperti gedung – gedung dan lain sebagainya yang dapat memperburuk kualitas pancaran gelombang radio.

Ground wave adalah model propagasi di mana gelombang elektromagnetik dirambatkan melalui bantuan pantulan permukaan bumi. Propagasi jenis ini dapat menjangkau jarak hingga ratusan kilometer jauhnya. Gelombang elektromagnetik yang dapat menggunakan model propagasi ini adalah gelombang dengan frekuensi kerja di bawah 10 MHz. Gelombang elektromagnetik yang dipancarkan dari antenna pemancar merambat di sepanjang permukaan bumi. Jenis propagasi ini disebut juga dengan gelombang tanah atau gelombang permukaan dan jenis propagasi ini disebut propagasi gelombang tanah atau propagasi gelombang permukaan. Jenis propagasi ini dapat terjadi ketika antenna pengirim dan penerima dekat dengan permukaan bumi.

Jenis propagasi *sky wave* menyediakan komunikasi secara *single hop* atau *multihop* sebanyak maksimum 7 hop dengan jarak 15.000 kilometer. Gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh antena pemancar diterima setelah dipantulkan dari ionosfer. Propagasi *sky wave* terjadi karena refleksi internal total dari gelombang elektromagnetik oleh ionosfer (seperti yang dijelaskan pada bagian sebelumnya). Ionosfer terdiri dari ion bebas positif dan negatif yang dihasilkan karena ionisasi atom dan molekul yang ada di atmosfer.

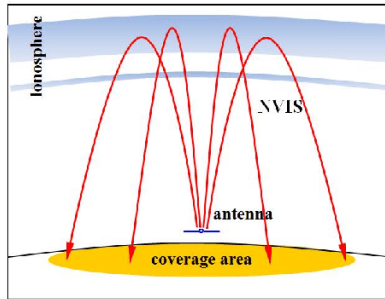
Dan yang terakhir adalah model propagasi *Near Vertical Incidence Skywave* (NVIS). Model propagasi ini juga memanfaatkan lapisan ionosfer untuk membantu memantulkan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan untuk dapat diterima dengan baik oleh penerima. Namun sudut elevasi yang digunakan sangatlah sempit. Mengingat ini adalah model propagasi *Near Vertical* yang artinya adalah nyaris tegak, maka sudut elevasi yang diperbolehkan adalah sebesar $65^{\circ} - 90^{\circ}$. NVIS akan dijelaskan pada bagian berikutnya.

2.4.1 Near Vertical Incidence Skywave (NVIS)

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, model propagasi yang digunakan pada penelitian ini memanfaatkan lapisan ionosfer untuk dapat memantulkan gelombang elektromagnetik dari pemancar ke penerima. Pada kondisi ideal, komponen *ground wave* pada gelombang radio tidak dapat digunakan pada radius di atas 80 km. Jarak ini dapat berlaku lebih rendah bergantung pada medan jalan pada kondisi aktual. *Skywave* yang seharusnya dapat dengan efektif menggunakan propagasi *skywave* tidak akan kembali ke bumi pada rentang kurang dari 161 km.

NVIS dapat membantu untuk menjangkau jarak propagasi yang sangat jauh. Berkisar hingga radius 200 mil atau setara dengan 321,869 kilometer. Maka dari itu NVIS banyak digunakan untuk menjangkau jarak komunikasi yang tidak dapat dijangkau oleh model propagasi lain seperti *Line of Sight* ataupun *groundwave* [2].

Propagasi NVIS diatur dengan polarisasi antenna horizontal, dengan ketinggian berkisar antara $1/20$ hingga $1/4 \lambda$. Jarak yang dekat dengan tanah tersebut membuat pancaran menjadi lurus ke atas. Model propagasi ini hanya dapat bekerja pada frekuensi 3-10 MHz. Dengan kabel tunggal, gain yang dihasilkan dapat berkisar di antara 3 – 6 dB. Ilustrasi propagasi NVIS dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah.



Gambar 2.5 Ilustrasi model propagasi NVIS

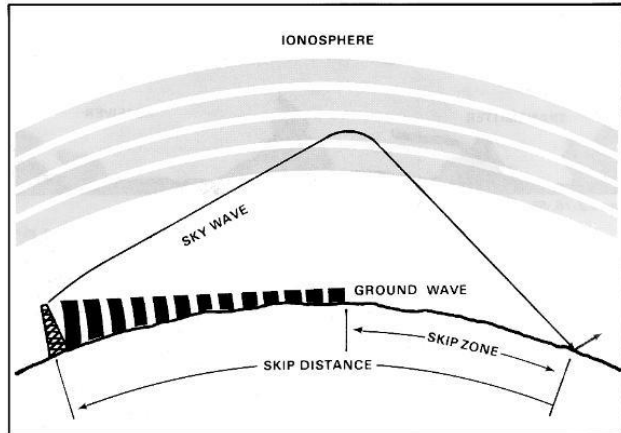
Secara teoretis, model propagasi NVIS memiliki ketentuan untuk dipropagasikan dengan sudut elevasi antara $65 - 90^\circ$. Sudut elevasi sendiri adalah sudut antara lintasan *Line of Sight* antenna dengan garis horizontal antara antenna pemancar dengan horizon. Sudut elevasi diperhitungkan dengan persamaan di bawah ini:

$$\angle \text{elevasi} = \arctan \left(\frac{\text{jarak ionosfer}}{\frac{1}{2} \text{Jarak LOS}} \right) \quad (2.2)$$

2.4.2 Skip Zone

Dengan menggunakan model propagasi NVIS, maka pada transmisi jarak jauh sinyal akan diterima dengan sudut elevasi di antara $65 - 90^\circ$. Dengan sudut elevasi tersebut maka akan terbentuk juga *skip zone*.

Skip Zone adalah zona yang dilewati oleh jalur propagasi *skywave*, termasuk NVIS. Jarak skip yang dilewati oleh sebuah jalur propagasi disebut dengan *Skip Distance*. Jika antenna penerima terletak di dalam *Skip Zone*, atau jika antenna diletakkan di dalam jarak *skip distance* maka sinyal yang dikirimkan oleh pengirim tidak akan sampai kepada penerima. Ilustrasi *Skip Zone* dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah:



Gambar 2.6 Ilustrasi Skip zone

2.5 Antena

Agar komunikasi jarak jauh ini dapat berjalan dengan lancar, maka dibutuhkan adanya alat yang dapat mengirim serta menerima sinyal dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Alat tersebut adalah antena. Antena adalah benda yang membawa sinyal informasi berupa sinyal – sinyal elektrik. Antena dipasangkan pada ujung terminal pengirim ataupun pada penerima. Seperti pada kesepakatan IEEE, bahwa antena adalah bagian dari sistem pemancar atau penerima yang dirancang untuk memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik [6].

2.5.1. Antenna Dipole

Pada penelitian ini sistem komunikasi yang dibangun menggunakan antena dipole. Baik untuk yang dipasang pada Gedung Fakultas Teknologi Elektro maupun yang dipasang pada Gedung VEDC Malang.

Antena jenis ini memiliki dua sisi yang dicatu dari satu buah *feeder* yang dihubungkan dengan balun (*Balanced – Unbalanced*) dari antena ke sisi penangkap ataupun pemancar. Salah satu contoh dari antena dipole adalah antena dipole $\lambda/2$. Ilustrasi dari antena dipole $\lambda/2$ dapat dilihat pada gambar 2.6 di bawah.



Gambar 2.7 Ilustrasi Antena Dipole

Untuk perhitungan lambda (λ) atau panjang gelombang dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini :

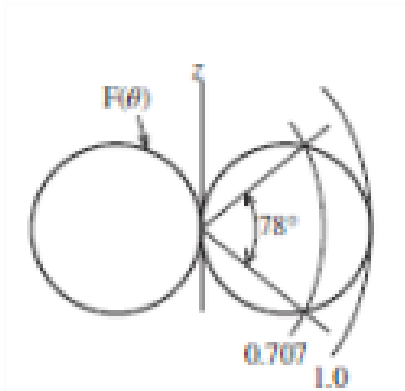
$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2.3)$$

λ = panjang gelombang (m)

c = kecepatan cahaya (3×10^8)

f = frekuensi kerja (MHz)

Antena Dipole dengan panjang $\lambda/2$ atau disebut juga dengan *Halfwave Dipole* memiliki pola radiasi seperti donat dengan ilustrasi yang dapat dilihat pada Gambar 2.7 di bawah.



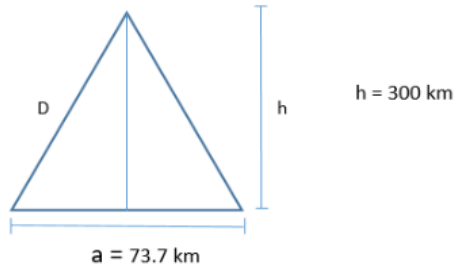
Gambar 2.8 Ilustrasi Pola Radiasi pada antenna dipole $\lambda/2$

2.6 Link Budget

Untuk merancang sebuah *link* komunikasi radio maka harus dilakukan perhitungan *link budget*. *Link Budget* adalah proses perhitungan semua daya, penguatan, dan redaman pada sebuah *link* komunikasi dari pemancar, dipropagasikan melalui sebuah media menuju pada penerima. Umumnya pada propagasi gelombang radio memiliki atenuasi atau redaman. Maka dari itu, agar dapat menentukan daya pancar yang baik untuk dapat melakukan transmisi, maka harus dilakukan perhitungan *link budget*.

Perhitungan ini dibutuhkan agar penulis dapat menentukan daya yang diperlukan untuk kebutuhan transmisi. Sehingga komunikasi dapat berjalan lancar antara pemancar dan penerima.

Pertama, penulis harus menghitung jarak lintas pancaran melalui propagasi *skywave*. Jarak lintas pancaran ini dihitung dengan memperhitungkan jarak lurus antara Surabaya dan Malang sejauh 73.7 km, sementara jarak antara tanah dengan lapisan ionosfer region F diasumsikan berjarak 300 km.



Gambar 2.9 Perhitungan jarak pancar

$$D = \sqrt{(0.5a)^2 + h^2} \quad (2.4)$$

a = Jarak lintasan lurus

h = ketinggian antara permukaan tanah dengan lapisan ionosfer region F.

$$D = \sqrt{(0.5 (73.7))^2 + 300^2}$$

$$D = 300.57 \text{ km}$$

$$d = D \times 2 \quad (2.5)$$

$$d = 601.13 \text{ km}$$

Setelah memperhitungkan jarak pancar yang dilalui oleh gelombang, maka selanjutnya adalah menghitung sudut elevasi. Sudut elevasi yang digunakan dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

$$\angle = \arctan \left(\frac{h}{\frac{1}{2}a} \right) \quad (2.5)$$

a = Jarak lintasan lurus

h = ketinggian antara permukaan tanah dengan lapisan ionosfer region F.

Dengan perhitungan tersebut di atas, didapatkan sudut elevasi sebesar 82.9642°. Parameter ini nanti akan digunakan untuk nilai input pada perangkat lunak Proplab.

2.6.1 Skywave Pathloss

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, propagasi frekuensi tinggi memerlukan ionosfer untuk dapat dipantulkan kembali ke bumi. Pada lintasannya pun banyak ditemui redaman yang mengurangi daya pancar pada transmisi radio HF. Berikut adalah parameter *skywave pathloss* pada transmisi radio HF.

Ada 6 buah parameter yang harus diamati untuk *skywave path loss* yaitu *absorption loss*, *free space loss*, *multihop ground reflection loss*, *polarization coupling loss*, *sporadic E obstruction loss* dan *horizon focus gain*.

Absorption Loss (L_a) terbentuk dari unsur deviatif dan non deviatif. Absorption loss penting untuk sistem dengan pantulan insiden vertikal dari lapisan e. yang terakhir adalah komponen penting untuk sirkuit region F jarak jauh.

Free Space Loss (L_b) adalah perhitungan redaman pada ruang hampa. Free Space Loss dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

$$L_b = 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) \quad (2.5)$$

d = Jarak tempuh gelombang (meter)

λ = panjang gelombang (meter)

Multihop Ground Reflection Loss (L_g) adalah redaman yang bergantung dari sifat konduktivitas dari bumi pada titik pantul. Nilai redaman L_g ini bernilai 1-3 dB pada tiap hop nya. Pada sistem yang sedang dirancang hanya menggunakan satu hop, maka redaman jenis ini dapat diabaikan.

Polarization Coupling Loss (L_p) adalah redaman daya yang disebabkan karena adanya perbedaan polarisasi antara gelombang yang diterima dan antenna penerima. Nilai ini bergantung pada orientasi dari sudut datang gelombang pada ionosfer yang relatif dengan medan magnet bumi.

Sporadic E Reflection Loss adalah redaman yang disebabkan oleh lapisan sporadic E. Nilai redaman berkisar antara 0 sampai dengan

1 dB. Besaran nilai redaman bergantung pada nilai frekuensi kritis pada sembarang lapisan E pada titik pantul f_oE_s .

Horizon Focus Gain adalah penguatan yang bernilai besar pada sudut elevasi rendah. Penguatan jenis ini berkisar antara 0-9 dB.

Rangkuman dari rumus, perhitungan serta rentang nilai redaman *skywave* tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini :

Tabel 2.2 Jenis – jenis redaman pada propagasi *Skywave*

Simbol	Jenis Redaman	Nilai Tipikal Redaman (dB)	Keterangan
L_a	<i>absorption loss</i>	0-20 per hop	$L_a \propto 1/f^2$
L_b	<i>free space loss</i>	50-120	$L_b = 20 \log(4\pi d/\lambda)$
L_g	<i>multihop ground reflection loss</i>	1-3 per hop	Fungsi konduktivitas dan konstanta dielektrik bumi
L_p	<i>polarization coupling loss</i>	3-6	Ionosfer membagi dua polarisasi gelombang
L_q	<i>sporadic E obstruction loss</i>	0-1	Fungsi sporadic E
G_f	<i>Horizon focus gain</i>	0-9	Sudut elevasi kecil maka gain semakin besar

Dari parameter – parameter yang dipaparkan pada tabel di atas, maka dilakukan perhitungan terhadap link budget yang dibutuhkan. Perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.3 di bawah ini:

Tabel 2.3 Perhitungan *Skywave Pathloss*

Parameter	Nama Parameter	Nilai	Keterangan
L_a	<i>Absorption loss</i>	20 dB	Bernilai sekitar 0-20 dB ($L_a \propto 1/f^2$)
L_b	FSL (<i>Free Space Loss</i>)	104,92 dB	$L_b = 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)$
L_g	<i>Multihop ground reflection loss</i>	0 dB	Bernilai antara 1-3dB/ reflection (Asumsi tidak ada reflection)
L_p	<i>Polarization coupling loss</i>	6 dB	Bernilai antara 3-6 dB 6dB digunakan untuk asumsi tertinggi
L_q	<i>sporadic E obstruction loss</i>	1 dB	<i>Function of sporadic critical frequency;</i> Bernilai antara 0-1 dB
G_f	<i>Horizon Focus Gain</i>	0 dB	Bernilai antara 0-1 dB (Asumsi tidak terjadi pengurangan horizon)
A_T	<i>Total Loss</i>	131.92 dB	$L_a + L_b + L_g + L_p + L_q + G_f$

Agar transmisi dapat berjalan dengan lancar, penulis juga harus memperhitungkan daya pancar (P_{TX}), Penguatan (Gain), serta beberapa parameter lainnya yang dibutuhkan, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.4 di bawah.

Tabel 2.4 Parameter *Link Budget*

Simbol	Nilai	Keterangan
P_{TX}	40.41 dBm	Daya pancar 11 W
LF_{TX}	0,19 dB	RG-8 Belden Loss = 1.6 dB/100m ; Panjang kabel = 12 m
LF_{RX}	0,9 dB	RG- 58 Belden Loss = 3 dB/100m

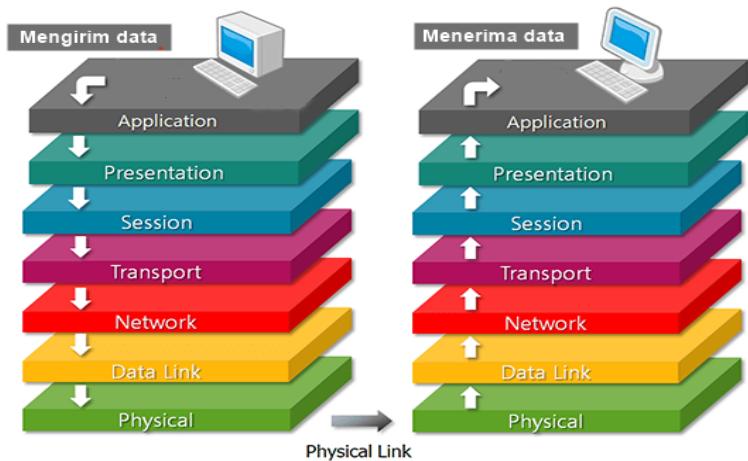
		; Panjang kabel = 30 m
G_{ATX}	5,3 dB	Gain antena pemancar
G_{ARX}	5,3 dB	Gain antena penerima
G_{RX}	20 dB	Gain LNA
A_T	131,92 dB	Total redaman skywave
P_{RX}	-86,24 dBm	Daya terima

2.7 OSI Model

Pada sistem komunikasi terdapat 7 buah lapisan atau *layer*. Lapisan – lapisan tersebut disebut juga dengan *OSI model*. Permodelan ini dikembangkan oleh *International Organization of Standardization* (ISO). [11]

Kerangka ini berisikan 7 buah lapisan OSI. Yaitu adalah *Physical Layer*, *Data-link Layer*, *Network Layer*, *Transport Layer*, *Session Layer*, *Presentation Layer*, dan *Application Layer*.

Physical Layer adalah lapisan terbawah dengan kerja untuk mendefinisikan transmisi jaringan. *Data-link Layer* berfungsi untuk menentukan bagaimana bit – bit data dikelompokkan menjadi satu frame. Lapisan ketiga adalah lapisan *Network Layer* yang berfungsi untuk mendefinisikan alamat IP, membuat *header paket*. Lapisan keempat adalah lapisan *Transport Layer*. Lapisan ini berfungsi memecah data ke dalam paket – paket tersebut sehingga dapat disusun kembali pada sisi tujuan setelah diterima. Lapisan kelima adalah lapisan *Session Layer*, lapisan ini berfungsi untuk mendefinisikan bagaimana koneksi dapat dibuat. Lapisan keenam adalah lapisan *Presentation Layer* yang berfungsi untuk mentranslasikan data ke dalam aplikasi. Dan yang terakhir adalah lapisan *Application Layer* yang berfungsi untuk menampilkan data tersebut.



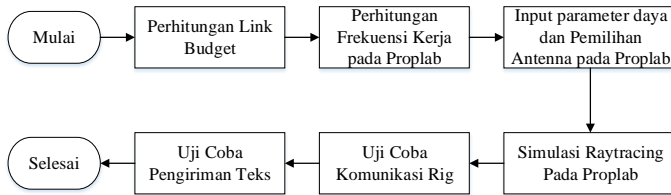
Gambar 2.10 OSI Model

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan perancangan sistem yang akan dibuat. Dari perangkat – perangkat yang dibutuhkan, instalasi sistem, simulasi serta uji coba yang dilakukan. Secara luas, proses penelitian ini dapat dilihat pada diagram alur di bawah ini :



Gambar 3.1 Flowchart metodologi penelitian

3.1 Perancangan Sistem

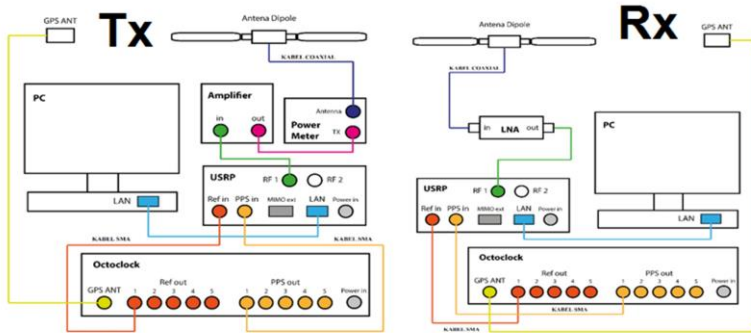
Untuk mengatasi permasalahan dan mendukung tujuan yang ingin dicapai, maka penulis membutuhkan sistem komunikasi yang sesuai. Seperti yang terlihat pada gambar 3.1, sistem yang dibangun membutuhkan beberapa unsur komponen yang harus dilengkapi, meliputi perangkat keras dan perangkat lunak.

Perangkat keras yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- Antenna Horizontal Dipole 2 buah
- USRP 2 buah
- Octoclock 2 buah
- Antenna GPS 2 buah
- Laptop 2 buah
- Kabel Coaxial dengan konektor SMA
- Kabel Coaxial RG 58
- Kabel Coaxial RG 8
- Low Noise Amplifier
- High Power Amplifier
- DC Power Supply
- Kabel LAN
- Power Meter

Perangkat lunak yang dibutuhkan adalah:

- Proplab



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Komunikasi HF

3.1.1 Antena

Seperti yang dijelaskan sebelumnya pada bab 2, bahwa antena adalah perangkat untuk meneruskan dan atau menerima sinyal elektrikal dari perangkat pemancar dan atau penerima yang dipancarkan dengan menggunakan gelombang elektromagnetik sehingga apa yang dikirimkan oleh perangkat pemancar dapat diterima dengan baik oleh penerima dan sebaliknya. Pada tugas akhir kali ini, penulis menggunakan antena berjenis dipole merk ICOM tipe MN-100.

Untuk pemancar, antena terletak di gedung AJ Fakultas Teknologi Elektro ITS (seperti terlihat pada gambar dibawah). Untuk penerima, antena diletakkan pada gedung VEDC Malang. Masing – masing memiliki koordinat -7.2849472 Lintang Selatan dan 112.7963000 Bujur Timur untuk lokasi Fakultas Teknik Elektro ITS. Untuk lokasi penerima di VEDC Malang terletak pada -7.9345611 Lintang Selatan dan 112.6629806 Bujur Timur.

Posisi peletakan antena akan diperhitungkan sedemikian rupa sehingga dapat mentransmisikan dan menerima sinyal dengan baik. Untuk tugas akhir pada kali ini perhitungan peletakan antena dilakukan dengan bantuan perangkat lunak proplab. Gunanya, untuk dapat mensimulasikan arah pancaran serta memperhitungkan sudut elevasi serta azimuth untuk digunakan pada sistem komunikasi yang dibangun.

Lebih lanjut mengenai perangkat lunak Proplab akan dijelaskan pada bagian berikutnya.



Gambar 3.3 Letak Antenna Dipole pada pemancar

3.1.2 USRP

USRP merupakan kependekan dari *Universal Software Radio Peripheral*. USRP adalah sebuah perangkat SDR atau *Software Defined Radio* yang digunakan pada tugas akhir ini. Perangkat yang diproduksi oleh National Instrument bekerjasama dengan Ettus Research ini bertipe N210.

USRP tipe ini memiliki 2 buah port RF, satu buah port *Reference Clock*, satu buah port PPS, satu buah port MIMO Expansion, dan satu buah port Gigabit Ethernet. Perangkat ini juga dilengkapi dengan enam buah lampu indikator yang dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 3.1 Arti dari LED Indicator pada USRP N210

LED INDICATOR	ARTI
A	Transmitting
B	MIMO Cable Link
C	Receiving
D	Firmware Loaded
E	Reference Lock
F	CPLD Loaded

USRP digunakan sebagai perangkat utama dalam merencanakan sistem komunikasi radio yang dibangun. Perancangannya menggunakan perangkat lunak *LabView* yang sudah terinstal pada komputer. Hasilnya nanti akan disimpan dan diolah sebagai data penelitian.

USRP N210 ini dapat menerima sebuah sinyal dengan daya tangkap minimal sebesar -84 dBm dengan besaran output daya 15 dBm.



Gambar 3.4 Perangkat USRP N210

3.1.3 Octoclock

Penelitian ini juga menggunakan perangkat keras bernama octoclock. Perangkat ini digunakan untuk memberikan clock bagi USRP sebagai referensi utama untuk sinkronisasi frekuensi dan waktu dengan keluaran maksimal untuk delapan buah perangkat USRP.

Octoclock ini memiliki delapan buah port keluaran 10 MHz, dan delapan buah keluaran 1 PPS (*Pulse Per Second*) di mana octoclock akan membangkitkan satu sinyal pulsa setiap detik yang dapat digunakan untuk sinkronisasi frekuensi dan waktu.

Adapula Octoclock memiliki fitur GPSDO atau (*Global Positioning System Disciplined Oscillator*). Fitur ini memungkinkan Octoclock untuk mendapatkan referensi waktu dan frekuensi secara internal. Melalui data posisi yang didapat dari Antenna GPS yang terhubung dengan octoclock, maka octoclock akan mengatur keluaran clock yang sesuai dengan data posisi dan waktu yang didapat dari GPS. Pengguna juga dapat memilih sumber referensi clock yang digunakan. Antara GPSDO internal atau menggunakan referensi eksternal dengan menggunakan *toggle switch* yang dapat diakses di panel depan.

GPSDO menyediakan referensi yang akurat untuk dapat disinkronisasikan dengan waktu standar GPS. Hal ini memungkinkan pengguna untuk dapat membangun penyelarasan waktu kanal jamak di seluruh dunia dalam kurun waktu 100 ns.



Gambar 3.5 Perangkat Octoclock

3.1.4 Antenna GPS

Global Positioning System dibuat dan dikembangkan oleh pemerintah Amerika Serikat. Berawal di tahun 1973, sistem ini diluncurkan oleh *US Department of Defense* dan digunakan untuk kebutuhan militer Amerika Serikat yang kemudian beroperasi secara penuh pada 1995. Di sekitar tahun 1980 masyarakat sipil boleh menggunakan fasilitas ini. Dengan total jumlah satelit sebanyak 31 buah yang sedang mengorbit membuat sistem GPS ini dapat diandalkan dalam menentukan dan memberikan arahan posisi serta waktu bagi para penggunanya.

Seperti yang dijelaskan pada sub bab sebelumnya, dalam penelitian ini GPS digunakan sebagai referensi utama untuk mendukung keakuratan dalam sinkronisasi waktu yang disesuaikan dengan data posisi serta waktu lokal. Untuk dapat menjalankan fitur ini dibutuhkan perangkat berupa antenna GPS. Antenna ini bersifat *portable* dan dapat dihubungkan dengan octoclock menggunakan konektor SMA. Penelitian ini membutuhkan dua buah antenna GPS yang masing – masing akan dihubungkan pada satu octoclock. Satu buah di sisi pemancar dan satu buah di sisi penerima.



Gambar 3.6 Antenna GPS dengan konektor SMA

3.1.5 Low Noise Amplifier (LNA)

Pada penelitian ini penulis juga menggunakan LNA untuk memperkuat sinyal yang masuk, sehingga LNA tersebut dipasang pada perangkat penerima. Mini Circuit tipe ZFL-1000LN adalah LNA yang digunakan pada penelitian ini. LNA tipe ini memiliki kapabilitas yang baik, frekuensi yang dapat diakomodir sangatlah lebar, dari frekuensi 0.1 MHz sampai dengan frekuensi 1000 MHz. Memiliki gain sebesar 23.55 dB dengan catu daya sebesar 15 Volt pada frekuensi 7.9 MHz. Gain minimal yang dapat dihasilkan oleh LNA ini adalah sebesar 20 dB.



Gambar 3.7 LNA Mini Circuit ZFL-1000LN

3.1.6 Kabel Coaxial

Kabel coaxial digunakan sebagai penghubung antara antenna dengan perangkat pemancar atau penerima. Kabel coaxial yang digunakan pada penelitian ini adalah kabel Coaxial merk Belden tipe RG-8 dengan loss sebesar 1.6 dB / 100 m.



Gambar 3.8 Kabel Coaxial Belden RG8

3.1.7 High Power Amplifier

High Power Amplifier sangat dibutuhkan dalam transmisi radio. HPA akan meningkatkan daya masukan yang kemudian akan diteruskan pada antenna untuk memancarkan besaran daya yang diinginkan oleh pengguna. Pada penelitian kali ini penulis menggunakan HPA kelas A buatan khusus dari Laboratorium Jaringan Telekomunikasi ITS dengan hasil pembangkitan dari USRP sebesar 10 Watt.



Gambar 3.9 *High Power Amplifier*

3.1.8 DC Power Supply

Power Supply digunakan untuk mencatu daya *High Power Amplifier* agar dapat beroperasi. DC Power supply hanya digunakan di sisi pemancar, tidak pada sisi penerima. Hal ini dikarenakan hanya pada sisi pemancar saja yang membutuhkan *high power amplifier*, sedangkan pada sisi penerima tidak dibutuhkan *High Power Amplifier*. Pada penelitian ini, DC Power Supply yang digunakan adalah DC Power Supply merek Rider tipe RD 440.



Gambar 3.10 DC Power Supply

3.2 Simulasi Propagasi Menggunakan Proplab

Proplab Pro adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian pada kali ini. Proplab dapat memperhitungkan kebutuhan propagasi frekuensi tinggi (HF) dengan memperhitungkan banyak parameter. Mensimulasikan kondisi ionosfer pada lokasi dan waktu tertentu, memperhitungkan kerapatan elektron pada ionosfer, memperhitungkan *Maximum Usable Frequency*, mensimulasikan antenna yang digunakan, daya yang dipancarkan serta dapat memetakan *raytracing* propagasi yang sesuai dengan kebutuhan transmisi. Dengan menggunakan Proplab Pro, maka penulis dapat mensimulasikan komunikasi HF antara Surabaya dengan Malang.



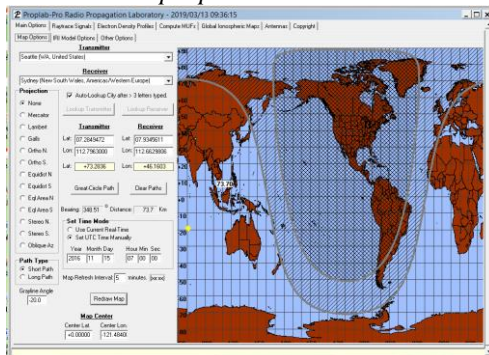
Gambar 3.11 Perangkat lunak Proplab-Pro

3.3 Cara Penggunaan Proplab

Setelah selesai menentukan parameter yang dibutuhkan serta memperhitungkannya, maka penulis akan memasukkan parameter – parameter tersebut pada proplab untuk dapat disimulasikan *Raytracing* nya. Berikut langkah – langkah dalam penggunaan perangkat lunak proplab:

3.3.1 Input Parameter Utama

- a. Setelah membuka aplikasi Proplab Pro, buka menu *Main Options* dan buka *Map Options*



Gambar 3.12 Menu *Map Options* pada Proplab-Pro

- b. Masukkan parameter koordinat *Longitude* dan *Latitude* dari *transmitter* dan *receiver*. Untuk Transmitter digunakan koordinat lokasi gedung Fakultas Teknologi Elektro ITS pada

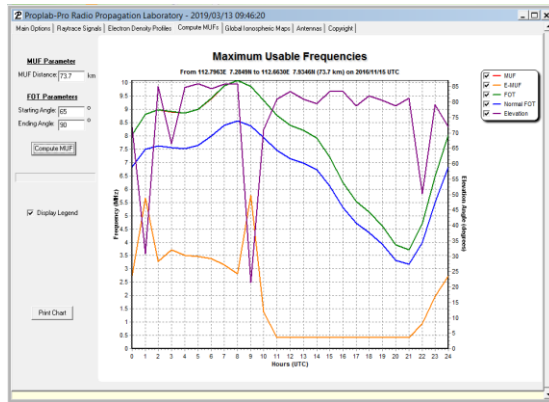
Latitude di -7.2849472, dan *Longitude* di 112.7963000. Untuk *Receiver* berlokasi di Gedung Informatika VEDC, Malang dengan koordinat -7.9345611 *Latitude* dan 112.6629806 *Longitude*.

- c. Kemudian masukkan tanggal serta jam UTC yang akan disimulasikan. (Catatan: Jam UTC adalah standar jam internasional. Untuk perbedaan antara Waktu Indonesia Barat dengan UTC adalah 7 jam lebih awal). Setelah selesai mengatur lokasi dan waktu simulasi klik Great-Circle Path.
- d. Setelah itu akan muncul jarak dan bearing pada map options seperti pada gambar 3.12.

Transmitter		Receiver	
Lat:	07.2849472	Lat:	07.9345611
Lon:	112.7963000	Lon:	112.6629806
Lat:	+73.2836	Lon:	+46.1603
Great-Circle Path		Clear Paths	
Bearing:	348.51°	Distance:	73.7 Km
Set Time Mode			
<input type="radio"/> Use Current Real-Time <input checked="" type="radio"/> Set UTC Time Manually			
Year	Month	Day	Hour Min Sec
2016	11	15	07 00 00
Map Refresh Interval: 5 minutes. (xx:xx)			

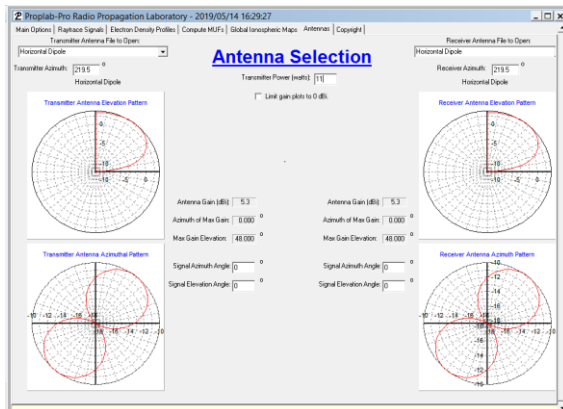
Gambar 3.13 Parameter lokasi dan waktu serta jarak dan bearing

- e. Untuk menghitung frekuensi kerja optimal dan frekuensi maksimum yang dapat digunakan, buka menu “*Compute MUF*”. MUF adalah singkatan dari (*Maximum Usable Frequency*) yaitu frekuensi maksimum yang dapat digunakan untuk jarak dan *elevation angle* tertentu. Pada menu *Compute MUF*, masukkan jarak yang sudah dihitung oleh Proplab pada *Map Options* sebelumnya. Dan masukkan *elevation angle* yang diinginkan. Setelah itu klik *Compute MUF*. Setelah itu grafik akan muncul dengan legenda yang disediakan.



Gambar 3.14 Compute MUF

- f. Setelah berhasil menentukan frekuensi kerja dari hasil perhitungan MUF, maka selanjutnya penulis menentukan jenis antenna yang digunakan. Buka menu “Antennas”, kemudian setelah itu tentukan jenis antenna yang digunakan pada masing – masing sisi, baik di transmitter maupun receiver. Masukkan transmitter dan receiver azimuth yang sudah ditentukan. Lalu akan muncul gambar pola radiasi dan pola elevasi dari masing – masing antenna.

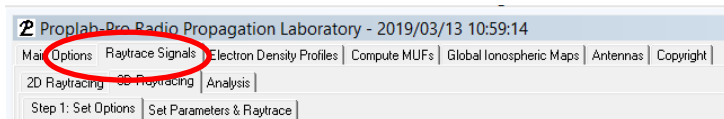


Gambar 3.15 Tampilan menu Antenna

3.3.2 Simulasi Raytracing

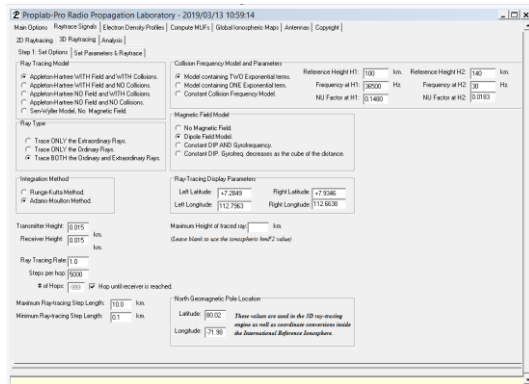
Selain meramalkan kepadatan elektron pada lapisan ionosfer, memperhitungkan frekuensi maksimum yang bisa digunakan, dan memperhitungkan daya pancar serta gain antenna, proplab juga memiliki fitur untuk mensimulasikan pancaran propagasi serta titik jatuhnya pancaran sinyal pada receiver. Dengan fitur ini, proplab dapat mensimulasikan pancaran propagasi serta titik jatuhnya pancaran sinyal pada receiver. Fitur ini dinamakan *Raytracing*. Untuk menggunakan fitur ini, pengguna harus mengikuti langkah – langkah sebagai berikut:

- a. Setelah memasukkan beberapa parameter utama pada proplab, maka pengguna harus membuka menu *Raytrace Signal*. Terdapat dua pilihan yaitu, 2D Raytracing dan 3D Raytracing. Pada tugas akhir ini menggunakan 3D Raytracing.



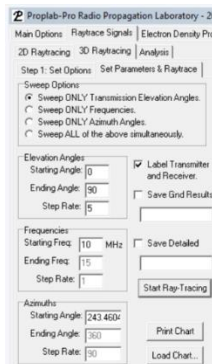
Gambar 3.16 *Raytrace Signal*

- b. Pada menu *Raytrace Signal* terdapat dua pilihan jenis Raytracing, yaitu: 2D Raytracing dan 3D Raytracing. Pada tugas akhir ini menggunakan 3D Raytracing. Untuk itu, pilih menu 3D Raytracing, kemudian pilih submenu *Step 1: Set Options* dan masukkan parameter yang diperlukan seperti pada gambar 3.16



Gambar 3.17 Sub Menu *Set Options*

- c. Setelah selesai mengisi parameter pada Sub Menu Set Options, maka buka sub menu set parameters & raytrace. Disitu terdapat kolom – kolom yang dapat diisi. Sweep Options, Elevation Angle, Frequencies, dan Azimuth.
- d. Namun, sebelum simulasi dilakukan, centang *checkbox* Label Transmitter and Receiver, dan centang juga *checkbox* “Save Gnd Results”. Setelah semuanya diatur, jalankan simulasi dengan menekan tombol “Start Ray-Tracing”



Gambar 3.18 Sub Menu *Set Parameters & Raytrace*

- e. Ketika ray-tracing dijalankan, maka pada layar kiri bawah akan muncul tampilan Ray-Tracing stats yang menampilkan parameter simulasi yang sedang berjalan. Mulai dari Ray-Type, sudut elevasi, frekuensi sampai signal strength.

Ray-Tracing Stats		Signal Strength:	
Ray Type:	Extraord		0.0 dBu
Elevation:	0.0 °	Local:	+0.00 °
Frequency:	10.0 MHz	Ray Bearing:	0.0 °
Azimuth:	0.0 °	(from Transmitter)	
Absorption:	0.0 dB	Ray Lat	Ray Lon
Phase Path:	0.0 km	0.0	0.0
Distance:	0.0	Ray Altitude:	0.0

Gambar 3.19 Tampilan *Ray-Tracing Stats*

- f. Setelah raytracing selesai dilakukan, maka pengguna harus mengkonversikan ray ground data terlebih dahulu ke dalam file excel dengan cara menggunakan Proplab Conversion Tool.

3.4 Skenario Pengambilan Data dan Lokasi Uji Coba

Data didapatkan dari hasil perhitungan link Budget antara Surabaya dengan Malang serta simulasi perangkat lunak Proplab, yang kemudian diujicobakan sebanyak dua kali. Yaitu satu kali untuk uji coba jarak dekat, dan satu kali jarak jauh.

Simulasi Proplab dilakukan dengan simulasi 3D Raytracing. Metode ini akan memperhitungkan titik jatuhnya sinyal pancaran di penerima dengan lebih akurat. Dengan memperhitungkan jarak, sudut elevasi, sudut azimuth dan frekuensi kerja yang digunakan

Uji coba jarak dekat (*Co-Located*) menggunakan antenna pada gedung AJ dan B sebagai pemancar dan penerimanya. Uji coba dilakukan selama tiga hari pada tanggal 3 hingga 5 Mei 2019. Uji coba jarak dekat ini dilakukan untuk menguji alat, menguji daya, frekuensi kerja serta menguji program yang telah dibuat untuk dijadikan acuan keberhasilan sistem komunikasi ini.

Uji coba jarak jauh dilakukan selama lima hari berturut – turut dari tanggal 11 Mei 2019 sampai dengan 15 Mei 2019. Lokasi pemancar

di gedung Fakultas Teknologi Elektro ITS dengan koordinat pada - 7.2849472 *Latitude*, 112.7963000 *Longitude*. Untuk *Receiver* berlokasi di Gedung Informatika VEDC, Malang dengan koordinat -7.9345611 *Latitude* dan 112.6629806 *Longitude*.

Untuk uji coba jarak jauh dilakukan dengan pengujian kanal terlebih dahulu dengan menggunakan radio rig antara Surabaya dan Malang, apakah dapat dilakukan komunikasi suara antara Surabaya dan Malang pada frekuensi tertentu atau tidak. Setelah dapat dilakukan komunikasi suara dengan menggunakan radio rig, maka uji coba menggunakan USRP dapat dilakukan.

Adapun langkah – langkah untuk melakukan uji coba adalah sebagai berikut:

1. Membuat susunan jadwal uji coba untuk rentang waktu yang sudah ditentukan.
2. Mempersiapkan seluruh perangkat dan konfigurasi pemasangan alat untuk sisi pemancar dan penerima.
3. Sinkronisasi waktu antara Surabaya dan Malang menggunakan Octoclock yang diberi sinyal referensi dari antenna GPS yang kemudian dihubungkan dengan USRP.
4. Keluaran 10 MHz channel 1 pada Octoclock kemudian dihubungkan dengan port REF IN pada USRP N210. Sedangkan untuk keluaran 1 PPS pada octoclock dihubungkan dengan port PPS IN pada USRP.
5. Pada sisi pemancar, port RF1 dihubungkan dengan High Power Amplifier yang akan menguatkan daya pancar dari USRP menuju ke antenna.
6. High Power Amplifier tersebut kemudian dihubungkan dengan power meter untuk membaca daya pancar yang diberikan oleh High Power Amplifier.
7. Power meter yang sudah terhubung dengan High Power Amplifier kemudian dihubungkan dengan antenna dipole.
8. Pada sisi penerima, port RF1 dihubungkan langsung dengan antenna.
9. Masing – masing USRP tersebut kemudian dihubungkan dengan laptop dengan menggunakan kabel Gigabit Ethernet.
10. Uji coba transmisi ini menggunakan perangkat lunak LabView.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISA DATA

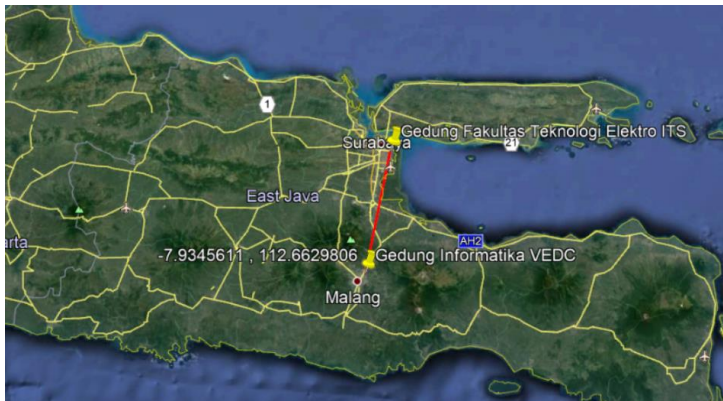
Dalam Bab 4 ini akan dibahas mengenai perhitungan *link budget* secara lebih terperinci, pemaparan data – data simulasi perangkat lunak proplab serta pemaparan hasil uji coba program yang digunakan sebagai acuan.

4.1 Rancangan Penelitian

Rancangan simulasi serta uji coba sistem dilakukan dua kali, uji coba jarak dekat dan uji coba jarak jauh. Terkhusus untuk jarak jauh diperlukan adanya perhitungan serta simulasi perangkat lunak proplab guna mengetahui kebutuhan daya agar transmisi dapat berjalan dengan baik. Rancangan uji coba ini meliputi penentuan lokasi uji coba, perhitungan *link budget*, simulasi Proplab, pemasangan antenna, dan penentuan parameter keberhasilan.

4.1.1 Penentuan Lokasi Uji Coba

Uji coba pada penelitian ini dilakukan di Surabaya sebagai sisi pemancar, yang bertempat di gedung Fakultas Teknologi Elektro ITS. Untuk sisi penerima berada di Malang bertempat di Gedung Informatika VEDC.



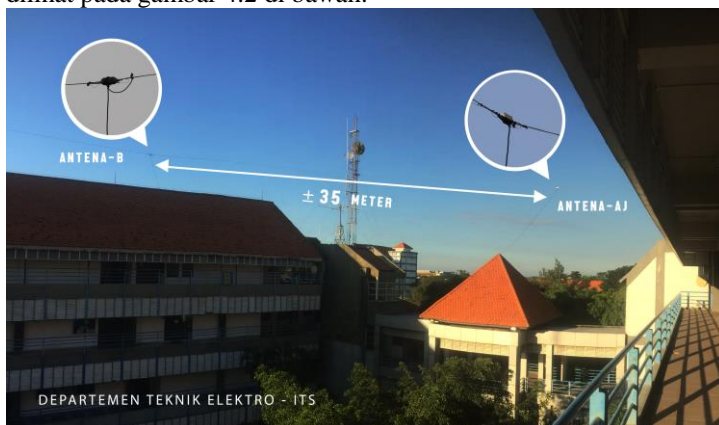
Gambar 4.1 Link Surabaya-Malang

4.1.2 Pemasangan Antena

Setelah selesai menentukan lokasi pemancar dan penerima, barulah antenna didirikan di kedua sisi. Digunakan ketinggian antenna sebesar 10 meter untuk sisi penerima dan 10 meter juga untuk sisi pemancar. Antenna jenis dipole digunakan untuk mendukung metode propagasi NVIS.

4.1.2.1 Antena Pemancar

Pada sisi pemancar, digunakan dua buah antenna. Satu buah antenna dipole dipasang di atas jembatan gedung AJ, dengan ketinggian kurang lebih 10 meter di atas jembatan gedung AJ. Dan satu antenna dipole dipasang di atas gedung B dengan ketinggian yang sama, kurang lebih 10 meter di atas atap gedung. Masing – masing antenna dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah.



Gambar 4.2 Posisi antena AJ dan B

Kedua antena dipole tersebut dipasang dengan polarisasi horizontal. Untuk antena AJ, dipasang melintang Utara – Selatan. Dengan begitu, pola radiasi yang didapat mengarah ke Barat dan Timur. Untuk antena B, antena tersebut dipasang melintang Barat – Timur dan didapat pola radiasi Utara – Selatan. Kedua antena ini digunakan untuk diujicobakan dalam sistem.

Uji coba co-located menggunakan hanya antena AJ dan B. Bergantian, antena AJ sebagai transmitter dan antena B sebagai

penerima. Begitu juga sebaliknya, antenna B sebagai transmitter dan antenna AJ sebagai penerima.

4.1.2.2 Antena Penerima

Pada sisi penerima, dipasang dua buah antenna *dipole* dengan dua arah yang berbeda. Kedua antenna tersebut dinamai RX 1 dan RX 2. Antenna pada sisi penerima dipasangkan pada hari Jumat, tanggal 10 Mei 2019. Antenna tersebut didirikan dengan menggunakan dua buah tiang yang kemudian dihubungkan dengan tali untuk menegakkan antenna. Proses pemasangan antenna dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 4.3 Proses pemasangan antena penerima

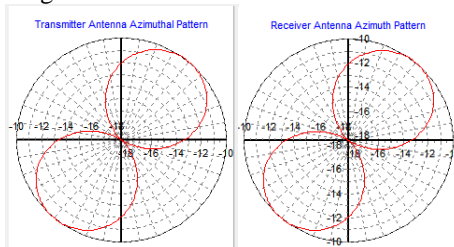


Gambar 4.4 Posisi kedua antenna penerima

Pemasangan antenna dilakukan dengan memperhatikan kriteria NVIS. Antenna didirikan di atas gedung, dengan ketinggian 10 meter dari atap gedung. Hal ini memenuhi kriteria NVIS dengan ketinggian antenna yang berkisar antara $1/20 \lambda$ hingga $1/4 \lambda$.

Sudut elevasi yang dibuat dari pendirian antenna tersebut dihitung menggunakan perhitungan seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.5. Dan didapat sudut selevasi sebesar 82.9642° .

Antenna yang digunakan juga menggunakan antenna horizontal dipole yang mendukung model propagasi NVIS. Dari semua kriteria di atas, sistem tersebut memenuhi NVIS. Pola radiasi dari kedua antenna dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 4.5 Pola radiasi antenna pemancar dan penerima

4.2 Hasil Perhitungan

Seperti yang dipaparkan pada Bab 3 sebelumnya, bahwa *link budget* diperlukan untuk mengukur berapa daya yang dibutuhkan untuk dapat melakukan transmisi dengan baik. Untuk perhitungan rugi – rugi daya serta frekuensi kerja yang digunakan sudah dilakukan pada bab 3. Pada percobaan kali ini digunakan frekuensi kerja 7 MHz. Berikut untuk rugi – rugi propagasi *skywave*

Tabel 4.1 Perhitungan *Skywave Pathloss* dengan menggunakan asumsi redaman tertinggi

Parameter	Nama Parameter	Nilai	Keterangan
L_a	<i>Absorption loss</i>	20 dB	Bernilai sekitar 0-20 dB ($L_a \propto 1/f^2$)
L_b	FSL (<i>Free Space Loss</i>)	104,92 dB	$L_b = 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)$
L_g	<i>Multihop ground reflection loss</i>	0 dB	Bernilai antara 1-3dB/ reflection (Asumsi tidak ada reflection)
L_p	<i>Polarization coupling loss</i>	6 dB	Bernilai antara 3-6 dB 6dB digunakan untuk asumsi tertinggi
L_q	<i>sporadic E obstruction loss</i>	1 dB	<i>Function of sporadic critical frequency;</i> Bernilai antara 0-1 dB
G_f	<i>Horizon Focus Gain</i>	0 dB	Bernilai antara 0-1 dB (Asumsi tidak terjadi pengutan horizon)
A_T	<i>Total Loss</i>	131,92 dB	$L_a + L_b + L_g + L_p + L_q + G_f$

Dari perhitungan di atas didapat bahwa rugi-rugi total dari propagasi *skywave* mencapai 131.92 dB. Perhitungan di atas tersebut adalah perhitungan dengan menggunakan asumsi terburuk. Untuk *Absorption Loss* digunakan 20 dB, *Sporadic E Obstruction Loss* diberlakukan 1 dB untuk asumsi tertingginya.

Dari perhitungan tersebut di atas, kemudian dilanjutkan untuk memperhitungkan *Link Budget* yang dibutuhkan. Untuk parameter dan perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini:

Tabel 4.2 Kalkulasi *link budget*

Parameter	Nama Parameter	Nilai	Keterangan
P_{TX}	Daya Pancar	40.41 dBm	Daya keluaran dari High Power Amplifier
LF_{TX}	Redaman kabel pemancar	0.19 dB	1.6 dB / 100 meter Panjang kabel = 12 meter (RG-8)
LF_{RX}	Redaman kabel penerima	0.9 dB	3 dB / 100 meter Panjang kabel = 30 meter (RG-58)
GA_{TX}	Gain pemancar	5.3 dB	Perhitungan Proplab
GA_{RX}	Gain penerima	5.3 dB	Perhitungan Proplab
G_{RX}	Gain LNA	20 dB	Dengan Catu daya 12 V
A_T	Total Pathloss	131.92 dB	<i>Skywave Pathloss</i>
EIRP	<i>Effective Isotropic Radiated Power</i>	45.52 dBm	$EIRP = P_{TX} - L_{FTX} + G_{ARX}$
P_{RX}	Daya Penerima	-86.4 dBm	$P_{RX} = EIRP - A_T$
F	Noise Figure	3.1 dB	$F = F1 + ((F2-1)/G1)$
k	Konstanta Boltzman	1.38×10^{-23} J/K	
T_o	Noise Temperature	290° K	
B	Bandwidth	10 kHz	
N_{Out}	<i>Noise Output</i>	-125.58 dBm	$N_o = F \times G_{ARX} \times k \times T_o \times B$
SNR	<i>Signal To Noise Ratio</i>	44.67 dB	$SNR = P_{TX} + G_{ATX} + G_{ARX} - N_o - A_T$
SNR_{min}	Minimum SNR	10 dB	
Dynamic Range		34.67 dB	$DR = SNR - SNR_{min}$
RX Sensitivity		-76 dBm	Sensitivitas USRP
Fade Margin		-10.4 dB	Fade Margin = $P_{RX} - RX$ Sensitivity

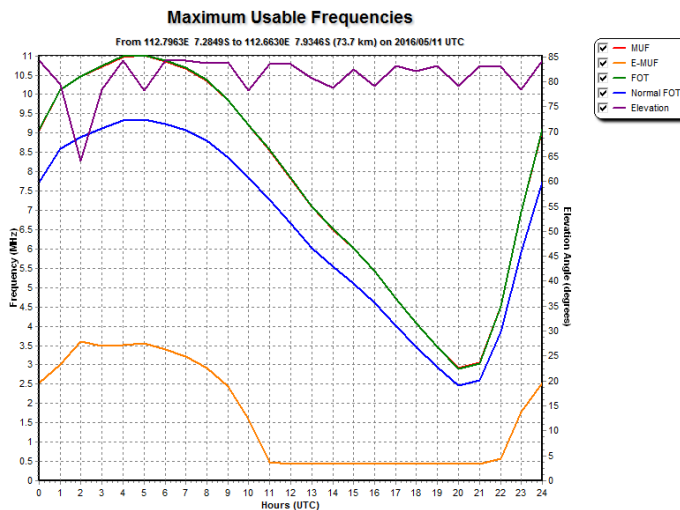
Transmisi menggunakan HPA A pada laboratorium Antenna dan Propagasi dengan daya keluaran rata – rata sebesar 11 Watt. Perhitungan *Fade Margin* dilakukan untuk melihat seberapa besar selisih dari daya terima dengan sensitivitas daya dari penerima – dalam hal ini adalah USRP. Dapat dilihat bahwa *Fade Margin* didapat nilai -10.4 dB.

Dengan daya yang masih berada di bawah rentang sensitivitas maka masih dibutuhkan daya yang lebih tinggi lagi agar dapat diterima

oleh penerima. Penguatan sebesar 10.4 dB diperlukan pada sisi pemancar agar sinyal dapat diterima pada penerima.

4.3 Tahap Simulasi

Simulasi dilakukan dengan menggunakan proplab dan dilakukan untuk rentang waktu uji coba 11-15 Mei. Pertama – tama penulis mengambil data MUF (*Maxmium Usable Frequency*) menggunakan menu *Compute MUF* pada proplab. Berikut gambar 4.5 sebagai hasil dari perhitungan MUF proplab.



Gambar 4.6 Grafik perhitungan MUF

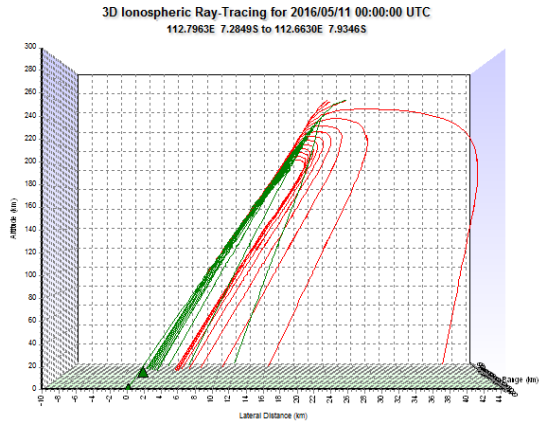
Uji coba dilakukan pada pukul 07:00 sampai dengan pukul 17:00 WIB. Dengan penyesuaian waktu UTC pada program, maka data simulasi diambil pada pukul 00:00 UTC sampai dengan 10:00 UTC. Menurut data di atas, dapat diketahui bahwa frekuensi kerja optimal yang dapat digunakan pada pukul 07:00 WIB hingga pukul 17:00 dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini:

Tabel 4.3 Tabel Frekuensi kerja optimal untuk link Surabaya – Malang

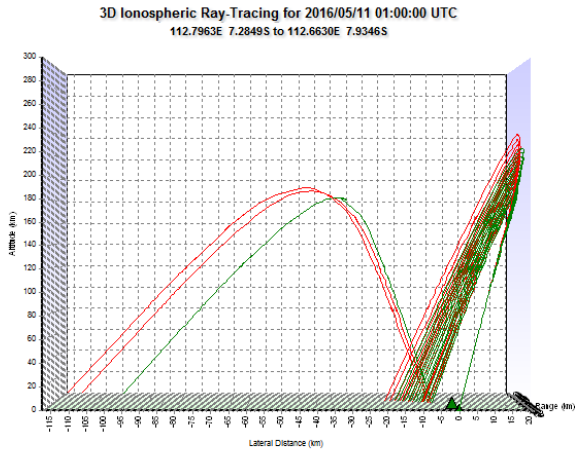
No	Pukul	Frekuensi
1	07:00	7.7 MHz
2	08:00	8.5 MHz
3	09:00	8.7 MHz
4	10:00	9.1 MHz
5	11:00	9.3 MHz
6	12:00	9.3 MHz
7	13:00	9.2 MHz
8	14:00	9 MHz
9	15:00	8.7 MHz
10	16:00	8.4 MHz
11	17:00	7.7 MHz

Dari data MUF tersebut di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa rentang frekuensi untuk uji coba digunakan frekuensi antara 7 MHz sampai dengan 9.6 MHz. Diharapkan, proplab dapat memberikan simulasi yang akurat untuk meramalkan kondisi ionosfer serta frekuensi kerja yang digunakan. Digunakan juga step rate 0.2 untuk interval *scanning* frekuensinya.

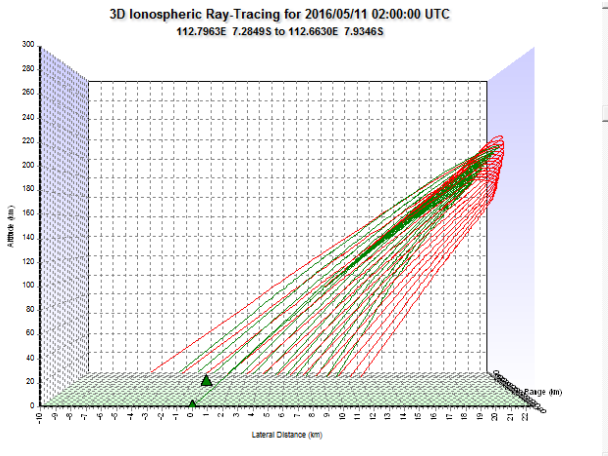
Selanjutnya, dari data frekuensi tersebut di atas dilakukan simulasi proplab yang akan diambil di tiap jam nya, dari pukul 07:00 sampai dengan pukul 17:00. *Starting Frequency* diisikan 7 MHz, dan *Ending Frequency* pada 9.6 MHz. Untuk *Elevation Angle* isikan 78.9° pada *starting angle* dan *Ending Angle* nya. Untuk Azimuth diisikan 219.5° Pengisian start dan ending yang sama dimaksudkan agar proplab tidak melakukan *scanning* variabel terhadap parameter tersebut. Berikut hasil 3D *Raytracing* untuk tanggal 11 Mei.



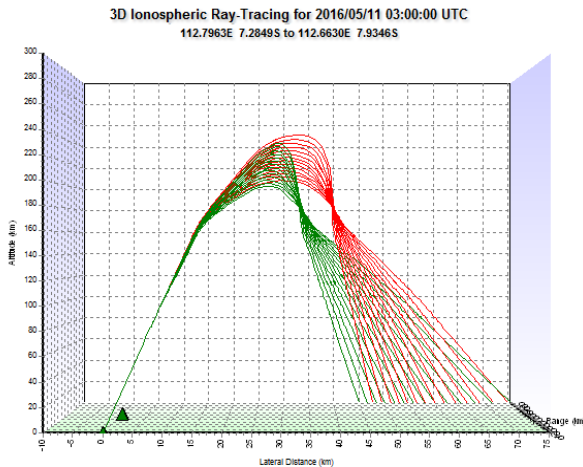
Gambar 4.7 Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 07:00 WIB



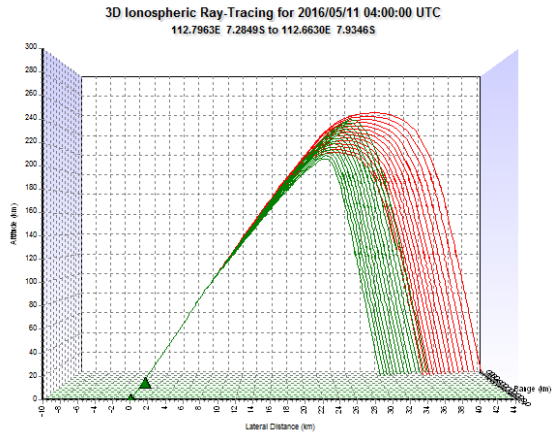
Gambar 4.8 Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 08:00 WIB



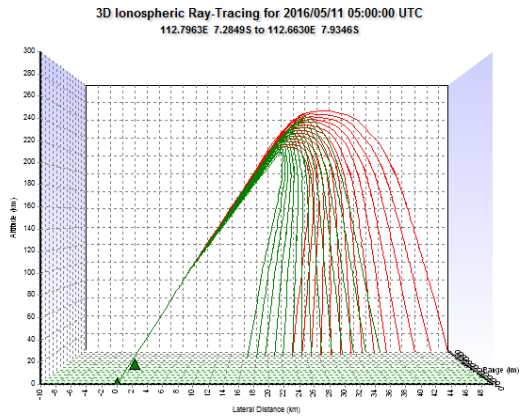
Gambar 4.9 Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 09:00 WIB



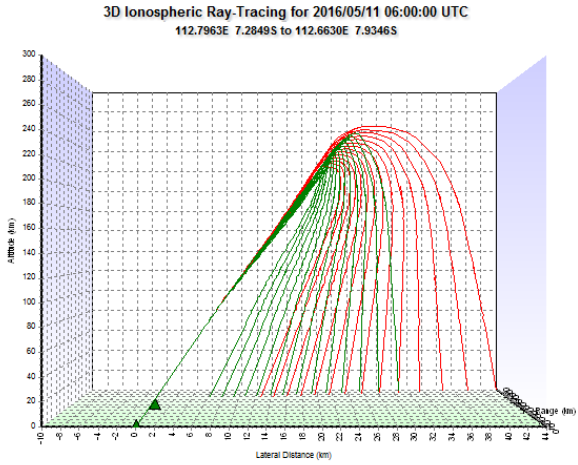
Gambar 4.10 Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 10:00 WIB



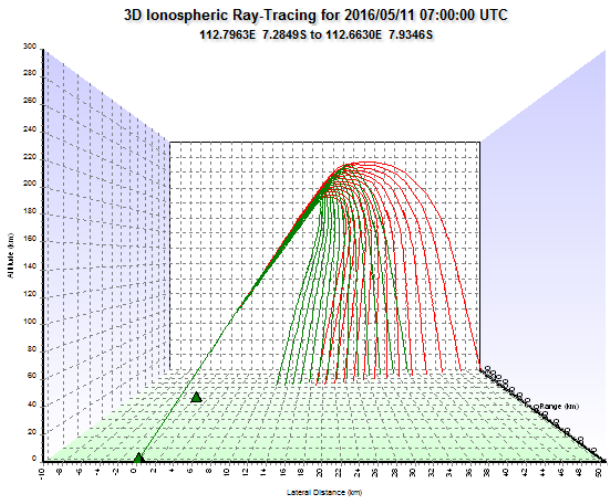
Gambar 4.11 Hasil 3D Raytracing tanggal 11 Mei pukul 11:00 WIB



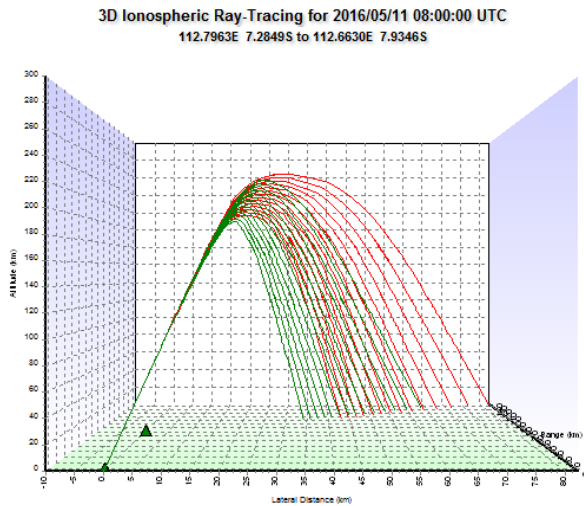
Gambar 4.12 Hasil 3D Raytracing tanggal 11 Mei pukul 12:00 WIB



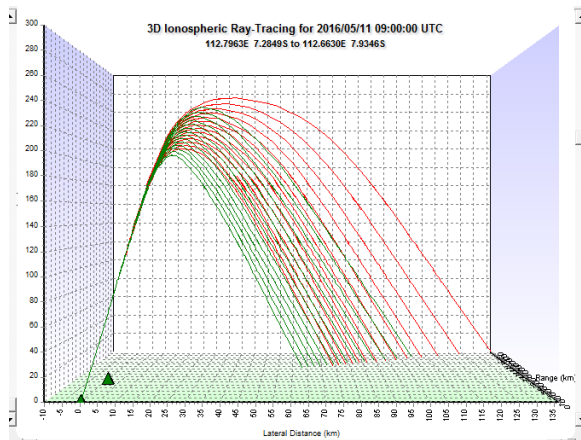
Gambar 4.13 Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 13:00 WIB



Gambar 4.14 Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 14:00 WIB

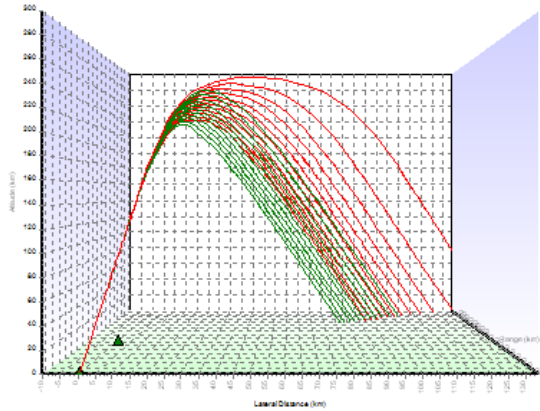


Gambar 4.15 Hasil 3D Raytracing tanggal 11 Mei pukul 15:00 WIB



Gambar 4.16 Hasil 3D Raytracing tanggal 11 Mei pukul 16:00 WIB

**3D Ionospheric Ray-Tracing for 2016/05/11 10:00:00 UTC
112.7963E 7.2849S to 112.6630E 7.9346S**



Gambar 4.17 Hasil 3D *Raytracing* tanggal 11 Mei pukul 17:00 WIB

Dari simulasi tersebut di atas didapat kesimpulan bahwa perhitungan MUF dan FOT bisa berbeda dengan simulasi yang ada pada proplab. Didapatkan juga data tabulasi mengenai jarak, kekuatan sinyal, sudut elevasi, azimuth serta frekuensi kerja yang digunakan.

Tabel 4.4 Hasil simulasi tanggal 11 Mei pukul 07:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev. Angle	Azimuth	F (MHz)	Hops
1	74.81448	7.93486	112.6202	38.1927	78.9	195.0184	7	1
-1	75.83044	7.94978	112.6426	37.55578	78.9	192.8973	7	1
1	76.17858	-7.9477	112.6208	38.17429	78.9	194.6955	7.2	1
-1	77.26513	7.96331	112.6439	37.52433	78.9	192.54	7.2	1
1	77.67002	7.96129	112.6197	38.14105	78.9	194.4959	7.4	1

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev. Angle	Azimuth	F (MHz)	Hops
-1	78.79214	7.97757	112.6448	37.53169	78.9	192.2198	7.4	1
1	79.33335	7.97589	112.6164	38.08145	78.9	194.4578	7.6	1
-1	80.39735	7.99235	112.6449	37.52637	78.9	191.9684	7.6	1
1	81.11727	7.99113	112.6112	38.0296	78.9	194.5502	7.8	1
-1	82.13624	8.00814	112.644	37.5117	78.9	191.7807	7.8	1
1	83.09213	8.00735	112.603	37.9505	78.9	194.8428	8	1
-1	84.00514	8.02489	112.6419	37.48277	78.9	191.6736	8	1
1	85.31129	8.02464	112.5903	37.85712	78.9	195.4137	8.2	1
-1	86.0546	8.04297	112.6383	37.43867	78.9	191.661	8.2	1
1	87.86546	8.04317	112.5714	37.91871	78.9	196.3696	8.4	1
-1	88.33971	8.06286	112.6329	37.3801	78.9	191.7475	8.4	1
1	90.98234	8.06319	112.541	37.99724	78.9	197.9957	8.6	1
-1	90.96075	8.08522	112.6246	37.30415	78.9	191.9906	8.6	1
1	95.63919	8.08563	112.4789	38.17659	78.9	201.4251	8.8	1
-1	94.06683	8.11115	112.6122	37.20843	78.9	192.438	8.8	1
1	108.4795	8.09887	112.2533	38.55114	78.9	213.4352	9	1
-1	97.95832	8.14278	112.5933	37.21995	78.9	193.1815	9	1
1	74.15071	-7.8464	112.4331	44.80364	78.9	212.6441	9.2	1
-1	103.389	8.18498	112.5602	37.31613	78.9	194.5553	9.2	1
1	73.17117	7.84737	112.4515	44.82127	78.9	211.2678	9.4	1
-1	112.989	8.25428	112.4881	37.44615	78.9	197.4658	9.4	1
1	71.907	7.83754	112.4573	44.8218	78.9	211.2862	9.6	1
-1	68.32218	7.79037	112.4437	44.9215	78.9	214.646	9.6	1

Pada tabel di atas terdapat tipe 1 dan -1. Tipe 1 adalah tipe *raytracing ordinary* dan tipe -1 adalah *raytracing extraordinary*. Untuk simulasi pada pukul 07:00 ini didapat frekuensi optimal 7 MHz dan frekuensi 9.4 MHz dengan titik jatuhnya gelombang pada jarak 74.8148 km dan 73.17117 km. Jarak antara titik jatuhnya gelombang dengan titik

penerima sangat dekat sehingga dapat dikatakan bahwa pada pukul 07:00 propagasi NVIS dapat dilakukan dengan baik.

Hasil simulasi untuk rentang waktu 11 Mei 08:00 hingga tanggal 15 Mei pukul 17:00 dapat dilihat pada lampiran.

4.4 Tahap Uji Coba Link Komunikasi

Setelah dilakukan simulasi, maka dapat dilakukan uji coba untuk sistem link komunikasi tersebut. Pertama, uji coba dilakukan dengan menggunakan radio rig. Setelah mendapatkan frekuensi yang sesuai maka dapat dilanjutkan untuk menguji coba komunikasi data menggunakan USRP serta octoclock.

Penggunaan kanal frekuensi juga mengacu pada Peraturan Menteri No. 25 tahun 2014 tentang tabel alokasi spektrum frekuensi radio Indonesia. Maka, penggunaan frekuensi yang disarankan adalah di sekitar frekuensi 7 dengan peruntukan amatir radio. Hal ini dilakukan agar tidak mengganggu komunikasi yang lainnya yang sedang berjalan.

Berdasarkan hasil percobaan tersebut di atas menunjukkan bahwa link komunikasi antara Surabaya – Malang dapat menggunakan frekuensi 7. Hasil percobaan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini:

Tabel 4.5 Hasil uji coba kanal dengan menggunakan Radio Rig

No	Waktu	Frekuensi	Keterangan
1	07:00	7 MHz	Diterima
2	08:00	7 MHz	Diterima
3	09:00	7,025 MHz	Diterima
4	10:00	7,5 MHz	Diterima
5	11:00	7,5 MHz	Diterima
6	12:00	7,0825 MHz	Diterima
7	13:00	7,0825 MHz	Diterima
8	14:00	7,250 MHz	Diterima
9	15:00	7,250 MHz	Diterima
10	16:00	7,240 MHz	Diterima
11	17:00	7,180 MHz	Diterima

4.5 Pengujian Sistem disisi Penerima

Untuk pengujian di sisi penerima, digunakan USRP untuk komunikasi jarak jauhnya. Hal ini digunakan untuk melihat apakah desain link serta perhitungan link budget dan simulasi proplab dapat diimplementasikan untuk sistem komunikasi data dapat berjalan dengan baik.

Pada uji coba jarak jauh dengan menggunakan USRP, komunikasi belum dapat diterima dengan baik. Pengiriman teks berlangsung dengan baik dengan daya rata – rata 11 Watt, pada sisi penerima juga belum ada teks yang dapat diterima dan ditampilkan pada layar output teks. Frekuensi kerja yang digunakan adalah frekuensi yang berhasil digunakan pada saat uji coba link komunikasi menggunakan perangkat radio rig seperti pada tabel 4.5 di atas.

Berikut hasil uji coba komunikasi data menggunakan USRP dapat dilihat pada tabel 4.6 di bawah ini:

Tabel 4.6 Hasil uji coba komunikasi data menggunakan USRP

Percobaan Ke-	Tanggal	Waktu	Frekuensi	Keterangan
1	11 Mei 2019	10.24 – 10.29	7 Mhz	Tidak diterima
2		10.35 – 10.40	7 Mhz	Tidak diterima
3		10.55 – 11.00	7 Mhz	Tidak diterima
4		11.04 – 11.09	7.025 Mhz	Tidak diterima
5		11.15 – 11.20	7.025 Mhz	Tidak diterima
6		12.06 – 12.11	7.025 Mhz	Tidak diterima
7		13.07 – 13.12	7.5 Mhz	Tidak diterima
8		14.17 – 14.22	7.5 Mhz	Tidak diterima
9		15.23 – 15.28	7.5 Mhz	Tidak diterima

10	12 Mei 2019	10.18 – 10.23	7.25 Mhz	Tidak diterima
11		10.30 – 10.35	7.25 Mhz	Tidak diterima
12		10.45 – 10.50	7.25 Mhz	Tidak diterima
13		11.02 – 11.07	7.25 Mhz	Tidak diterima
14		11.18 – 11.23	7.25 Mhz	Tidak diterima
15		12.03 – 12.08	7.3 Mhz	Tidak diterima
16		13.15 – 13.20	7.3 Mhz	Tidak diterima
17		14.12 – 14.17	7.3 Mhz	Tidak diterima
18		14.23 – 14.28	7.4 Mhz	Tidak diterima
19		14.41 – 14.46	7.4 Mhz	Tidak diterima
20		15.20 – 15.25	7.4 Mhz	Tidak diterima
21		15.32 – 15.37	7.5 Mhz	Tidak diterima
22		15.40 – 15.45	7.5 Mhz	Tidak diterima
23		15.52 – 15.57	7.6 Mhz	Tidak diterima
24		16.08 – 16.13	7.6 Mhz	Tidak diterima
25		16.20 – 16.25	7.6 Mhz	Tidak diterima
26		16.30 – 16.35	7.6 Mhz	Tidak terdeteksi

4.6 Sintesis

Adanya perubahan pada frekuensi kerja dapat dimaklumi dikarenakan pada tiap waktunya pergerakan bumi pun berubah, hal ini mengakibatkan adanya perubahan pada medan pada lapisan ionosfer bumi yang dapat berubah – ubah sewaktu – waktu.

Frekuensi yang digunakan adalah milik bersama, sehingga dalam penggunaannya harus memperhatikan alokasi frekuensi. Hal ini diperlukan agar komunikasi dapat berjalan dengan baik dan tidak mengganggu jalur komunikasi lain yang sedang berjalan.

Simulasi yang sedang dijalankan pada proplab adalah ramalan berdasarkan perhitungan – perhitungan asumsi pada program proplab. Hasil dari simulasi yang dilakukan tidak merepresentasikan keadaan sesungguhnya di lapangan sehingga tidak dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil dari perhitungan proplab tersebut dapat diterima. Namun hanya dapat digunakan sebagai acuan dasar dalam perancangan sistem komunikasi yang ingin dibangun.

Nilai sensitivitas pada USRP sebesar -76 dBm masih belum dapat menangkap daya sinyal terima dengan daya sebesar – 86,4 dBm untuk daya pancar 11 Watt. Sehingga perlu daya yang lebih besar agar sinyal dapat diterima dengan baik. Penguatan yang diperlukan sebesar 10.4 dB.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan, maka didapat kesimpulan seperti di bawah ini:

1. Daya terima (P_{RX}) yang berada di bawah level daya sensitivitas perangkat penerima tidak akan bisa diterima dengan baik oleh perangkat penerima.
2. Dengan nilai Fade margin sebesar -10.4 dB, komunikasi data tidak dapat diterima pada sisi penerima dikarenakan daya terima berada di bawah level sensitivitas.
3. Menaikkan daya pemancar sebesar 10.4 dB dapat memperbaiki daya terima agar dapat diterima.
4. Menggunakan LNA sebesar 20 dB pada sisi penerima belum cukup untuk meningkatkan daya terima.
5. Frekuensi kerja di setiap jam berbeda – beda bergantung dari kondisi ionosfer.
6. Kondisi ionosfer secara riil dapat berubah – ubah sewaktu – waktu. Perhitungan dan simulasi Proplab belum tentu merepresentasikan kondisi ionosfer di lapangan.

5.2 Saran

Dalam pengembangan sistem komunikasi HF NVIS selanjutnya dapat dilakukan hal-hal di bawah ini:

1. Memperpanjang waktu simulasi dan uji coba yang dilakukan.
2. Menggunakan HPA yang memiliki daya keluaran lebih besar agar dapat menaikkan daya sebesar 10.4 dB atau lebih.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manalu, Lasroma. *Design of Measurement System for HF MIMO NVIS Channel*. Elektro ITS, Surabaya, 2017.
- [2] L. F. McNamara, *The ionosphere: communications, surveillance, and direction finding*, Original ed. Malabar, Fla: Krieger Pub. Co, 1991.
- [3] S.E. Ritchie. F, Honary. *Observations on the Variability and Screening Effect of Sporadic-E*. Elsevier: 2009
- [4] Australian Government. 2007. *IPS Radio and Space Services, Introduction to HF Radio Propagation*. Sidney, Australia.
- [5] <https://www.qsl.net/yb0emj/bandplan-i.html> diakses tanggal: 12 Maret 2019.
- [6] W. L. Stutzman and G. A. Thiele, *Antenna theory and design*, 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2013.
- [7] C. A. Balanis, *Antenna theory: analysis and design*, 2nd ed. New York: Wiley, 1997.
- [8] Peraturan Menteri No.25 Tahun 2014 tentang Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia.
- [9] Peraturan Menteri No. 17 Tahun 2018 tentang Kegiatan Amatir Radio Dan Komunikasi Radio Antar Penduduk.
- [10] Tim Pengampu Mata Kuliah. Pengolahan Sinyal Digital. Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [11] Fred Halsall. *Data Communications, Computer Networks and Open Systems*. Addison-Wesley Publishing Company Inc. 1995.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN A

PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro - ITS

EE184801 TUGAS AKHIR - 6 SKS

Nama Mahasiswa : Geordano Vincenzo
Nomor Pokok : 07111745000054
Bidang Studi : Telekomunikasi Multimedia
Tahun Penugasan : Semester Genap Tahun 2018/19
Dosen Pembimbing : 1. Prof. Ir. Gamantyo Hendrantoro, M.Eng., Ph.D.
2. Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, MT.
Judul Tugas Akhir : **Desain Link Radio Komunikasi Frekuensi Tinggi dengan Metode Near Vertical Incidence Skywave (NVIS)**
(*High Frequency Radio Link Communication Design with Near Vertical Incidence Skywave (NVIS) Method*)

12 FEB 2019

Uraian Tugas Akhir :

Komunikasi radio *HF* adalah komunikasi radio yang memanfaatkan gelombang radio dengan kategori frekuensi tinggi. Frekuensi yang disebut sebagai frekuensi tinggi adalah gelombang radio yang memiliki rentang frekuensi antara 3 hingga 30 MHz. Propagasinya pun dipantulkan oleh atom yang terionisasi pada lapisan ionosfer. Dengan metode propagasi ini maka gelombang radio HF dapat diterima dalam jarak yang sangat jauh.


Pada rencana tugas akhir kali ini, penulis akan membuat rancangan link radio komunikasi *HF* dengan metode *Near Vertical Incidence Skywave* (NVIS). Yang nantinya penulis akan menguji frekuensi kerja HF terhadap waktu, merancang link budget kebutuhan telekomunikasi antara Surabaya dan Malang serta menguji performansi untuk Power Amplifier dan sistem telekomunikasi *HF* yang sudah ada.

Kata Kunci: Sistem komunikasi HF, *link budget*, NVIS.

Dosen Pembimbing I,


Dosen Pembimbing II,


Prof. Ir. Gamantyo Hendrantoro, M.Eng., Ph.D.
NIP : 197011111993031002


Dr. Ir. Achmad Mauludiyanto, M.T.
NIP : 196109031989031001


Mengetahui,
Ketua Program Studi S1,

Menyetujui,
Kepala Laboratorium Antena dan Propagasi,


Dede C. Riawan, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP: 1973111192000031001


Prof. Ir. Gamantyo Hendrantoro, M.Eng. Ph.D.
NIP : 197011111993031002

LAMPIRAN B

USRP & LNA



USRP N200 Series

Ethernet Software Radio Systems

The Ettus Research™ USRP™ enables engineers to rapidly design and implement powerful, flexible software radio systems. Paired with the appropriate RF daughterboard, the USRP systems can address software radio applications from DC to 6 GHz. The USRP N200 series builds on the success of the USRP2, offering higher performance and increased flexibility. The series comprises the USRP N210 for demanding applications and the USRP N200 for low cost solutions.

High-speed and high precision ADCs and DACs allow for wide band signals with a high dynamic range. A Gigabit Ethernet interface enables simultaneously sending up to 50 MHz of RF bandwidth in and out of the USRP software radio. The USRP N200 series features Xilinx® Spartan® 3A-DSP FPGAs which are optimized for DSP applications and allow processing complex waveforms at high sample rates. The USRP N210 is powered by an FPGA that offers 50% more resources than the USRP N200 enabling more complex code on the FPGA to match the needs of demanding applications.

On both models high sample rate processing, like digital up- and down conversion, takes place in the FPGA. Lower sample rate operations can be performed on the host computer, or in the FPGA, which contains a 32-bit RISC microprocessor. The USRP's configuration and firmware are stored in onboard Flash to allow for easy programming over the network.

The two onboard digital downconverters (DDCs) mix, filter, and decimate (from 100 MS/s) incoming signals in the FPGA. Two digital upconverters (DUCs) interpolate baseband signals to 100 MS/s before translating them to the selected output frequency. The DDCs and DUCs combined with the high sample rates also greatly simplify analog filtering requirements.

Multiple USRP systems can be connected together to form fully coherent multiple antenna systems for MIMO operation. The master oscillator can be locked to an external reference, and there is a 1 pulse per second (1PPS) input for precise timing applications. An optional internal GPSDO is also available.

Daughterboards mounted on the USRP provide flexible, fully integrated RF front-ends. A wide variety of daughterboards allows you to use different frequencies from DC to 6 GHz for a broad range of applications. Please refer to ettus.com for a complete list of compatible daughterboards.



FEATURES

- Two 100 MS/s 14-bit analog to digital converters
- Two 400 MS/s 16-bit digital to analog converters
- Digital downconverters with programmable decimation rates
- Digital upconverters with programmable interpolation rates
- Gigabit Ethernet Interface
- 2 Gbps high-speed serial interface for expansion
- Capable of processing signals up to 100 MHz wide
- Capable of streaming signals up to 50 MHz wide
- Modular architecture supports a wide variety of RF daughterboards
- Auxiliary analog and digital I/O support complex radio controls such as RSSI and AGC
- Fully coherent multi-channel systems (MIMO capable)
- 1 MB of on-board high-speed SRAM
- TCXO Frequency Reference
- Optional internal GPS locked reference oscillator

Tel: +1-650-967-2870 • Fax: +1-866-807-9801 • 1043 N. Shoreline Blvd Suite 100 Mountain View, CA 94043
sales@ettus.com • www.ettus.com

OPEN SOURCE

The USRP N200 series firmware, drivers, and FPGA design are open source. When combined with the open source GNU Radio software, you get an open software radio system enabling host-based signal processing on commodity platforms. No software or licenses need to be purchased. It provides a complete development environment to create your own radios.

The Universal Hardware Driver (UHD) provides support for the USRP hardware under Linux, Mac OS X and Windows sharing the same architecture to enable cross platform development. The UHD enables support for National Instruments LabVIEW™.

ORDERING INFORMATION

Model	Part Number
USRP N200.....	UN200-KIT
USRP N210.....	UN210-KIT

For a complete list of available models and accessories, please refer to ettus.com/order

ABOUT ETTUS RESEARCH

Ettus Research specializes in low cost, high quality software defined radio (SDR) systems. USRP systems all over the world enable users to address a broad range of research, academic, industrial, and defense applications. The USRP platform is designed to address applications that require RF modulations in frequencies up to 6GHz with wide bandwidths and MIMO setups. A few example application areas include white spaces, mobile phones, public safety radio, land mobiles, broadcast TV, FM radio, satellite navigation, and amateur radio bands. The company was founded in 2004 and is based in Mountain View, California. As of February 5, 2010, Ettus Research LLC operates as a wholly owned subsidiary of National Instruments Corporation (NASDAQ:NATI).

Tel: +1-650-967-2870
Fax: +1-866-807-9801
1043 N. Shoreline Blvd
Suite 100
Mountain View, CA 94043
sales@ettus.com
www.ettus.com



Ettus Research and USRP are trademarks of Ettus Research, LLC. National Instruments and LabVIEW are trademarks of National Instruments Corporation. Xilinx® and Spartan® are registered trademarks of Xilinx inc. Other product and company names mentioned are trademarks or trade names of their respective companies.

SPECIFICATIONS

Input

2 Input Channels or 1 I-Q Pair
Sample Rate: 100 Ms/s
Resolution: 14 bits
SFDR: 88 dB

Output

2 Output Channels or 1 I-Q Pair
Sample Rate: 100 Ms/s
Resolution: 16 bits
SFDR: 80+ dB

Timing & Synchronization

PPS Input: 3-5 V dc
Reference Clock: 5 or 10 MHz
Connector Type: SMA
MIMO Expansion port

Auxiliary I/O

High-Speed Digital I/O: 32 bits
Analog Input: 4 channels
Analog Output: 4 channels

FPGA

USRP N200: Xilinx® Spartan®3A-DSP1800
USRP N210: Xilinx® Spartan® 3A-DSP3400

Bandwidth

50 MHz Instantaneous bandwidth (8 bit mode)
25 MHz Instantaneous bandwidth (16 bit mode)
Full Duplex

Power Requirements

6VDC, 3A
(includes daughterboard requirements)

Supported Operating Systems

- Linux
- Mac OS X
- Windows

Coaxial Low Noise Amplifier

ZFL-1000LN+
ZFL-1000LN

50Ω 0.1 to 1000 MHz



Features

- wideband, 0.1 to 1000 MHz
- low noise, 2.9 dB typ.
- protected by US Patent, 6,943,629

Applications

- VHF/UHF
- cellular
- small signal amplifier

CASE STYLE: Y460

Connectors	Model	Price	Qty.
SMA	ZFL-1000LN(+)	\$89.95	(1-9)
BRACKET (OPTION "B")		\$2.50	(1+)

+ RoHS compliant in accordance with EU Directive (2002/95/EC)

The + Suffix identifies RoHS Compliance. See our web site for RoHS Compliance methodologies and qualifications.

Low Noise Amplifier Electrical Specifications

MODEL NO.	FREQUENCY (MHz)		NOISE FIGURE (dB)	GAIN (dB)		MAXIMUM POWER (dBm)		INTERCEPT POINT (dBm)	VSWR (1) Typ.		DC POWER	
	f _l	f _h		Typ.	Min.	Total Range	Output (1 dB Compr.)		Input (no damage)	IP3 Typ.	In	Out
ZFL-1000LN(+)	0.1	1000	2.9	20	∞0.5	+3	+5	+14	1.5	2.0	15	60

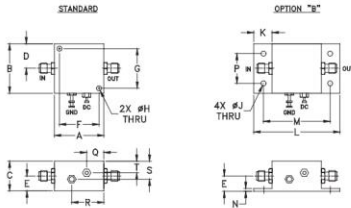
m = mid range [2 f_l to f_h/2]

Open load is not recommended, potentially can cause damage.
With no load denote max input power by 20 dB

Maximum Ratings

Operating Temperature -20°C to 71°C
Storage Temperature -55°C to 100°C
DC Voltage +17V Max.

Outline Drawing



Outline Dimensions (inches)

A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	wt.
1.25	1.25	.75	.63	.36	1.000	1.000	1.25	.125	.46	2.18	1.688	.06	.750	.50	.80	.45	.29	grams
31.75	31.75	19.05	16.00	9.14	25.40	25.40	3.18	3.18	11.68	55.37	42.88	1.52	19.05	12.70	20.32	11.43	7.37	38

Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED

minicircuits.com

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661 For detailed performance specs & shopping online see Mini-Circuits web site
The Design Engineers Search Engine Provides ACTUAL Data Instantly from MINI-CIRCUITS AS: www.minicircuits.com

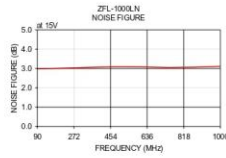
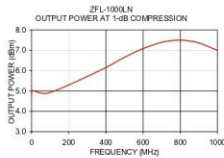
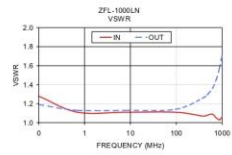
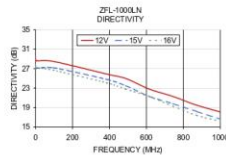
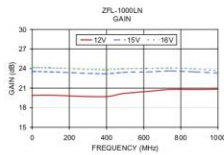
RF/MICROWAVE COMPONENTS

REV B
M101359
ZFL-1000LN
9/20/04
Page 1 of 2

Typical Performance Data/Curves

ZFL-1000LN+ ZFL-1000LN

FREQUENCY (MHz)	GAIN (dB)		DIRECTIVITY (dB)			VSWR (:1)		NOISE FIGURE (dB)	POUT at 1dB COMPR. (dBm)	
	12V	15V	16V	12V	15V	16V	IN			OUT
0.10	19.60	23.31	23.96	29.30	27.50	27.90	1.28	1.19	—	4.76
0.70	19.90	23.56	24.24	28.80	27.10	26.90	1.11	1.13	—	4.95
7.90	19.89	23.55	24.21	28.80	27.10	27.20	1.11	1.13	—	5.02
95.70	19.91	23.50	24.14	28.80	27.20	26.70	1.11	1.14	2.98	4.91
384.70	19.69	23.21	23.81	25.80	24.80	24.10	1.07	1.26	3.07	6.08
487.20	20.16	23.42	23.97	25.00	23.50	22.80	1.08	1.30	3.09	6.60
615.40	20.48	23.49	24.02	22.80	21.30	21.30	1.09	1.36	3.08	7.14
743.60	20.91	23.65	24.11	21.30	19.80	19.30	1.05	1.45	3.05	7.47
871.80	20.79	23.50	23.96	19.50	18.20	17.40	1.03	1.57	3.07	7.43
1000.00	20.84	23.32	23.66	18.10	16.60	16.20	1.06	1.71	3.11	7.00



P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661 For detailed performance specs & shopping online see Mini-Circuits web site
www.minicircuits.com The Design Engineers Search Engine Provides ACTUAL Data Instantly From MINI-CIRCUITS At: www.minicircuits.com

IT/RF MICROWAVE COMPONENTS

LAMPIRAN C

DATA SIMULASI PROPLAB

Hasil simulasi Proplab tanggal 11 Mei pukul 08:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	72.16231	-7.92991	112.7227	27.51203	78.9	186.4483	7
1	174.391	-8.65894	113.5604	8.763569	78.9	151.2083	7
-1	73.35614	-7.93982	112.715	26.91094	78.9	187.007	7
-1	166.119	-8.63514	113.4425	8.194315	78.9	154.6837	7
1	73.39596	-7.94173	112.729	27.33025	78.9	185.7995	7.2
1	178.8651	-8.68425	113.598	8.602076	78.9	150.4856	7.2
-1	74.633	-7.95196	112.7199	35.8284	78.9	186.4711	7.2
1	73.8533	-7.94669	112.7377	36.41509	78.9	185.011	7.4
-1	75.93954	-7.9643	112.7247	35.83901	78.9	185.9553	7.4
1	75.14241	-7.9586	112.741	36.2355	78.9	184.6449	7.6
-1	77.2776	-7.97688	112.7296	35.84069	78.9	185.4557	7.6
1	76.12197	-7.96786	112.7466	36.1845	78.9	184.1265	7.8
-1	78.6819	-7.9899	112.7333	35.8357	78.9	185.0599	7.8
1	77.79531	-7.98326	112.7512	36.05045	78.9	183.6637	8
-1	80.11786	-8.00322	112.7375	35.80798	78.9	184.6308	8
1	79.20915	-7.99632	112.7567	35.9356	78.9	183.159	8.2
-1	81.60962	-8.017	112.7417	35.76786	78.9	184.224	8.2
1	81.48156	-8.01708	112.7624	35.7571	78.9	182.6222	8.4
-1	83.16592	-8.03132	112.7458	35.71964	78.9	183.8357	8.4
1	82.69379	-8.02819	112.7673	35.65856	78.9	182.2148	8.6
-1	84.80848	-8.0464	112.7502	35.6525	78.9	183.4339	8.6
1	83.83102	-8.03862	112.7728	35.54873	78.9	181.7718	8.8
-1	86.52696	-8.06211	112.7542	35.57934	78.9	183.0693	8.8
1	85.20889	-8.05117	112.7784	35.42732	78.9	181.3221	9

-1	88.37404	-8.07893	112.758	35.49756	78.9	182.7331	9
1	87.31598	-8.07027	112.7868	35.19908	78.9	180.6899	9.2
-1	90.36746	-8.09708	112.7625	35.39331	78.9	182.3608	9.2
1	89.47079	-8.0897	112.7962	34.95993	78.9	180.0076	9.4
-1	92.5476	-8.11689	112.7674	35.2733	78.9	181.9673	9.4
1	91.68537	-8.10953	112.8086	34.66913	78.9	179.1509	9.6
-1	94.99594	-8.13907	112.7725	35.13711	78.9	181.5823	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 11 Mei pukul 09:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	81.31641	-7.97233	112.5441	37.09147	78.9	199.9661	7
-1	81.59943	-7.98057	112.5601	35.87238	78.9	198.5841	7
1	82.37237	-7.98434	112.5496	37.18272	78.9	199.256	7.2
-1	82.72333	-7.99284	112.5651	36.07682	78.9	197.9241	7.2
1	83.44423	-7.99644	112.5552	37.14228	78.9	198.5499	7.4
-1	83.87895	-8.00523	112.5698	36.24057	78.9	197.2982	7.4
1	84.55509	-8.0088	112.5608	37.22106	78.9	197.8532	7.6
-1	85.07381	-8.01789	112.5745	36.30116	78.9	196.6838	7.6
1	85.69997	-8.02144	112.5667	37.22005	78.9	197.1541	7.8
-1	86.30326	-8.03077	112.5791	36.33139	78.9	196.0854	7.8
1	86.85745	-8.03428	112.5733	37.12233	78.9	196.4188	8
-1	87.56826	-8.04392	112.5838	36.33848	78.9	195.493	8
1	88.0724	-8.04755	112.5799	37.01625	78.9	195.6924	8.2
-1	88.87304	-8.05743	112.5888	36.43616	78.9	194.8906	8.2
1	89.35777	-8.06145	112.587	37.00522	78.9	194.9456	8.4
-1	90.22839	-8.07144	112.5943	36.48076	78.9	194.2685	8.4
1	90.63758	-8.07541	112.595	36.94593	78.9	194.1534	8.6
-1	91.63625	-8.08587	112.5999	36.41776	78.9	193.6469	8.6
1	91.99123	-8.09016	112.6041	36.77329	78.9	193.2947	8.8

-1	93.11672	-8.10101	112.6061	36.34458	78.9	192.9941	8.8
1	93.39841	-8.10556	112.6148	36.59751	78.9	192.3488	9
-1	94.67212	-8.11681	112.6126	36.27832	78.9	192.3309	9
1	94.85487	-8.1216	112.6276	36.5324	78.9	191.2857	9.2
-1	96.33069	-8.13363	112.6201	36.29519	78.9	191.6159	9.2
1	96.62674	-8.14054	112.6422	36.24692	78.9	190.1118	9.4
-1	98.10362	-8.15156	112.6286	36.17498	78.9	190.8453	9.4
1	98.41311	-8.16007	112.662	35.89658	78.9	188.6409	9.6
-1	100.022	-8.17096	112.6388	35.9871	78.9	189.9814	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 11 Mei pukul 10:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	125.9	-8.04115	111.9458	36.84709	78.9	228.0488	7
-1	125.78	-8.03614	111.9427	35.64388	78.9	228.3395	7
1	124.6045	-8.05232	111.9721	37.00283	78.9	226.735	7.2
-1	124.0949	-8.04887	111.9751	35.92805	78.9	226.7577	7.2
1	123.6323	-8.06388	111.9955	37.34647	78.9	225.4834	7.4
-1	122.8435	-8.06169	112.0034	36.38466	78.9	225.2816	7.4
1	122.9573	-8.07568	112.0161	37.46983	78.9	224.3076	7.6
-1	121.9555	-8.07465	112.0281	36.60083	78.9	223.9022	7.6
1	122.5121	-8.08775	112.0346	37.57496	78.9	223.1869	7.8
-1	121.3774	-8.08777	112.0497	36.78371	78.9	222.6132	7.8
1	122.2282	-8.10017	112.052	37.65849	78.9	222.0902	8
-1	121.0263	-8.10117	112.0695	36.9461	78.9	221.3795	8
1	122.1517	-8.11296	112.0675	37.73188	78.9	221.047	8.2
-1	120.8891	-8.11476	112.0872	37.08139	78.9	220.2109	8.2
1	122.2051	-8.1261	112.0823	37.7833	78.9	220.0236	8.4
-1	120.9103	-8.12865	112.1038	37.21085	78.9	219.078	8.4
1	122.3902	-8.1397	112.0962	37.82953	78.9	219.0176	8.6

-1	121.1167	-8.14303	112.119	37.30954	78.9	217.9878	8.6
1	122.6935	-8.15377	112.1096	37.85545	78.9	218.023	8.8
-1	121.469	-8.15784	112.1332	37.3873	78.9	216.9279	8.8
1	123.1333	-8.16858	112.1225	37.87546	78.9	217.0319	9
-1	121.9652	-8.17334	112.1468	37.46096	78.9	215.879	9
1	123.6866	-8.18414	112.1352	37.8764	78.9	216.0308	9.2
-1	122.587	-8.18949	112.16	37.51311	78.9	214.8378	9.2
1	124.3418	-8.20058	112.1482	37.86999	78.9	215.0029	9.4
-1	123.3367	-8.2065	112.173	37.55386	78.9	213.7885	9.4
1	125.1086	-8.21816	112.1617	37.84713	78.9	213.9317	9.6
-1	124.2291	-8.22462	112.1861	37.41687	78.9	212.7188	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 11 Mei pukul 11:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	107.1725	-8.10963	112.2926	26.44737	78.9	211.1518	7
-1	104.4484	-8.11124	112.3452	25.04089	78.9	208.3849	7
1	108.5412	-8.12014	112.2861	26.62951	78.9	211.1534	7.2
-1	105.8784	-8.1223	112.3385	25.36844	78.9	208.417	7.2
1	109.9636	-8.13097	112.2793	26.78657	78.9	211.1663	7.4
-1	107.3403	-8.1337	112.3319	25.66747	78.9	208.4365	7.4
1	111.4259	-8.14218	112.2723	26.92244	78.9	211.1702	7.6
-1	108.8186	-8.14524	112.3252	25.90678	78.9	208.4546	7.6
1	112.9502	-8.15365	112.2647	27.03047	78.9	211.1978	7.8
-1	110.3559	-8.15715	112.3181	26.11881	78.9	208.4828	7.8
1	114.5315	-8.16554	112.2568	27.13382	78.9	211.2261	8
-1	111.9063	-8.16932	112.3112	26.31251	78.9	208.4926	8
1	116.1282	-8.17764	112.249	27.21063	78.9	211.244	8.2
-1	113.521	-8.18189	112.3039	26.4728	78.9	208.5141	8.2
1	117.7903	-8.19015	112.2407	27.27757	78.9	211.272	8.4

-1	115.1731	-8.19474	112.2963	26.61285	78.9	208.5371	8.4
1	119.5059	-8.20306	112.2321	27.33736	78.9	211.299	8.6
-1	116.8709	-8.20808	112.2888	26.73291	78.9	208.5451	8.6
1	121.3158	-8.21651	112.2228	27.37329	78.9	211.3444	8.8
-1	118.6174	-8.22171	112.2809	26.83496	78.9	208.5631	8.8
1	123.1747	-8.23038	112.2134	27.40551	78.9	211.3841	9
-1	120.4411	-8.23605	112.2729	26.91465	78.9	208.5696	9
1	125.1527	-8.24501	112.2031	27.41858	78.9	211.4376	9.2
-1	122.3472	-8.25105	112.2645	26.98572	78.9	208.5747	9.2
1	127.2392	-8.26036	112.1921	27.42138	78.9	211.499	9.4
-1	124.3296	-8.2667	112.2558	27.0391	78.9	208.5746	9.4
1	129.438	-8.27654	112.1805	27.41592	78.9	211.5617	9.6
-1	126.4239	-8.28318	112.2466	27.07561	78.9	208.5795	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 11 Mei pukul 12:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	104.079	-8.1357	112.4021	26.28522	78.9	204.6372	7
-1	101.473	-8.13738	112.4671	24.88479	78.9	200.9177	7
1	105.8655	-8.14605	112.3861	26.47516	78.9	205.2422	7.2
-1	103.2291	-8.14826	112.4514	25.21563	78.9	201.5762	7.2
1	107.7014	-8.15676	112.3701	26.63494	78.9	205.8209	7.4
-1	105.0229	-8.15962	112.4362	25.49596	78.9	202.1675	7.4
1	109.5633	-8.1675	112.3538	26.76941	78.9	206.3916	7.6
-1	106.8621	-8.17115	112.4207	25.74824	78.9	202.7571	7.6
1	111.5463	-8.17889	112.3366	26.8916	78.9	206.9728	7.8
-1	108.7415	-8.18294	112.4051	25.96545	78.9	203.3235	7.8
1	113.6192	-8.19073	112.3187	26.98783	78.9	207.5541	8
-1	110.6899	-8.19512	112.3891	26.1528	78.9	203.8828	8
1	115.7797	-8.20286	112.2999	27.07204	78.9	208.1526	8.2

-1	112.6977	-8.20763	112.3727	26.31761	78.9	204.4343	8.2
1	118.0184	-8.21534	112.2805	27.13904	78.9	208.7473	8.4
-1	114.7802	-8.22047	112.3556	26.45433	78.9	204.9907	8.4
1	120.3941	-8.22829	112.2596	27.19623	78.9	209.3748	8.6
-1	116.936	-8.23364	112.3379	26.58226	78.9	205.5516	8.6
1	122.9147	-8.2418	112.2373	27.23495	78.9	210.0258	8.8
-1	119.1923	-8.24733	112.3195	26.68068	78.9	206.1154	8.8
1	125.5628	-8.25566	112.2137	27.25897	78.9	210.7005	9
-1	121.5659	-8.26148	112.2998	26.7671	78.9	206.7041	9
1	128.4196	-8.27031	112.188	27.27755	78.9	211.4134	9.2
-1	124.086	-8.27647	112.2791	26.83168	78.9	207.2958	9.2
1	131.526	-8.28577	112.1596	27.27728	78.9	212.1801	9.4
-1	126.7427	-8.29199	112.257	26.88834	78.9	207.9126	9.4
1	134.9143	-8.30214	112.1284	27.27239	78.9	213.002	9.6
-1	129.6003	-8.30839	112.233	26.92351	78.9	208.5658	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 11 Mei pukul 13:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	97.09419	-8.11062	112.5092	26.74486	78.9	198.9956	7
-1	95.50249	-8.11354	112.5677	25.44676	78.9	195.279	7
1	98.88667	-8.12161	112.4917	26.91061	78.9	199.819	7.2
-1	97.23929	-8.12527	112.5515	25.74718	78.9	196.0855	7.2
1	100.7669	-8.13304	112.4736	27.05195	78.9	200.6353	7.4
-1	99.00929	-8.13719	112.5355	26.00894	78.9	196.8503	7.4
1	102.6329	-8.14405	112.4554	27.18702	78.9	201.4454	7.6
-1	100.8193	-8.14929	112.5195	26.23854	78.9	197.5905	7.6
1	104.6515	-8.15585	112.4358	27.28102	78.9	202.2765	7.8
-1	102.7092	-8.16169	112.5024	26.4313	78.9	198.3529	7.8
1	106.7745	-8.16808	112.4154	27.37006	78.9	203.114	8

-1	104.6587	-8.17435	112.485	26.59852	78.9	199.106	8
1	108.9992	-8.18063	112.394	27.43412	78.9	203.9683	8.2
-1	106.6865	-8.18736	112.467	26.74084	78.9	199.8599	8.2
1	111.3595	-8.19358	112.3709	27.4923	78.9	204.8579	8.4
-1	108.8024	-8.20072	112.448	26.86121	78.9	200.6254	8.4
1	113.8768	-8.20698	112.3461	27.52876	78.9	205.7889	8.6
-1	111.0199	-8.21445	112.428	26.97287	78.9	201.4119	8.6
1	116.5622	-8.22087	112.3194	27.558	78.9	206.7556	8.8
-1	113.3586	-8.22866	112.4067	27.05143	78.9	202.2218	8.8
1	119.4494	-8.2353	112.2905	27.57708	78.9	207.7711	9
-1	115.8459	-8.24344	112.3838	27.12419	78.9	203.0658	9
1	122.5994	-8.25042	112.2586	27.57677	78.9	208.857	9.2
-1	118.4965	-8.25891	112.3594	27.17444	78.9	203.9352	9.2
1	126.083	-8.26649	112.223	27.56543	78.9	210.0218	9.4
-1	121.3544	-8.27512	112.3327	27.21619	78.9	204.8567	9.4
1	129.9724	-8.28352	112.1827	27.5443	78.9	211.2909	9.6
-1	124.4643	-8.29229	112.3033	27.24384	78.9	205.8344	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 11 Mei pukul 14:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBU)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	93.78682	-8.06126	112.4632	36.98255	78.9	203.0143	7
-1	91.95449	-8.06693	112.5244	35.4884	78.9	198.9943	7
1	95.68929	-8.07276	112.4466	37.2067	78.9	203.724	7.2
-1	93.77163	-8.079	112.5094	35.82278	78.9	199.685	7.2
1	97.65161	-8.08444	112.4293	37.31153	78.9	204.4391	7.4
-1	95.63291	-8.09131	112.4941	36.03647	78.9	200.3552	7.4
1	99.69742	-8.09639	112.4111	37.39039	78.9	205.1681	7.6
-1	97.53845	-8.10377	112.4784	36.30662	78.9	201.0205	7.6
1	101.8311	-8.10864	112.3921	37.53826	78.9	205.9085	7.8

-1	99.50712	-8.11649	112.4622	36.55478	78.9	201.6884	7.8
1	104.0618	-8.12114	112.3719	37.71118	78.9	206.6719	8
-1	101.5359	-8.12941	112.4453	36.67778	78.9	202.3619	8
1	106.4083	-8.13396	112.3504	37.75414	78.9	207.4634	8.2
-1	103.6475	-8.14266	112.4276	36.89824	78.9	203.0468	8.2
1	108.8858	-8.14712	112.3274	37.77498	78.9	208.2886	8.4
-1	105.847	-8.15621	112.409	37.07573	78.9	203.7493	8.4
1	111.5153	-8.16069	112.3028	37.92342	78.9	209.1481	8.6
-1	108.1578	-8.17015	112.3891	37.14087	78.9	204.4797	8.6
1	114.3418	-8.17471	112.2758	37.99305	78.9	210.0675	8.8
-1	110.5976	-8.18461	112.3679	37.19514	78.9	205.2315	8.8
1	117.4197	-8.18942	112.246	37.97995	78.9	211.05	9
-1	113.1969	-8.19966	112.345	37.34448	78.9	206.0231	9
1	120.8091	-8.20484	112.2126	37.9553	78.9	212.1222	9.2
-1	115.9765	-8.21545	112.3204	37.46025	78.9	206.8437	9.2
1	124.5684	-8.22107	112.1749	38.07881	78.9	213.2918	9.4
-1	118.9965	-8.23204	112.2931	37.47424	78.9	207.7325	9.4
1	128.8695	-8.23858	112.1313	38.06613	78.9	214.5985	9.6
-1	122.2966	-8.24968	112.2629	37.50414	78.9	208.6799	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 11 Mei pukul 15:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	101.6966	-8.01927	112.246	38.91276	78.9	216.5679	7
-1	97.41699	-8.02652	112.3253	37.99001	78.9	212.1558	7
1	104.003	-8.03105	112.2269	38.95167	78.9	217.0638	7.2
-1	99.5675	-8.03859	112.3081	38.15548	78.9	212.6676	7.2
1	106.3812	-8.043	112.2071	38.98452	78.9	217.567	7.4
-1	101.7609	-8.05075	112.2905	38.36768	78.9	213.1769	7.4
1	108.8697	-8.0551	112.186	38.99905	78.9	218.1026	7.6

-1	104.0153	-8.06308	112.2722	38.51623	78.9	213.6907	7.6
1	111.4343	-8.06732	112.1641	39.01259	78.9	218.6457	7.8
-1	106.331	-8.07559	112.2533	38.58996	78.9	214.2051	7.8
1	114.1257	-8.07985	112.1409	39.00945	78.9	219.2092	8
-1	108.7334	-8.08836	112.2335	38.6499	78.9	214.7306	8
1	116.9637	-8.09264	112.1161	38.9939	78.9	219.8044	8.2
-1	111.2419	-8.10138	112.2126	38.67722	78.9	215.2788	8.2
1	119.985	-8.10574	112.0892	38.9703	78.9	220.4415	8.4
-1	113.856	-8.11479	112.1907	38.70023	78.9	215.8327	8.4
1	123.2349	-8.11928	112.0599	38.93535	78.9	221.127	8.6
-1	116.6144	-8.12862	112.1674	38.70851	78.9	216.4127	8.6
1	126.7454	-8.13327	112.0278	38.88538	78.9	221.8655	8.8
-1	119.5376	-8.1429	112.1423	38.7063	78.9	217.0226	8.8
1	130.6169	-8.14791	111.9918	38.82491	78.9	222.6794	9
-1	122.6844	-8.15781	112.115	38.69157	78.9	217.677	9
1	134.968	-8.16353	111.9509	38.753	78.9	223.5824	9.2
-1	126.0655	-8.17346	112.0854	38.66433	78.9	218.3634	9.2
1	139.9581	-8.1799	111.9028	38.66317	78.9	224.6317	9.4
-1	129.7913	-8.19012	112.0523	38.62053	78.9	219.1134	9.4
1	145.8768	-8.19748	111.8448	38.47741	78.9	225.8722	9.6
-1	133.9465	-8.20801	112.0149	38.56251	78.9	219.9385	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 11 Mei pukul 16:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	121.1854	-7.99618	111.9629	39.46214	78.9	229.2157	7
-1	113.5895	-8.00058	112.0606	39.34494	78.9	225.4898	7
1	123.9671	-8.00732	111.9393	39.42457	78.9	229.5643	7.2
-1	116.158	-8.0119	112.0391	39.30303	78.9	225.8608	7.2
1	126.8737	-8.01856	111.9143	39.31621	78.9	229.9371	7.4

-1	118.7773	-8.02335	112.0172	39.2464	78.9	226.2275	7.4
1	129.8719	-8.02992	111.8884	39.19959	78.9	230.317	7.6
-1	121.4892	-8.03489	111.9943	39.19476	78.9	226.6106	7.6
1	133.0095	-8.04143	111.8611	39.11015	78.9	230.7175	7.8
-1	124.2919	-8.04668	111.9706	39.18369	78.9	226.996	7.8
1	136.382	-8.05313	111.8313	39.04973	78.9	231.1651	8
-1	127.1768	-8.05864	111.9461	39.16184	78.9	227.3845	8
1	139.9862	-8.06506	111.799	38.97972	78.9	231.6502	8.2
-1	130.2197	-8.07099	111.9201	39.13087	78.9	227.7906	8.2
1	143.8974	-8.07732	111.7636	38.89943	78.9	232.1835	8.4
-1	133.4411	-8.08357	111.8922	39.08841	78.9	228.2295	8.4
1	148.2205	-8.08999	111.724	38.75005	78.9	232.7838	8.6
-1	136.8812	-8.09655	111.8621	39.0351	78.9	228.6998	8.6
1	153.0477	-8.10296	111.679	38.50952	78.9	233.4694	8.8
-1	140.6564	-8.11033	111.8287	38.97068	78.9	229.2137	8.8
1	158.6284	-8.11628	111.6262	38.37772	78.9	234.2854	9
-1	144.7368	-8.12465	111.7924	38.83987	78.9	229.768	9
1	165.3404	-8.13018	111.5615	38.23161	78.9	235.2838	9.2
-1	149.2406	-8.13969	111.7518	38.62591	78.9	230.382	9.2
1	173.9331	-8.14435	111.4771	37.84483	78.9	236.5924	9.4
-1	154.4957	-8.15603	111.7037	38.49384	78.9	231.1101	9.4
1	186.3267	-8.1577	111.3524	37.39034	78.9	238.5219	9.6
-1	160.7189	-8.17403	111.646	38.36297	78.9	231.9704	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 11 Mei pukul 17:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	133.7828	-7.96411	111.7941	30.03807	78.9	235.5735	7
-1	125.3575	-7.97027	111.8929	30.05158	78.9	232.5102	7
1	136.4056	-7.97309	111.7715	29.96055	78.9	235.8171	7.2

-1	127.6764	-7.98005	111.874	30.00242	78.9	232.6911	7.2
----	----------	----------	---------	----------	------	----------	-----

Hasil simulasi Proplab tanggal 13 Mei pukul 07:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	74.86868	-7.93433	112.6164	29.7896	78.9	195.3421	7
-1	75.91663	-7.94976	112.639	29.47153	78.9	193.1862	7
1	76.29792	-7.94766	112.6165	29.76583	78.9	195.0437	7.2
-1	77.34883	-7.96335	112.6406	29.50437	78.9	192.8025	7.2
1	77.81054	-7.96141	112.6152	29.72964	78.9	194.8513	7.4
-1	78.8794	-7.97764	112.6414	29.52804	78.9	192.4836	7.4
1	79.46278	-7.97593	112.6119	29.68644	78.9	194.801	7.6
-1	80.49686	-7.99254	112.6415	29.52131	78.9	192.225	7.6
1	81.26345	-7.99126	112.6065	29.6192	78.9	194.9003	7.8
-1	82.23409	-8.00832	112.6405	29.50583	78.9	192.0389	7.8
1	83.24396	-8.00747	112.5981	29.54152	78.9	195.1975	8
-1	84.10775	-8.02511	112.6384	29.476	78.9	191.9256	8
1	85.49071	-8.02489	112.5852	29.44888	78.9	195.7747	8.2
-1	86.16789	-8.04329	112.6348	29.43234	78.9	191.9087	8.2
1	88.08476	-8.04357	112.5657	29.32989	78.9	196.7491	8.4
-1	88.47611	-8.06334	112.6292	29.37211	78.9	191.9983	8.4
1	91.30849	-8.064	112.534	29.17944	78.9	198.4368	8.6
-1	91.12317	-8.0859	112.6208	29.29546	78.9	192.24	8.6
1	96.08918	-8.08621	112.4694	28.97372	78.9	201.9937	8.8
-1	94.2716	-8.11213	112.6081	29.19804	78.9	192.6913	8.8
1	111.4301	-8.09602	112.2021	28.49286	78.9	215.9399	9
-1	98.2318	-8.14424	112.5888	29.07085	78.9	193.4466	9
1	74.14631	-7.8472	112.4345	34.97751	78.9	212.5118	9.2
-1	103.8187	-8.18747	112.5544	28.89966	78.9	194.8568	9.2

1	73.38306	-7.84885	112.4502	35.0052	78.9	211.2918	9.4
-1	113.9554	-8.26013	112.4777	28.62611	78.9	197.914	9.4
1	71.31056	-7.83225	112.4589	35.04957	78.9	211.4089	9.6
-1	66.36654	-7.77237	112.4487	34.96585	78.9	215.2385	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 13 Mei pukul 08:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	71.73744	-7.92556	112.7184	20.37996	78.9	186.8668	7
1	172.2628	8.64625	113.5435	10.9583	78.9	151.5213	7
-1	73.17503	7.93774	112.7115	19.63917	78.9	187.3291	7
-1	164.6801	8.62836	113.4263	9.207001	78.9	155.1301	7

Hasil simulasi Proplab tanggal 13 Mei pukul 09:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	80.82858	7.96756	112.5439	28.15881	78.9	200.1136	7
-1	81.09406	-7.9761	112.5611	27.10957	78.9	198.6229	7
1	81.90488	7.97955	112.5486	28.28206	78.9	199.4482	7.2
-1	82.24155	7.98841	112.5655	27.33078	78.9	198.0016	7.2
1	83.01331	7.99174	112.5534	28.38045	78.9	198.7956	7.4
-1	83.41547	8.00084	112.5697	27.53232	78.9	197.401	7.4
1	84.13882	8.00409	112.5584	28.45072	78.9	198.1353	7.6
-1	84.62215	8.01348	112.5739	27.70569	78.9	196.8192	7.6
1	85.29954	8.01672	112.5636	28.52683	78.9	197.4745	7.8
-1	85.86493	8.02635	112.578	27.85413	78.9	196.2521	7.8
1	86.48827	8.02965	112.5693	28.57755	78.9	196.7924	8
-1	87.15312	8.03956	112.5821	27.98245	78.9	195.7011	8

1	87.74789	8.04311	112.575	28.61693	78.9	196.1216	8.2
-1	88.47654	8.05309	112.5864	28.07989	78.9	195.1395	8.2
1	89.00893	8.05668	112.5813	28.64129	78.9	195.4186	8.4
-1	89.85002	8.06712	112.5912	28.1705	78.9	194.5567	8.4
1	90.35187	8.07099	112.5881	28.64961	78.9	194.6965	8.6
-1	91.27931	8.08163	112.5961	28.23416	78.9	193.9724	8.6
1	91.71543	8.08571	112.5962	28.64581	78.9	193.8954	8.8
-1	92.77876	8.09679	112.6013	28.2834	78.9	193.3736	8.8
1	93.16206	8.10125	112.6053	28.63089	78.9	193.0411	9
-1	94.36194	8.11273	112.6071	28.31467	78.9	192.7491	9
1	94.70589	8.11791	112.6163	28.59914	78.9	192.0737	9.2
-1	96.02976	8.12954	112.6137	28.3393	78.9	192.079	9.2
1	96.25724	8.13501	112.6305	28.55657	78.9	190.9287	9.4
-1	97.82604	8.14757	112.6212	28.34196	78.9	191.3628	9.4
1	98.22205	8.15598	112.6472	28.49538	78.9	189.6143	9.6
-1	99.77239	8.16713	112.6302	28.3265	78.9	190.5602	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 13 Mei pukul 10:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	115.288	-8.03739	112.0763	27.0932	78.9	223.4325	7
-1	112.156	-8.03301	112.1134	25.8785	78.9	222.0929	7
1	114.9571	-8.04849	112.0928	27.26529	78.9	222.3553	7.2
-1	111.9654	-8.04549	112.1302	26.1494	78.9	220.9145	7.2
1	114.8618	-8.05985	112.1068	27.40596	78.9	221.36	7.4
-1	111.939	-8.05806	112.1455	26.412	78.9	219.7958	7.4
1	114.9238	-8.0715	112.1195	27.52154	78.9	220.4112	7.6
-1	112.1131	-8.07086	112.1587	26.62583	78.9	218.7563	7.6

1	115.1325	-8.08348	112.131	27.62676	78.9	219.5038	7.8
-1	112.4335	-8.08387	112.1706	26.82512	78.9	217.774	7.8
1	115.4833	-8.09579	112.1412	27.7116	78.9	218.6402	8
-1	112.8797	-8.09705	112.1814	26.98169	78.9	216.8435	8
1	115.9288	-8.10844	112.1508	27.78005	78.9	217.7966	8.2
-1	113.4414	-8.11052	112.1912	27.12709	78.9	215.9522	8.2
1	116.4947	-8.12153	112.1596	27.83033	78.9	216.9804	8.4
-1	114.1027	-8.12439	112.2004	27.25158	78.9	215.084	8.4
1	117.1504	-8.13508	112.168	27.87158	78.9	216.1749	8.6
-1	114.8738	-8.13864	112.2089	27.34735	78.9	214.2484	8.6
1	117.8979	-8.14915	112.1761	27.89979	78.9	215.3774	8.8
-1	115.7437	-8.15339	112.2169	27.43427	78.9	213.4314	8.8
1	118.7338	-8.16386	112.1841	27.91935	78.9	214.5753	9
-1	116.7062	-8.16881	112.2248	27.50173	78.9	212.6118	9
1	119.6782	-8.1794	112.1919	27.92033	78.9	213.7671	9.2
-1	117.776	-8.18496	112.2324	27.55149	78.9	211.796	9.2
1	120.693	-8.19579	112.2002	27.90579	78.9	212.923	9.4
-1	118.9361	-8.20197	112.2403	27.59439	78.9	210.9594	9.4
1	121.8454	-8.21353	112.2088	27.87721	78.9	212.044	9.6
-1	120.2153	-8.22014	112.2485	27.61557	78.9	210.0941	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 13 Mei pukul 11:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	106.1749	-8.10312	112.2992	26.48548	78.9	211.0169	7
-1	103.4474	-8.10521	112.3531	25.10712	78.9	208.1397	7
1	107.5738	-8.11363	112.2922	26.67624	78.9	211.0475	7.2
-1	104.9049	-8.11632	112.346	25.4308	78.9	208.1974	7.2
1	109.0452	-8.12459	112.2847	26.83687	78.9	211.0891	7.4
-1	106.4002	-8.12771	112.3387	25.71484	78.9	208.2555	7.4

1	110.548	-8.13576	112.277	26.96834	78.9	211.133	7.6
-1	107.9192	-8.13928	112.3313	25.96847	78.9	208.312	7.6
1	112.112	-8.14732	112.2688	27.08321	78.9	211.1848	7.8
-1	109.4773	-8.15124	112.3239	26.18144	78.9	208.3568	7.8
1	113.7164	-8.15916	112.2604	27.1761	78.9	211.2389	8
-1	111.0732	-8.16344	112.3162	26.36047	78.9	208.4081	8
1	115.3713	-8.17132	112.2517	27.2592	78.9	211.298	8.2
-1	112.7147	-8.17602	112.3083	26.5172	78.9	208.4551	8.2
1	117.0891	-8.18388	112.2425	27.32004	78.9	211.3641	8.4
-1	114.4015	-8.18899	112.3003	26.66029	78.9	208.4978	8.4
1	118.8733	-8.1969	112.233	27.37537	78.9	211.433	8.6
-1	116.1293	-8.20219	112.292	26.77811	78.9	208.549	8.6
1	120.7303	-8.21033	112.2228	27.41088	78.9	211.5143	8.8
-1	117.9252	-8.21601	112.2835	26.87926	78.9	208.59	8.8
1	122.6589	-8.22428	112.2123	27.44066	78.9	211.5965	9
-1	119.8001	-8.23035	112.2745	26.95443	78.9	208.6405	9
1	124.6895	-8.23888	112.2011	27.45916	78.9	211.6879	9.2
-1	121.7519	-8.24537	112.2653	27.02487	78.9	208.6815	9.2
1	126.855	-8.25434	112.1889	27.45956	78.9	211.7924	9.4
-1	123.8003	-8.26109	112.2555	27.07817	78.9	208.7274	9.4
1	129.1559	-8.27063	112.1758	27.44745	78.9	211.9122	9.6
-1	125.9557	-8.2777	112.2454	27.11231	78.9	208.7674	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 13 Mei pukul 12:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBU)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	103.5513	-8.13029	112.4017	26.33079	78.9	204.7985	7
-1	100.9425	-8.13229	112.4672	24.93706	78.9	201.0302	7
1	105.3481	-8.14073	112.3858	26.51747	78.9	205.399	7.2
-1	102.7092	-8.14328	112.4515	25.28853	78.9	201.6824	7.2

1	107.2037	-8.15147	112.3694	26.68116	78.9	205.9913	7.4
-1	104.5142	-8.15467	112.4362	25.5614	78.9	202.2814	7.4
1	109.0722	-8.16231	112.3533	26.81155	78.9	206.5522	7.6
-1	106.3607	-8.16621	112.4206	25.80096	78.9	202.8765	7.6
1	111.0778	-8.17378	112.3358	26.93325	78.9	207.1425	7.8
-1	108.2507	-8.17807	112.405	26.01554	78.9	203.4443	7.8
1	113.1677	-8.18565	112.3177	27.02628	78.9	207.734	8
-1	110.2121	-8.19034	112.3889	26.20425	78.9	204.0044	8
1	115.3268	-8.19779	112.2991	27.11006	78.9	208.3246	8.2
-1	112.2292	-8.20285	112.3724	26.36517	78.9	204.5628	8.2
1	117.6203	-8.21042	112.279	27.17814	78.9	208.947	8.4
-1	114.3301	-8.21577	112.3551	26.49839	78.9	205.1264	8.4
1	120.0095	-8.22346	112.2581	27.23037	78.9	209.5707	8.6
-1	116.5026	-8.22905	112.3374	26.62093	78.9	205.6865	8.6
1	122.542	-8.23695	112.2357	27.2671	78.9	210.2265	8.8
-1	118.7808	-8.2428	112.3187	26.72142	78.9	206.2616	8.8
1	125.2432	-8.25099	112.2114	27.29647	78.9	210.9193	9
-1	121.176	-8.25707	112.2988	26.80311	78.9	206.8532	9
1	128.1449	-8.26583	112.1854	27.30771	78.9	211.6381	9.2
-1	123.725	-8.2722	112.2779	26.87202	78.9	207.451	9.2
1	131.2844	-8.28136	112.1567	27.30567	78.9	212.4137	9.4
-1	126.4284	-8.28789	112.2553	26.92188	78.9	208.085	9.4
1	134.7386	-8.29778	112.1246	27.29704	78.9	213.2641	9.6
-1	129.3188	-8.30442	112.231	26.95857	78.9	208.7451	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 13 Mei pukul 13:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	96.87061	-8.10585	112.5016	26.79651	78.9	199.5655	7
-1	95.23219	-8.109	112.5604	25.50062	78.9	195.8244	7

1	98.67055	-8.11691	112.4845	26.96571	78.9	200.3568	7.2
-1	96.97768	-8.12085	112.5448	25.80154	78.9	196.5876	7.2
1	100.5614	-8.12838	112.4666	27.09532	78.9	201.1554	7.4
-1	98.76235	-8.13282	112.5289	26.06628	78.9	197.3405	7.4
1	102.4508	-8.1396	112.4486	27.21836	78.9	201.9365	7.6
-1	100.5921	-8.145	112.5127	26.2897	78.9	198.0736	7.6
1	104.4901	-8.15152	112.4291	27.32524	78.9	202.751	7.8
-1	102.4827	-8.15746	112.4962	26.47814	78.9	198.801	7.8
1	106.6126	-8.16377	112.4091	27.40985	78.9	203.5622	8
-1	104.4436	-8.17022	112.4791	26.64595	78.9	199.5291	8
1	108.8577	-8.17644	112.3877	27.47289	78.9	204.4001	8.2
-1	106.4874	-8.18334	112.4611	26.78187	78.9	200.2656	8.2
1	111.2371	-8.18954	112.3648	27.52638	78.9	205.268	8.4
-1	108.6193	-8.1968	112.4423	26.90795	78.9	201.0166	8.4
1	113.7585	-8.20299	112.3403	27.56289	78.9	206.1756	8.6
-1	110.848	-8.21064	112.4225	27.00422	78.9	201.7815	8.6
1	116.4548	-8.21701	112.3139	27.59194	78.9	207.1175	8.8
-1	113.1977	-8.22494	112.4014	27.08865	78.9	202.5729	8.8
1	119.361	-8.23155	112.2851	27.60346	78.9	208.1176	9
-1	115.7064	-8.23992	112.3787	27.16007	78.9	203.3963	9
1	122.5404	-8.24689	112.2532	27.60638	78.9	209.1853	9.2
-1	118.3829	-8.25554	112.3543	27.21406	78.9	204.2549	9.2
1	126.0613	-8.26314	112.2176	27.59133	78.9	210.3407	9.4
-1	121.262	-8.27189	112.3277	27.24771	78.9	205.1639	9.4
1	129.9945	-8.28047	112.1773	27.56441	78.9	211.593	9.6
-1	124.3868	-8.28928	112.2987	27.27534	78.9	206.1124	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 13 Mei pukul 14:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
------	---------------	-----	-----	-----------------------	------------	---------	---------

1	93.8053	-8.05637	112.4514	27.72969	78.9	203.8735	7
-1	91.87584	-8.06234	112.5135	26.63955	78.9	199.81	7
1	95.72063	-8.06797	112.4351	27.85076	78.9	204.5445	7.2
-1	93.70617	-8.07446	112.4986	26.87711	78.9	200.4728	7.2
1	97.69888	-8.07972	112.418	27.94949	78.9	205.2304	7.4
-1	95.5766	-8.08677	112.4834	27.07799	78.9	201.1195	7.4
1	99.76013	-8.09178	112.4001	28.03668	78.9	205.9243	7.6
-1	97.49894	-8.09932	112.468	27.25315	78.9	201.7569	7.6
1	101.9124	-8.10409	112.3811	28.10116	78.9	206.6418	7.8
-1	99.48008	-8.11209	112.4519	27.40539	78.9	202.3983	7.8
1	104.1532	-8.11661	112.3611	28.14725	78.9	207.3789	8
-1	101.5268	-8.12512	112.4352	27.52711	78.9	203.0445	8
1	106.511	-8.12951	112.3399	28.19022	78.9	208.138	8.2
-1	103.6534	-8.1384	112.4176	27.62725	78.9	203.7121	8.2
1	108.9994	-8.14279	112.3173	28.20915	78.9	208.9257	8.4
-1	105.8578	-8.152	112.3992	27.71405	78.9	204.3824	8.4
1	111.6539	-8.15645	112.2927	28.22127	78.9	209.765	8.6
-1	108.1879	-8.16609	112.3796	27.77894	78.9	205.0835	8.6
1	114.5037	-8.17055	112.2657	28.21952	78.9	210.6618	8.8
-1	110.6502	-8.18072	112.3586	27.83203	78.9	205.8083	8.8
1	117.5956	-8.18536	112.2362	28.20589	78.9	211.6132	9
-1	113.257	-8.19581	112.3359	27.86815	78.9	206.5715	9
1	121.0038	-8.20091	112.203	28.18043	78.9	212.6532	9.2
-1	116.0673	-8.21171	112.3112	27.89613	78.9	207.3804	9.2
1	124.8115	-8.21736	112.1653	28.14544	78.9	213.8021	9.4
-1	119.1068	-8.22849	112.2842	27.90269	78.9	208.2356	9.4
1	129.1635	-8.23502	112.1215	28.08566	78.9	215.0929	9.6
-1	122.441	-8.2464	112.2542	27.89607	78.9	209.1541	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 13 Mei pukul 15:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	101.9205	-8.01403	112.2356	28.94834	78.9	217.2793	7
-1	97.50073	-8.02142	112.3159	28.24005	78.9	212.8519	7
1	104.2454	-8.02583	112.2164	28.99235	78.9	217.7623	7.2
-1	99.67651	-8.0335	112.2984	28.36986	78.9	213.3593	7.2
1	106.6507	-8.03778	112.1964	29.02354	78.9	218.2596	7.4
-1	101.883	-8.0457	112.2808	28.4777	78.9	213.8517	7.4
1	109.1519	-8.04988	112.1753	29.03586	78.9	218.7782	7.6
-1	104.1506	-8.05803	112.2624	28.56685	78.9	214.3522	7.6
1	111.74	-8.06215	112.1533	29.04762	78.9	219.3072	7.8
-1	106.4897	-8.07055	112.2434	28.63285	78.9	214.86	7.8
1	114.4677	-8.07468	112.1297	29.04836	78.9	219.8685	8
-1	108.9208	-8.08332	112.2233	28.67876	78.9	215.3834	8
1	117.3258	-8.08749	112.1048	29.02615	78.9	220.4479	8.2
-1	111.4373	-8.0964	112.2026	28.71774	78.9	215.9077	8.2
1	120.3754	-8.10065	112.0778	28.99676	78.9	221.0697	8.4
-1	114.0806	-8.10983	112.1804	28.74476	78.9	216.4563	8.4
1	123.6621	-8.11419	112.0482	28.95685	78.9	221.7465	8.6
-1	116.8618	-8.12365	112.1569	28.74472	78.9	217.0269	8.6
1	127.2149	-8.12819	112.0158	28.90873	78.9	222.4776	8.8
-1	119.818	-8.13804	112.1317	28.7368	78.9	217.6237	8.8
1	131.1594	-8.14289	111.9791	28.84659	78.9	223.2913	9
-1	122.979	-8.15301	112.1044	28.72025	78.9	218.2562	9
1	135.606	-8.15848	111.9372	28.76926	78.9	224.2042	9.2
-1	126.416	-8.16877	112.0743	28.68739	78.9	218.94	9.2
1	140.7136	-8.17493	111.8881	28.67457	78.9	225.258	9.4
-1	130.2105	-8.18556	112.0407	28.64282	78.9	219.6887	9.4

1	146.8424	-8.19272	111.8281	28.55987	78.9	226.5197	9.6
-1	134.4254	-8.20368	112.003	28.58312	78.9	220.4972	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 13 Mei pukul 16:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	121.4567	-7.99034	111.9546	29.68253	78.9	229.7272	7
-1	113.7013	-7.99485	112.0535	29.37465	78.9	225.9922	7
1	124.3261	-8.00144	111.93	29.65765	78.9	230.098	7.2
-1	116.2881	-8.00614	112.0319	29.4034	78.9	226.36	7.2
1	127.2328	-8.01263	111.9051	29.62378	78.9	230.4582	7.4
-1	118.946	-8.0175	112.0095	29.41535	78.9	226.7361	7.4
1	130.2681	-8.0239	111.8788	29.57884	78.9	230.841	7.6
-1	121.6725	-8.02904	111.9866	29.41693	78.9	227.1105	7.6
1	133.4876	-8.03537	111.8506	29.52679	78.9	231.2556	7.8
-1	124.5224	-8.04078	111.9623	29.40482	78.9	227.5047	7.8
1	136.9074	-8.047	111.8203	29.46253	78.9	231.7051	8
-1	127.4749	-8.05272	111.937	29.38403	78.9	227.9065	8
1	140.5866	-8.05888	111.7872	29.39024	78.9	232.1971	8.2
-1	130.5558	-8.06501	111.9106	29.349	78.9	228.3147	8.2
1	144.6196	-8.07112	111.7506	29.30607	78.9	232.7476	8.4
-1	133.8411	-8.07757	111.882	29.30465	78.9	228.7615	8.4
1	149.0479	-8.08362	111.7098	29.21076	78.9	233.3631	8.6
-1	137.3889	-8.09069	111.8508	29.24963	78.9	229.2437	8.6
1	154.0577	-8.09652	111.6629	29.10087	78.9	234.0744	8.8
-1	141.196	-8.10428	111.8171	29.18105	78.9	229.7596	8.8
1	159.9019	-8.10966	111.6073	28.97108	78.9	234.9334	9
-1	145.3946	-8.11857	111.7795	29.10131	78.9	230.3319	9
1	166.9758	-8.1233	111.5388	28.81596	78.9	235.9858	9.2
-1	150.0567	-8.13362	111.7372	29.00567	78.9	230.97	9.2

1	176.2218	-8.13693	111.4475	28.61727	78.9	237.3966	9.4
-1	155.494	-8.15001	111.6873	28.89344	78.9	231.7189	9.4
1	190.1639	-8.14883	111.3065	28.33466	78.9	239.5664	9.6
-1	162.0385	-8.16806	111.6262	28.75437	78.9	232.628	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 13 Mei pukul 17:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBU)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	133.6147	-7.95678	111.7909	30.05911	78.9	235.9464	7
-1	124.981	-7.96342	111.892	30.0797	78.9	232.8172	7
1	136.2792	-7.96565	111.7678	29.97958	78.9	236.1999	7.2
-1	127.3496	-7.9731	111.8724	30.02879	78.9	233.0153	7.2
1	139.0456	-7.97443	111.7435	29.89361	78.9	236.4756	7.4
-1	129.8259	-7.98288	111.8517	29.9699	78.9	233.2343	7.4
1	141.9335	-7.98306	111.7179	29.80085	78.9	236.7792	7.6
-1	132.3987	-7.99271	111.83	29.90337	78.9	233.4729	7.6
1	145.1662	-7.99158	111.6885	29.6988	78.9	237.163	7.8
-1	135.0282	-8.00263	111.8077	29.82974	78.9	233.7131	7.8
1	148.5789	-7.9998	111.657	29.58766	78.9	237.5883	8
-1	137.7828	-8.0127	111.7842	29.74797	78.9	233.9732	8
1	152.3352	-8.00748	111.6216	29.46483	78.9	238.0983	8.2
-1	140.7766	-8.02303	111.7582	29.65755	78.9	234.2774	8.2
1	156.5742	-8.01424	111.5807	29.32647	78.9	238.7326	8.4
-1	144.0022	-8.03348	111.7297	29.5571	78.9	234.6265	8.4
1	161.4857	-8.01923	111.5318	29.16628	78.9	239.5507	8.6
-1	147.5062	-8.04422	111.6985	29.44516	78.9	235.0193	8.6
1	167.5446	-8.02012	111.469	28.97119	78.9	240.7143	8.8
-1	151.3882	-8.05504	111.6632	29.31853	78.9	235.4856	8.8
1	176.0589	-8.00885	111.3752	28.70492	78.9	242.705	9
-1	155.8541	-8.06604	111.6217	29.17184	78.9	236.0612	9

1	194.0355	-7.9143	111.154	28.15855	78.9	248.7559	9.2
-1	161.2182	-8.07665	111.5704	28.99384	78.9	236.8288	9.2
1	89.91911	-7.8637	112.2264	34.58624	78.9	224.272	9.4
-1	168.4159	-8.08491	111.4982	28.7564	78.9	238.0388	9.4
1	85.05802	-7.85434	112.2808	34.66129	78.9	221.8724	9.6
-1	181.818	-8.06398	111.3454	28.30214	78.9	241.4569	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 14 Mei pukul 07:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	74.92434	-7.93425	112.6142	29.78654	78.9	195.5203	7
-1	75.94921	-7.94967	112.6374	29.47095	78.9	193.3216	7
1	76.37289	-7.94774	112.6142	29.76239	78.9	195.2255	7.2
-1	77.40615	-7.96346	112.6388	29.5019	78.9	192.9453	7.2
1	77.8811	-7.96146	112.6129	29.72596	78.9	195.0305	7.4
-1	78.91753	-7.97763	112.6398	29.51912	78.9	192.6094	7.4
1	79.54187	-7.97605	112.6096	29.68244	78.9	194.9786	7.6
-1	80.54547	-7.99262	112.6398	29.51997	78.9	192.3534	7.6
1	81.33992	-7.99134	112.6041	29.61475	78.9	195.078	7.8
-1	82.28145	-8.00839	112.6388	29.50374	78.9	192.1648	7.8
1	83.32065	-8.00756	112.5958	29.53647	78.9	195.3646	8
-1	84.15824	-8.02522	112.6367	29.47411	78.9	192.0483	8
1	85.57475	-8.025	112.5828	29.44152	78.9	195.943	8.2
-1	86.23241	-8.0435	112.633	29.42833	78.9	192.033	8.2
1	88.15377	-8.04348	112.5633	29.32457	78.9	196.9193	8.4
-1	88.5426	-8.06355	112.6273	29.3686	78.9	192.1285	8.4
1	91.44184	-8.0642	112.5308	29.17469	78.9	198.6426	8.6

-1	91.20447	-8.08624	112.6189	29.29098	78.9	192.3615	8.6
1	96.32592	-8.08654	112.4645	28.96124	78.9	202.2824	8.8
-1	94.37534	-8.11264	112.6061	29.19271	78.9	192.8146	8.8
1	113.4237	-8.0939	112.169	28.44921	78.9	217.4987	9
-1	98.37351	-8.145	112.5864	29.06547	78.9	193.5795	9
1	74.32454	-7.84877	112.4339	34.96767	78.9	212.4777	9.2
-1	104.0402	-8.18876	112.5515	28.89125	78.9	195.0087	9.2
1	73.48539	-7.84958	112.4497	34.99727	78.9	211.301	9.4
-1	114.4723	-8.26326	112.4723	28.61177	78.9	198.1459	9.4
1	70.65417	-7.82663	112.4611	35.08429	78.9	211.5082	9.6
-1	65.426	-7.76376	112.4512	34.98991	78.9	215.524	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 14 Mei pukul 09:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	80.59614	-	112.5434	28.16334	78.9	200.2103	7
-1	80.85654	-	112.5613	27.13705	78.9	198.662	7
1	81.69437	-	112.5477	28.30029	78.9	199.5749	7.2
-1	82.00368	-	112.5655	27.35495	78.9	198.0487	7.2
1	82.80516	-	112.5523	28.39942	78.9	198.9317	7.4
-1	83.18282	-	112.5697	27.55655	78.9	197.4547	7.4
1	83.94334	-	112.557	28.48397	78.9	198.2952	7.6
-1	84.41175	-	112.5733	27.73625	78.9	196.9095	7.6
1	85.11884	-	112.5618	28.55455	78.9	197.657	7.8
-1	85.66962	-	112.577	27.88471	78.9	196.3661	7.8
1	86.32098	-	112.5671	28.59985	78.9	197.0004	8
-1	86.9519	-	112.581	28.00176	78.9	195.8194	8
1	87.58286	-	112.5724	28.63922	78.9	196.3465	8.2

-1	88.28349	8.05093	112.5851	28.10859	78.9	195.2719	8.2
1	88.86237	8.05446	112.5782	28.65887	78.9	195.6726	8.4
-1	89.66176	8.06495	112.5895	28.18949	78.9	194.7064	8.4
1	90.21632	8.06878	112.5845	28.66669	78.9	194.9798	8.6
-1	91.1058	8.07951	112.594	28.24958	78.9	194.1463	8.6
1	91.59603	8.08355	112.592	28.66711	78.9	194.2149	8.8
-1	92.62176	8.09477	112.599	28.30185	78.9	193.5615	8.8
1	93.0425	8.09905	112.6006	28.64484	78.9	193.3856	9
-1	94.20045	-8.1106	112.6043	28.33732	78.9	192.965	9
1	94.58145	8.11562	112.611	28.61959	78.9	192.4536	9.2
-1	95.89123	8.12756	112.6104	28.35369	78.9	192.3178	9.2
1	96.18547	-8.1331	112.6241	28.57547	78.9	191.366	9.4
-1	97.69888	8.14564	112.6174	28.35634	78.9	191.6275	9.4
1	98.06976	8.15337	112.6401	28.51036	78.9	190.094	9.6
-1	99.65611	8.16525	112.6258	28.34115	78.9	190.852	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 14 Mei pukul 10:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	115.6044	-8.03419	112.0688	27.11287	78.9	223.8523	7
-1	112.4449	-8.02982	112.106	25.90459	78.9	222.5229	7
1	115.2884	-8.04538	112.0849	27.28584	78.9	222.7879	7.2
-1	112.1793	-8.04222	112.1235	26.1748	78.9	221.3217	7.2
1	115.1613	-8.0567	112.0992	27.42649	78.9	221.7906	7.4
-1	112.1447	-8.05486	112.1387	26.42973	78.9	220.2036	7.4
1	115.2305	-8.06841	112.1116	27.54989	78.9	220.8503	7.6
-1	112.3042	-8.06768	112.152	26.6608	78.9	219.1639	7.6
1	115.4306	-8.08035	112.1229	27.64754	78.9	219.9509	7.8

-1	112.6174	-8.08066	112.1638	26.84795	78.9	218.1881	7.8
1	115.7664	-8.09267	112.1332	27.72726	78.9	219.0873	8
-1	113.056	-8.09388	112.1745	27.01392	78.9	217.2573	8
1	116.2225	-8.10534	112.1425	27.79999	78.9	218.2564	8.2
-1	113.6209	-8.10737	112.1841	27.15474	78.9	216.3746	8.2
1	116.7942	-8.11842	112.151	27.84938	78.9	217.4541	8.4
-1	114.2871	-8.12118	112.193	27.27385	78.9	215.5232	8.4
1	117.4568	-8.13197	112.1591	27.89076	78.9	216.6615	8.6
-1	115.0633	-8.13551	112.2013	27.37331	78.9	214.6914	8.6
1	118.2194	-8.14603	112.1667	27.92168	78.9	215.8829	8.8
-1	115.9284	-8.15032	112.2092	27.45095	78.9	213.8718	8.8
1	119.083	-8.1608	112.1741	27.93052	78.9	215.1035	9
-1	116.9016	-8.16579	112.2168	27.52274	78.9	213.0624	9
1	120.0482	-8.17636	112.1813	27.93196	78.9	214.3163	9.2
-1	117.9746	-8.18192	112.2241	27.57268	78.9	212.2585	9.2
1	121.1125	-8.1928	112.1887	27.9177	78.9	213.5125	9.4
-1	119.1546	-8.19896	112.2315	27.60679	78.9	211.4424	9.4
1	122.2858	-8.21051	112.1966	27.8921	78.9	212.6634	9.6
-1	120.4683	-8.2172	112.2389	27.63273	78.9	210.6066	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 14 Mei pukul 11:00

Type	Distance	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	105.688	-8.09994	112.3025	26.52615	78.9	210.9497	7
-1	102.9548	-8.10227	112.357	25.15546	78.9	208.0136	7
1	107.0984	-8.11044	112.2953	26.70654	78.9	210.993	7.2
-1	104.4334	-8.11333	112.3494	25.46142	78.9	208.1007	7.2
1	108.5834	-8.12139	112.2875	26.86091	78.9	211.0495	7.4
-1	105.9402	-8.12477	112.342	25.73495	78.9	208.1658	7.4
1	110.1211	-8.13265	112.2793	26.99567	78.9	211.1135	7.6

-1	107.4665	-8.13635	112.3344	25.98537	78.9	208.2304	7.6
1	111.7007	-8.14416	112.2708	27.10392	78.9	211.1851	7.8
-1	109.0475	-8.14828	112.3265	26.20769	78.9	208.3025	7.8
1	113.3396	-8.15605	112.2619	27.19863	78.9	211.2616	8
-1	110.6562	-8.16052	112.3187	26.38874	78.9	208.3628	8
1	115.0069	-8.16821	112.2529	27.27567	78.9	211.3314	8.2
-1	112.3211	-8.1731	112.3104	26.54673	78.9	208.4329	8.2
1	116.7346	-8.18079	112.2436	27.34475	78.9	211.4029	8.4
-1	114.0244	-8.18609	112.3021	26.68752	78.9	208.4886	8.4
1	118.5533	-8.19381	112.2334	27.39176	78.9	211.4988	8.6
-1	115.7784	-8.19936	112.2934	26.80467	78.9	208.5556	8.6
1	120.4303	-8.20728	112.223	27.43295	78.9	211.5907	8.8
-1	117.6004	-8.2132	112.2844	26.89506	78.9	208.6176	8.8
1	122.392	-8.22126	112.212	27.46256	78.9	211.6935	9
-1	119.4901	-8.22759	112.2752	26.97518	78.9	208.6748	9
1	124.4809	-8.23593	112.1998	27.47328	78.9	211.82	9.2
-1	121.4648	-8.2426	112.2656	27.04816	78.9	208.7367	9.2
1	126.6909	-8.25139	112.1869	27.47181	78.9	211.9543	9.4
-1	123.5399	-8.25834	112.2554	27.09308	78.9	208.8019	9.4
1	129.0389	-8.26767	112.173	27.46465	78.9	212.1051	9.6
-1	125.7261	-8.27501	112.2448	27.13269	78.9	208.8595	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 14 Mei pukul 12:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	103.2905	8.12764	112.4016	26.35866	78.9	204.8746	7
-1	100.6817	8.12979	112.4672	24.96936	78.9	201.0845	7
1	105.0974	8.13813	112.3855	26.53408	78.9	205.479	7.2
-1	102.4464	8.14079	112.4517	25.31499	78.9	201.7322	7.2
1	106.9457	8.14885	112.3693	26.7033	78.9	206.0648	7.4

-1	104.2706	-8.1522	112.436	25.58628	78.9	202.3538	7.4
1	108.8252	8.15974	112.3531	26.83658	78.9	206.6291	7.6
-1	106.1152	-8.1638	112.4206	25.83232	78.9	202.9354	7.6
1	110.8555	-8.1713	112.3354	26.95779	78.9	207.2306	7.8
-1	108.0179	8.17571	112.4048	26.04389	78.9	203.5094	7.8
1	112.9588	8.18324	112.3172	27.04911	78.9	207.8244	8
-1	109.9725	8.18794	112.3888	26.2326	78.9	204.0658	8
1	115.1106	8.19534	112.2986	27.1295	78.9	208.4113	8.2
-1	112.0026	8.20053	112.3722	26.38448	78.9	204.6271	8.2
1	117.3945	8.20797	112.2787	27.19727	78.9	209.0222	8.4
-1	114.1083	-8.2135	112.355	26.52706	78.9	205.1871	8.4
1	119.8178	8.22106	112.2574	27.2438	78.9	209.6676	8.6
-1	116.29	8.22677	112.3371	26.64147	78.9	205.7562	8.6
1	122.3669	8.23459	112.2347	27.28075	78.9	210.3299	8.8
-1	118.5793	8.24058	112.3182	26.74172	78.9	206.3342	8.8
1	125.083	8.24866	112.2104	27.30639	78.9	211.0266	9
-1	120.9949	8.25494	112.2982	26.82522	78.9	206.9315	9
1	127.9991	8.26351	112.1841	27.32303	78.9	211.752	9.2
-1	123.545	8.27004	112.2773	26.88803	78.9	207.5316	9.2
1	131.1821	8.27916	112.1549	27.3226	78.9	212.542	9.4
-1	126.2641	8.28582	112.2546	26.94158	78.9	208.1669	9.4
1	134.6616	8.29571	112.1227	27.31051	78.9	213.3927	9.6
-1	129.1686	8.30247	112.2303	26.97221	78.9	208.8232	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 14 Mei pukul 13:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	96.75768	8.10345	112.4979	26.81669	78.9	199.8467	7

-1	95.10199	8.10677	112.5568	25.55133	78.9	196.0938	7
1	98.57649	8.11459	112.4806	26.98339	78.9	200.6381	7.2
-1	96.85459	8.11861	112.5411	25.83078	78.9	196.8567	7.2
1	100.4632	8.12607	112.463	27.12121	78.9	201.4147	7.4
-1	98.63532	8.13057	112.5255	26.08348	78.9	197.5909	7.4
1	102.3611	8.13732	112.4451	27.24171	78.9	202.1892	7.6
-1	100.4805	8.14286	112.5094	26.31165	78.9	198.3134	7.6
1	104.4134	8.14939	112.4259	27.33865	78.9	202.9843	7.8
-1	102.3773	8.15537	112.493	26.4953	78.9	199.0293	7.8
1	106.5276	8.16157	112.4059	27.42398	78.9	203.7843	8
-1	104.3434	8.16816	112.4759	26.66473	78.9	199.7489	8
1	108.791	8.17438	112.3846	27.49479	78.9	204.6133	8.2
-1	106.3976	8.18136	112.4581	26.80189	78.9	200.476	8.2
1	111.1645	8.18746	112.362	27.5483	78.9	205.4669	8.4
-1	108.5305	8.19483	112.4394	26.92216	78.9	201.2168	8.4
1	113.7024	8.20103	112.3374	27.58372	78.9	206.3663	8.6
-1	110.77	-8.2087	112.4195	27.02723	78.9	201.9807	8.6
1	116.4117	8.21508	112.311	27.60494	78.9	207.3063	8.8
-1	113.1337	8.22313	112.3986	27.11041	78.9	202.7593	8.8
1	119.3356	8.22978	112.2822	27.62038	78.9	208.295	9
-1	115.6426	8.23811	112.376	27.17382	78.9	203.5731	9
1	122.5254	8.24516	112.2504	27.62257	78.9	209.3559	9.2
-1	118.3268	8.25383	112.3517	27.22758	78.9	204.4179	9.2
1	126.0332	-8.2614	112.2151	27.60473	78.9	210.4918	9.4
-1	121.2154	8.27036	112.3254	27.26923	78.9	205.3051	9.4
1	130.0028	8.27882	112.1745	27.57755	78.9	211.752	9.6
-1	124.3624	8.28785	112.2963	27.28886	78.9	206.2551	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 14 Mei pukul 14:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	93.80729	8.05396	112.4459	27.74979	78.9	204.277	7
-1	91.83662	8.06004	112.5081	26.66703	78.9	200.2079	7
1	95.75789	8.06568	112.4293	27.86843	78.9	204.9563	7.2
-1	93.66821	8.07217	112.4934	26.90415	78.9	200.8532	7.2
1	97.73383	8.07742	112.4124	27.97283	78.9	205.622	7.4
-1	95.55544	8.08458	112.4783	27.11064	78.9	201.4885	7.4
1	99.79859	8.08947	112.3945	28.05025	78.9	206.3042	7.6
-1	97.48053	8.09712	112.4629	27.27835	78.9	202.1147	7.6
1	101.9454	8.10183	112.376	28.11538	78.9	206.9909	7.8
-1	99.47306	8.10991	112.4468	27.4249	78.9	202.7523	7.8
1	104.1931	8.11438	112.356	28.16841	78.9	207.7159	8
-1	101.5232	8.12295	112.4302	27.54272	78.9	203.3845	8
1	106.5615	8.12736	112.3349	28.20323	78.9	208.4591	8.2
-1	103.6483	8.13626	112.4128	27.65166	78.9	204.0307	8.2
1	109.0554	8.14062	112.3123	28.2293	78.9	209.2384	8.4
-1	105.8749	8.14996	112.3944	27.72945	78.9	204.6977	8.4
1	111.7255	8.15436	112.2877	28.24039	78.9	210.0667	8.6
-1	108.2078	-8.1641	112.3749	27.8014	78.9	205.3798	8.6
1	114.5807	8.16857	112.261	28.23888	78.9	210.9408	8.8
-1	110.6751	8.17876	112.354	27.85405	78.9	206.0912	8.8
1	117.6886	8.18343	112.2314	28.22455	78.9	211.8841	9
-1	113.2961	8.19394	112.3314	27.89031	78.9	206.8446	9

1	121.1069	-8.19899	112.1983	28.19285	78.9	212.915	9.2
-1	116.1125	-8.2099	112.3068	27.91031	78.9	207.6374	9.2
1	124.9296	-8.21552	112.1606	28.15275	78.9	214.0506	9.4
-1	119.1535	-8.22673	112.28	27.9158	78.9	208.4751	9.4
1	129.3294	-8.23333	112.1164	28.09711	78.9	215.3407	9.6
-1	122.5055	-8.24475	112.25	27.90991	78.9	209.3831	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 14 Mei pukul 15:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	102.0365	-8.01142	112.2304	28.96624	78.9	217.6317	7
-1	97.55644	-8.01893	112.3111	28.26779	78.9	213.2003	7
1	104.3714	-8.02326	112.2113	29.00648	78.9	218.106	7.2
-1	99.7327	-8.03101	112.2937	28.39696	78.9	213.6961	7.2
1	106.777	-8.0352	112.1913	29.03688	78.9	218.592	7.4
-1	101.9512	-8.04317	112.2759	28.49397	78.9	214.19	7.4
1	109.2951	-8.0473	112.17	29.05881	78.9	219.11	7.6
-1	104.2222	-8.05553	112.2576	28.58535	78.9	214.6783	7.6
1	111.8877	-8.05957	112.148	29.06782	78.9	219.6297	7.8
-1	106.5753	-8.06807	112.2384	28.65096	78.9	215.1835	7.8
1	114.6275	-8.07214	112.1244	29.05752	78.9	220.1823	8
-1	108.9941	-8.08083	112.2187	28.70179	78.9	215.6877	8
1	117.5034	-8.08494	112.0993	29.0398	78.9	220.7609	8.2
-1	111.5324	-8.09394	112.1977	28.73407	78.9	216.2133	8.2
1	120.5769	-8.0981	112.0721	29.00991	78.9	221.3826	8.4
-1	114.1855	-8.10736	112.1755	28.75478	78.9	216.7578	8.4
1	123.8714	-8.11161	112.0425	28.9692	78.9	222.0529	8.6
-1	116.9824	-8.12127	112.152	28.75978	78.9	217.319	8.6
1	127.4613	-8.12569	112.0097	28.92005	78.9	222.782	8.8

-1	119.9507	-8.13563	112.1266	28.75179	78.9	217.9141	8.8
1	131.4332	-8.14041	111.9729	28.85718	78.9	223.591	9
-1	123.136	-8.15066	112.0992	28.73425	78.9	218.5437	9
1	135.9172	-8.15603	111.9307	28.77596	78.9	224.5019	9.2
-1	126.6038	-8.16646	112.0688	28.70059	78.9	219.2282	9.2
1	141.1015	-8.17245	111.8807	28.67989	78.9	225.5699	9.4
-1	130.4073	-8.18343	112.0353	28.65496	78.9	219.9545	9.4
1	147.3278	-8.19031	111.8197	28.56089	78.9	226.8407	9.6
-1	134.6756	-8.20153	111.997	28.59471	78.9	220.7767	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 14 Mei pukul 16:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBU)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	121.6169	-7.98742	111.9502	29.69519	78.9	229.991	7
-1	113.7644	-7.99201	112.05	29.38713	78.9	226.2433	7
1	124.4985	-7.99848	111.9255	29.66715	78.9	230.3606	7.2
-1	116.3684	-8.00325	112.0282	29.41534	78.9	226.615	7.2
1	127.4368	-8.00967	111.9003	29.63191	78.9	230.7248	7.4
-1	119.0402	-8.01462	112.0057	29.43026	78.9	226.9889	7.4
1	130.493	-8.02089	111.8737	29.58669	78.9	231.1098	7.6
-1	121.793	-8.02612	111.9824	29.42778	78.9	227.3701	7.6
1	133.7402	-8.03233	111.8452	29.53181	78.9	231.5268	7.8
-1	124.6585	-8.03783	111.9579	29.41542	78.9	227.765	7.8
1	137.182	-8.04389	111.8146	29.46852	78.9	231.9782	8
-1	127.6334	-8.04977	111.9324	29.39363	78.9	228.1681	8
1	140.9094	-8.0558	111.7812	29.39545	78.9	232.4738	8.2
-1	130.7405	-8.06204	111.9057	29.35758	78.9	228.5794	8.2
1	144.9688	-8.06791	111.7442	29.30981	78.9	233.0282	8.4
-1	134.055	-8.07461	111.8768	29.31238	78.9	229.0278	8.4
1	149.4997	-8.0804	111.7023	29.2129	78.9	233.6614	8.6

-1	137.625	-8.08768	111.8454	29.25435	78.9	229.5115	8.6
1	154.6162	-8.09317	111.6543	29.09962	78.9	234.3929	8.8
-1	141.4896	-8.10126	111.8111	29.18938	78.9	230.037	8.8
1	160.5514	-8.10634	111.5977	28.96751	78.9	235.2553	9
-1	145.7507	-8.11558	111.7728	29.10395	78.9	230.6167	9
1	167.8194	-8.11984	111.5273	28.80701	78.9	236.3363	9.2
-1	150.5332	-8.13077	111.7294	29.00658	78.9	231.2704	9.2
1	177.437	-8.13315	111.432	28.60207	78.9	237.8058	9.4
-1	156.0669	-8.147	111.6783	28.89061	78.9	232.0399	9.4
1	192.3037	-8.14403	111.2813	28.30263	78.9	240.1205	9.6
-1	162.7746	-8.16507	111.6155	28.74929	78.9	232.9709	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 14 Mei pukul 17:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	133.5458	-7.95314	111.7892	30.06912	78.9	236.1359	7
-1	124.8016	-7.96001	111.8914	30.09343	78.9	232.9732	7
1	136.2415	-7.96192	111.7657	29.9885	78.9	236.3988	7.2
-1	127.2129	-7.96963	111.8713	30.04126	78.9	233.186	7.2
1	139.0568	-7.97064	111.7409	29.9013	78.9	236.686	7.4
-1	129.7195	-7.97936	111.8503	29.98122	78.9	233.4146	7.4
1	142.0138	-7.97921	111.7145	29.80709	78.9	237.0061	7.6
-1	132.3051	-7.98914	111.8284	29.91381	78.9	233.6563	7.6
1	145.2768	-7.98772	111.6848	29.70369	78.9	237.392	7.8
-1	134.9925	-7.99899	111.8054	29.83886	78.9	233.9146	7.8
1	148.7524	-7.99568	111.6526	29.59091	78.9	237.8385	8
-1	137.7865	-8.00904	111.7815	29.75612	78.9	234.183	8
1	152.5742	-8.00318	111.6164	29.46597	78.9	238.3647	8.2
-1	140.8273	-8.01916	111.7548	29.66402	78.9	234.5074	8.2
1	156.9001	-8.00958	111.5744	29.3248	78.9	239.0248	8.4

-1	144.0921	-8.02961	111.726	29.56195	78.9	234.8611	8.4
1	161.9497	-8.01402	111.5239	29.1608	78.9	239.8835	8.6
-1	147.6262	-8.04017	111.6943	29.44818	78.9	235.2639	8.6
1	168.2995	-8.01388	111.4576	28.95882	78.9	241.1272	8.8
-1	151.6121	-8.05087	111.6578	29.31901	78.9	235.7553	8.8
1	177.3345	-7.99944	111.3574	28.67783	78.9	243.2943	9
-1	156.1635	-8.06159	111.6153	29.16877	78.9	236.3551	9
1	199.7746	-7.85464	111.0771	28.0054	78.9	251.4042	9.2
-1	161.7259	-8.07177	111.5617	28.98537	78.9	237.1741	9.2
1	88.75819	-7.86015	112.2378	34.62819	78.9	223.8688	9.4
-1	169.3575	-8.07854	111.4843	28.73536	78.9	238.5169	9.4
1	83.39314	-7.84531	112.2933	34.73048	78.9	221.6307	9.6
-1	185.4355	-8.02927	111.2902	28.17997	78.9	243.3975	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 07:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	74.97362	-7.93415	112.6122	29.78466	78.9	195.6887	7
-1	75.9951	-7.94971	112.6357	29.46887	78.9	193.4546	7
1	76.43739	-7.94774	112.6119	29.75924	78.9	195.4021	7.2
-1	77.44096	-7.96341	112.6372	29.5008	78.9	193.0777	7.2
1	77.95488	-7.96155	112.6107	29.72447	78.9	195.2019	7.4
-1	78.96447	-7.97768	112.6381	29.52414	78.9	192.7442	7.4
1	79.60697	-7.97606	112.6074	29.67882	78.9	195.1482	7.6
-1	80.59029	-7.99266	112.6381	29.51784	78.9	192.4824	7.6
1	81.41769	-7.99144	112.6018	29.61027	78.9	195.2485	7.8
-1	82.33132	-8.0085	112.6372	29.50193	78.9	192.287	7.8
1	83.39452	-8.00759	112.5934	29.53222	78.9	195.5388	8
-1	84.21978	-8.02539	112.6349	29.47028	78.9	192.1792	8
1	85.59805	-8.02463	112.5807	29.43691	78.9	196.0966	8.2

-1	86.29138	-8.04368	112.6313	29.42509	78.9	192.1548	8.2
1	88.26258	-8.04364	112.5604	29.32124	78.9	197.1105	8.4
-1	88.61395	-8.06384	112.6256	29.36465	78.9	192.2424	8.4
1	91.55782	-8.06434	112.5279	29.16759	78.9	198.8266	8.6
-1	91.28394	-8.08656	112.617	29.28608	78.9	192.4862	8.6
1	96.56213	-8.08685	112.4596	28.95073	78.9	202.5676	8.8
-1	94.48367	-8.11314	112.604	29.18722	78.9	192.9488	8.8
1	116.0547	-8.09108	112.1271	28.39852	78.9	219.3995	9
-1	98.51306	-8.14576	112.5843	29.05926	78.9	193.704	9
1	74.50922	-7.85032	112.4333	34.95778	78.9	212.454	9.2
-1	104.2648	-8.19008	112.5486	28.88372	78.9	195.157	9.2
1	73.00269	-7.84564	112.4516	35.02197	78.9	211.3394	9.4
-1	115.0102	-8.26652	112.4667	28.59759	78.9	198.3805	9.4
1	70.69576	-7.8268	112.4606	35.07848	78.9	211.5337	9.6
-1	64.49957	-7.75539	112.4539	35.01539	78.9	215.794	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 08:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	71.25448	-7.92072	112.7146	20.44012	78.9	187.2523	7
1	170.0145	-8.63136	113.5284	11.04379	78.9	151.7468	7
-1	73.00526	-7.93573	112.7079	19.6818	78.9	187.6631	7
-1	163.2894	-8.62191	113.4102	9.304019	78.9	155.5863	7
1	72.66236	-7.93406	112.7194	20.35357	78.9	186.6914	7.2
1	174.6626	-8.66115	113.5615	11.12945	78.9	151.2138	7.2
-1	74.28445	-7.94791	112.7124	28.70286	78.9	187.1474	7.2
1	73.14253	-7.93921	112.7267	20.37304	78.9	186.0146	7.4
1	177.0968	-8.66056	113.6073	11.32759	78.9	149.7757	7.4
-1	75.59757	-7.96032	112.7167	28.81882	78.9	186.6612	7.4
1	76.41245	-7.96924	112.7315	29.56461	78.9	185.3556	7.6

-1	76.93491	-7.97291	112.721	28.91094	78.9	186.187	7.6
1	75.71863	-7.96334	112.7356	29.55013	78.9	185.0676	7.8
-1	78.3433	-7.98599	112.7242	28.98513	78.9	185.8121	7.8
1	77.29221	-7.97783	112.7388	29.47948	78.9	184.6953	8
-1	79.78595	-7.9994	112.7281	29.04413	78.9	185.4023	8
1	78.54758	-7.98949	112.7432	29.48321	78.9	184.2657	8.2
-1	81.28645	-8.01327	112.7316	29.08332	78.9	185.0299	8.2
1	79.94759	-8.00241	112.7474	29.47469	78.9	183.8595	8.4
-1	82.85422	-8.0277	112.7349	29.10224	78.9	184.6771	8.4
1	81.78423	-8.01926	112.7521	29.38952	78.9	183.4109	8.6
-1	84.50679	-8.04287	112.7383	29.11726	78.9	184.3365	8.6
1	84.0088	-8.03957	112.7569	29.30992	78.9	182.9563	8.8
-1	86.24948	-8.05887	112.7422	29.11077	78.9	183.9626	8.8
1	85.05866	-8.04928	112.7624	29.27904	78.9	182.5147	9
-1	88.11172	-8.07586	112.7452	29.09553	78.9	183.6584	9
1	87.12724	-8.06814	112.7685	29.18638	78.9	182.0122	9.2
-1	90.12991	-8.09426	112.7488	29.06217	78.9	183.3264	9.2
1	89.3402	-8.08828	112.7762	29.07847	78.9	181.4208	9.4
-1	92.34979	-8.11448	112.7528	29.01675	78.9	182.9743	9.4
1	91.42207	-8.10719	112.7862	28.96056	78.9	180.6985	9.6
-1	94.8372	-8.13705	112.7564	28.95786	78.9	182.6564	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 08:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	71.25448	-7.92072	112.7146	20.44012	78.9	187.2523	7
1	170.0145	-8.63136	113.5284	11.04379	78.9	151.7468	7
-1	73.00526	-7.93573	112.7079	19.6818	78.9	187.6631	7
-1	163.2894	-8.62191	113.4102	9.304019	78.9	155.5863	7
1	72.66236	-7.93406	112.7194	20.35357	78.9	186.6914	7.2

1	174.6626	-8.66115	113.5615	11.12945	78.9	151.2138	7.2
-1	74.28445	-7.94791	112.7124	28.70286	78.9	187.1474	7.2
1	73.14253	-7.93921	112.7267	20.37304	78.9	186.0146	7.4
1	177.0968	-8.66056	113.6073	11.32759	78.9	149.7757	7.4
-1	75.59757	-7.96032	112.7167	28.81882	78.9	186.6612	7.4
1	76.41245	-7.96924	112.7315	29.56461	78.9	185.3556	7.6
-1	76.93491	-7.97291	112.721	28.91094	78.9	186.187	7.6
1	75.71863	-7.96334	112.7356	29.55013	78.9	185.0676	7.8
-1	78.3433	-7.98599	112.7242	28.98513	78.9	185.8121	7.8
1	77.29221	-7.97783	112.7388	29.47948	78.9	184.6953	8
-1	79.78595	-7.9994	112.7281	29.04413	78.9	185.4023	8
1	78.54758	-7.98949	112.7432	29.48321	78.9	184.2657	8.2
-1	81.28645	-8.01327	112.7316	29.08332	78.9	185.0299	8.2
1	79.94759	-8.00241	112.7474	29.47469	78.9	183.8595	8.4
-1	82.85422	-8.0277	112.7349	29.10224	78.9	184.6771	8.4
1	81.78423	-8.01926	112.7521	29.38952	78.9	183.4109	8.6
-1	84.50679	-8.04287	112.7383	29.11726	78.9	184.3365	8.6
1	84.0088	-8.03957	112.7569	29.30992	78.9	182.9563	8.8
-1	86.24948	-8.05887	112.7422	29.11077	78.9	183.9626	8.8
1	85.05866	-8.04928	112.7624	29.27904	78.9	182.5147	9
-1	88.11172	-8.07586	112.7452	29.09553	78.9	183.6584	9
1	87.12724	-8.06814	112.7685	29.18638	78.9	182.0122	9.2
-1	90.12991	-8.09426	112.7488	29.06217	78.9	183.3264	9.2
1	89.3402	-8.08828	112.7762	29.07847	78.9	181.4208	9.4
-1	92.34979	-8.11448	112.7528	29.01675	78.9	182.9743	9.4
1	91.42207	-8.10719	112.7862	28.96056	78.9	180.6985	9.6
-1	94.8372	-8.13705	112.7564	28.95786	78.9	182.6564	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 09:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	80.36974	-7.96286	112.543	28.20307	78.9	200.3025	7
-1	80.61539	-7.97173	112.5616	27.16496	78.9	198.695	7
1	81.47657	-7.97488	112.547	28.32471	78.9	199.6899	7.2
-1	81.77383	-7.98401	112.5655	27.37848	78.9	198.1013	7.2
1	82.5971	-7.98707	112.5513	28.42376	78.9	199.0616	7.4
-1	82.95821	-7.99648	112.5696	27.58193	78.9	197.5139	7.4
1	83.74406	-7.99944	112.5557	28.50278	78.9	198.4432	7.6
-1	84.19484	-8.00913	112.5728	27.76213	78.9	196.9916	7.6
1	84.96166	-8.01233	112.5599	28.57139	78.9	197.8422	7.8
-1	85.45812	-8.02206	112.5764	27.90476	78.9	196.4575	7.8
1	86.1341	-8.02504	112.5651	28.62254	78.9	197.1871	8
-1	86.75685	-8.03526	112.58	28.02688	78.9	195.9339	8
1	87.41514	-8.03852	112.5699	28.65679	78.9	196.5667	8.2
-1	88.0974	-8.04884	112.5837	28.12394	78.9	195.4038	8.2
1	88.71458	-8.05222	112.5752	28.67612	78.9	195.925	8.4
-1	89.48581	-8.06288	112.5879	28.20766	78.9	194.858	8.4
1	90.07255	-8.06652	112.581	28.68434	78.9	195.2535	8.6
-1	90.93826	-8.07746	112.5921	28.27172	78.9	194.3139	8.6
1	91.45984	-8.08126	112.5879	28.68037	78.9	194.5234	8.8
-1	92.4521	-8.09265	112.5967	28.32088	78.9	193.7491	8.8
1	92.92419	-8.09684	112.596	28.66502	78.9	193.7286	9
-1	94.0521	-8.1086	112.6016	28.35165	78.9	193.1742	9
1	94.47611	-8.11346	112.6057	28.63304	78.9	192.8328	9.2
-1	95.75125	-8.12556	112.6072	28.37554	78.9	192.5549	9.2
1	96.14436	-8.1314	112.6176	28.58729	78.9	191.8072	9.4
-1	97.57085	-8.14372	112.6138	28.37083	78.9	191.8822	9.4
1	97.83864	-8.15011	112.6338	28.52842	78.9	190.5323	9.6

-1	99.54261	-8.1634	112.6216	28.36226	78.9	191.1364	9.6
----	----------	---------	----------	----------	------	----------	-----

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 10:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	94.66397	8.02921	112.379	27.24054	78.9	209.0348	7
-1	93.42978	8.03457	112.413	25.96389	78.9	206.8472	7
1	95.77174	8.04064	112.3791	27.39767	78.9	208.66	7.2
-1	94.62971	8.04643	112.4126	26.2633	78.9	206.5124	7.2
1	96.92393	8.05229	112.3788	27.53348	78.9	208.3074	7.4
-1	95.86017	8.05857	112.4121	26.51363	78.9	206.178	7.4
1	98.11227	-8.0643	112.3786	27.65175	78.9	207.9498	7.6
-1	97.11814	-8.0709	112.4116	26.73207	78.9	205.8515	7.6
1	99.31645	8.07645	112.3784	27.74572	78.9	207.5938	7.8
-1	98.41499	8.08353	112.4109	26.92151	78.9	205.5329	7.8
1	100.58	8.08899	112.3778	27.82579	78.9	207.2554	8
-1	99.71773	-8.0964	112.4107	27.0826	78.9	205.1907	8
1	101.8391	-8.1018	112.378	27.88628	78.9	206.8777	8.2
-1	101.0769	8.10965	112.4102	27.22873	78.9	204.8648	8.2
1	103.1381	8.11497	112.3782	27.937	78.9	206.4994	8.4
-1	102.454	8.12323	112.41	27.34881	78.9	204.5166	8.4
1	104.4757	8.12862	112.3787	27.97145	78.9	206.1031	8.6
-1	103.8702	8.13726	112.4101	27.44365	78.9	204.154	8.6
1	105.8663	8.14286	112.3793	27.99828	78.9	205.6894	8.8
-1	105.3427	8.15187	112.4104	27.52618	78.9	203.7769	8.8
1	107.3064	8.15768	112.3803	28.00892	78.9	205.2549	9
-1	106.8695	8.16715	112.4111	27.58898	78.9	203.3729	9
1	108.7857	8.17326	112.3822	28.00423	78.9	204.7636	9.2

-1	108.4764	8.18316	112.4117	27.63226	78.9	202.9634	9.2
1	110.3404	8.18981	112.3849	27.99084	78.9	204.2274	9.4
-1	110.1326	8.20008	112.4136	27.67104	78.9	202.4845	9.4
1	111.9523	8.20751	112.389	27.96026	78.9	203.5991	9.6
-1	111.8934	8.21819	112.416	27.68849	78.9	201.9618	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 11:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	105.2221	-8.09671	112.3053	26.54418	78.9	210.9072	7
-1	102.4897	-8.09929	112.3603	25.15892	78.9	207.9194	7
1	106.6516	-8.10728	112.2978	26.72299	78.9	210.9605	7.2
-1	103.974	-8.11039	112.3527	25.48286	78.9	208.0091	7.2
1	108.1576	-8.11823	112.2897	26.87887	78.9	211.0357	7.4
-1	105.4994	-8.12183	112.3449	25.7784	78.9	208.0946	7.4
1	109.7101	-8.12949	112.2812	27.01272	78.9	211.1137	7.6
-1	107.0353	-8.13337	112.3371	26.01424	78.9	208.1756	7.6
1	111.3163	-8.14111	112.2724	27.1273	78.9	211.1953	7.8
-1	108.6326	-8.14536	112.329	26.22317	78.9	208.2587	7.8
1	112.952	-8.15292	112.2635	27.21862	78.9	211.2787	8
-1	110.2636	-8.15763	112.3208	26.40536	78.9	208.337	8
1	114.6404	-8.16513	112.2542	27.30072	78.9	211.3598	8.2
-1	111.9294	-8.17019	112.3124	26.57446	78.9	208.4101	8.2
1	116.4132	-8.17771	112.2441	27.36143	78.9	211.4674	8.4
-1	113.6554	-8.18317	112.3037	26.70372	78.9	208.4888	8.4
1	118.2462	-8.1907	112.2337	27.41359	78.9	211.5758	8.6
-1	115.4323	-8.19648	112.2946	26.81948	78.9	208.5724	8.6
1	120.1735	-8.20425	112.2225	27.45457	78.9	211.6978	8.8
-1	117.2631	-8.21031	112.2855	26.91681	78.9	208.643	8.8

1	122.1681	-8.21825	112.2109	27.4758	78.9	211.821	9
-1	119.1873	-8.22479	112.2758	27.00298	78.9	208.7213	9
1	124.286	-8.23293	112.1983	27.49215	78.9	211.9656	9.2
-1	121.1842	-8.23979	112.2657	27.06241	78.9	208.8015	9.2
1	126.512	-8.24832	112.1851	27.49089	78.9	212.1157	9.4
-1	123.2877	-8.2556	112.2551	27.11491	78.9	208.8828	9.4
1	128.9214	-8.26479	112.1704	27.48219	78.9	212.2881	9.6
-1	125.5247	-8.27236	112.2437	27.15489	78.9	208.9716	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 12:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	103.0273	-8.12493	112.4013	26.37691	78.9	204.9577	7
-1	100.4149	-8.12723	112.4673	24.99739	78.9	201.1403	7
1	104.7756	-8.13509	112.3859	26.57131	78.9	205.5392	7.2
-1	102.1958	-8.13829	112.4515	25.3231	78.9	201.8001	7.2
1	106.6872	-8.14623	112.3693	26.72918	78.9	206.1359	7.4
-1	104.0149	-8.14973	112.436	25.61263	78.9	202.409	7.4
1	108.591	-8.1572	112.3527	26.86186	78.9	206.7147	7.6
-1	105.878	-8.16141	112.4204	25.85791	78.9	203.0014	7.6
1	110.6088	-8.16869	112.3352	26.97162	78.9	207.3111	7.8
-1	107.7676	-8.17327	112.4048	26.06036	78.9	203.5646	7.8
1	112.7265	-8.18068	112.3168	27.07451	78.9	207.91	8
-1	109.7358	-8.18557	112.3887	26.24837	78.9	204.1268	8
1	114.8999	-8.19286	112.298	27.14654	78.9	208.5055	8.2
-1	111.7736	-8.1982	112.372	26.40624	78.9	204.6894	8.2
1	117.1941	-8.20553	112.2781	27.21083	78.9	209.1193	8.4
-1	113.8895	-8.2112	112.3547	26.54781	78.9	205.2556	8.4
1	119.6297	-8.21864	112.2565	27.26687	78.9	209.7697	8.6
-1	116.0875	-8.22453	112.3366	26.65972	78.9	205.8319	8.6

1	122.1895	-8.23228	112.2339	27.29745	78.9	210.426	8.8
-1	118.3876	-8.23845	112.3178	26.75761	78.9	206.4046	8.8
1	124.9243	-8.24644	112.2094	27.32481	78.9	211.1257	9
-1	120.8119	-8.25281	112.2977	26.83841	78.9	207.008	9
1	127.8761	-8.26128	112.1826	27.33563	78.9	211.8737	9.2
-1	123.3762	-8.26799	112.2766	26.90282	78.9	207.6098	9.2
1	131.0812	-8.277	112.1532	27.33927	78.9	212.6678	9.4
-1	126.114	-8.28379	112.2537	26.95283	78.9	208.2561	9.4
1	134.5993	-8.29369	112.1206	27.32018	78.9	213.5257	9.6
-1	129.0532	-8.30057	112.229	26.99211	78.9	208.9243	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 13:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	96.64788	-8.10108	112.4942	26.84022	78.9	200.1256	7
-1	94.9754	-8.10452	112.5531	25.55247	78.9	196.3699	7
1	98.49252	-8.11241	112.477	26.99887	78.9	200.9063	7.2
-1	96.73156	-8.11642	112.5377	25.85214	78.9	197.1123	7.2
1	100.3707	-8.12379	112.4595	27.13967	78.9	201.6739	7.4
-1	98.52113	-8.12843	112.5221	26.11723	78.9	197.8371	7.4
1	102.2838	-8.13518	112.4417	27.26809	78.9	202.4343	7.6
-1	100.3698	-8.14073	112.5062	26.32667	78.9	198.5512	7.6
1	104.3285	-8.14721	112.4227	27.36509	78.9	203.2146	7.8
-1	102.2763	-8.1533	112.4898	26.52535	78.9	199.2576	7.8
1	106.4628	-8.15952	112.4027	27.44981	78.9	204.0082	8
-1	104.2464	-8.16614	112.4729	26.68273	78.9	199.9633	8
1	108.7175	-8.17228	112.3816	27.50798	78.9	204.8233	8.2
-1	106.3055	-8.17939	112.4552	26.82434	78.9	200.6792	8.2
1	111.1211	-8.18551	112.3587	27.56016	78.9	205.6793	8.4
-1	108.4473	-8.19292	112.4366	26.94956	78.9	201.411	8.4

1	113.6468	-8.19906	112.3346	27.59663	78.9	206.5575	8.6
-1	110.6922	-8.20685	112.4168	27.04979	78.9	202.164	8.6
1	116.353	-8.2131	112.3083	27.62617	78.9	207.4858	8.8
-1	113.057	-8.2213	112.396	27.12789	78.9	202.9328	8.8
1	119.2995	-8.22798	112.2796	27.63299	78.9	208.4646	9
-1	115.5793	-8.23643	112.3736	27.19587	78.9	203.7315	9
1	122.4874	-8.24337	112.2479	27.63563	78.9	209.5138	9.2
-1	118.2682	-8.25219	112.3494	27.24918	78.9	204.5686	9.2
1	126.0251	-8.25976	112.2124	27.61763	78.9	210.6488	9.4
-1	121.1751	-8.26876	112.3228	27.27908	78.9	205.461	9.4
1	130.0212	-8.27739	112.1719	27.59031	78.9	211.8977	9.6
-1	124.3307	-8.28643	112.294	27.30256	78.9	206.3893	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 14:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	93.841	-8.05167	112.4401	27.77276	78.9	204.6963	7
-1	91.79817	-8.05776	112.5029	26.6945	78.9	200.5977	7
1	95.76028	-8.06324	112.424	27.89407	78.9	205.3406	7.2
-1	93.64307	-8.06993	112.4882	26.92539	78.9	201.2354	7.2
1	97.74962	-8.07509	112.4072	27.99632	78.9	205.9887	7.4
-1	95.52988	-8.08235	112.4733	27.13014	78.9	201.8507	7.4
1	99.82678	-8.0872	112.3894	28.0735	78.9	206.66	7.6
-1	97.46581	-8.09495	112.4579	27.30423	78.9	202.4669	7.6
1	101.9815	-8.09956	112.3708	28.1373	78.9	207.3404	7.8
-1	99.45928	-8.10777	112.442	27.44995	78.9	203.0849	7.8
1	104.2415	-8.11221	112.351	28.19018	78.9	208.0485	8
-1	101.518	-8.12087	112.4255	27.56538	78.9	203.7051	8
1	106.6093	-8.12517	112.33	28.22392	78.9	208.7789	8.2
-1	103.6542	-8.13423	112.4081	27.66604	78.9	204.3418	8.2

1	109.1208	-8.13851	112.3073	28.24276	78.9	209.5494	8.4
-1	105.877	-8.1479	112.3898	27.75143	78.9	204.9943	8.4
1	111.7839	-8.15226	112.283	28.25368	78.9	210.3552	8.6
-1	108.2245	-8.16207	112.3702	27.81588	78.9	205.675	8.6
1	114.6507	-8.16655	112.2564	28.25149	78.9	211.2167	8.8
-1	110.6938	-8.17672	112.3494	27.86866	78.9	206.3766	8.8
1	117.762	-8.18138	112.2269	28.23741	78.9	212.15	9
-1	113.3274	-8.19205	112.327	27.90429	78.9	207.1091	9
1	121.2091	-8.19709	112.1936	28.20548	78.9	213.172	9.2
-1	116.1478	-8.20809	112.3027	27.92384	78.9	207.8836	9.2
1	125.0503	-8.21367	112.1559	28.16429	78.9	214.2989	9.4
-1	119.2149	-8.22502	112.2757	27.92961	78.9	208.7196	9.4
1	129.476	-8.23163	112.1118	28.10397	78.9	215.5751	9.6
-1	122.5725	-8.24315	112.246	27.92363	78.9	209.6064	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 15:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	102.1496	-8.00884	112.2254	28.98893	78.9	217.9758	7
-1	97.60653	-8.01642	112.3064	28.28371	78.9	213.5417	7
1	104.5056	-8.0207	112.206	29.03108	78.9	218.4511	7.2
-1	99.78299	-8.0285	112.2891	28.41246	78.9	214.0261	7.2
1	106.9092	-8.03261	112.1861	29.06091	78.9	218.9266	7.4
-1	102.013	-8.04069	112.2712	28.52262	78.9	214.5149	7.4
1	109.4412	-8.04474	112.1648	29.07151	78.9	219.4382	7.6
-1	104.294	-8.05303	112.2529	28.60998	78.9	215.0022	7.6
1	112.0542	-8.05705	112.1426	29.07532	78.9	219.9558	7.8
-1	106.6476	-8.0656	112.2338	28.67423	78.9	215.4931	7.8
1	114.7936	-8.06959	112.1191	29.07192	78.9	220.4978	8
-1	109.0885	-8.07839	112.2138	28.7186	78.9	215.9984	8

1	117.6942	-8.08241	112.0938	29.05742	78.9	221.0761	8.2
-1	111.6458	-8.0915	112.1926	28.76176	78.9	216.5263	8.2
1	120.7737	-8.09557	112.0666	29.02668	78.9	221.6885	8.4
-1	114.293	-8.10491	112.1706	28.77066	78.9	217.0562	8.4
1	124.0904	-8.10909	112.0367	28.98113	78.9	222.3561	8.6
-1	117.1035	-8.11886	112.147	28.77507	78.9	217.6118	8.6
1	127.7035	-8.12317	112.0038	28.9355	78.9	223.0824	8.8
-1	120.09	-8.13325	112.1215	28.77081	78.9	218.203	8.8
1	131.7162	-8.13796	111.9666	28.86382	78.9	223.8911	9
-1	123.302	-8.14829	112.0938	28.74799	78.9	218.8349	9
1	136.2392	-8.15347	111.9239	28.78509	78.9	224.8091	9.2
-1	126.7865	-8.16417	112.0634	28.71355	78.9	219.5096	9.2
1	141.486	-8.17001	111.8735	28.68465	78.9	225.8745	9.4
-1	130.6212	-8.18117	112.0296	28.67237	78.9	220.2364	9.4
1	147.8194	-8.1879	111.8114	28.56159	78.9	227.1599	9.6
-1	134.9335	-8.19943	111.991	28.60225	78.9	221.054	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 16:00

Type	Distance (km)	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	121.7806	-7.9845	111.9459	29.70466	78.9	230.2538	7
-1	113.8343	-7.98917	112.0464	29.40753	78.9	226.4958	7
1	124.6713	-7.99555	111.921	29.67632	78.9	230.62	7.2
-1	116.4543	-8.0004	112.0244	29.42751	78.9	226.8681	7.2
1	127.6346	-8.00669	111.8955	29.6403	78.9	230.9881	7.4
-1	119.1402	-8.01174	112.0017	29.44087	78.9	227.2436	7.4
1	130.7165	-8.01794	111.8687	29.59441	78.9	231.3726	7.6
-1	121.9135	-8.02323	111.9782	29.44485	78.9	227.6269	7.6
1	133.9947	-8.02933	111.8399	29.53849	78.9	231.7943	7.8
-1	124.7916	-8.03491	111.9536	29.42769	78.9	228.0206	7.8

1	137.4888	-8.04087	111.8087	29.47393	78.9	232.2545	8
-1	127.7879	-8.04683	111.9279	29.40243	78.9	228.4254	8
1	141.3119	-8.05269	111.7742	29.39817	78.9	232.7745	8.2
-1	130.9249	-8.05908	111.9009	29.36594	78.9	228.8416	8.2
1	145.3996	-8.06488	111.737	29.31145	78.9	233.3205	8.4
-1	134.2736	-8.0716	111.8716	29.32282	78.9	229.2964	8.4
1	149.9647	-8.07722	111.6947	29.21296	78.9	233.958	8.6
-1	137.8892	-8.0847	111.8397	29.26062	78.9	229.7847	8.6
1	155.1366	-8.08996	111.6462	29.09839	78.9	234.6911	8.8
-1	141.8077	-8.09828	111.8048	29.19022	78.9	230.318	8.8
1	161.2321	-8.10308	111.588	28.96269	78.9	235.578	9
-1	146.1068	-8.11258	111.7662	29.10632	78.9	230.8992	9
1	168.7047	-8.11632	111.5153	28.79827	78.9	236.6943	9.2
-1	150.9504	-8.12758	111.722	29.00724	78.9	231.5684	9.2
1	178.7159	-8.12927	111.4159	28.58517	78.9	238.2244	9.4
-1	156.5951	-8.14398	111.6699	28.88948	78.9	232.3445	9.4
1	194.6787	-8.13892	111.2536	28.26787	78.9	240.7097	9.6
-1	163.4966	-8.1621	111.6051	28.74193	78.9	233.3044	9.6

Hasil simulasi Proplab tanggal 15 Mei pukul 17:00

Type	Distance	Lat	Lon	Signal Strength (dBu)	Elev Angle	Azimuth	F (MHz)
1	133.526	7.94949	111.787	30.07855	78.9	236.3393	7
-1	124.643	7.95662	111.8907	30.10661	78.9	233.1345	7
1	136.1738	7.95822	111.764	29.99749	78.9	236.5874	7.2
-1	127.0875	7.96618	111.8702	30.05325	78.9	233.3594	7.2
1	139.0307	7.96685	111.7387	29.90914	78.9	236.8864	7.4
-1	129.6093	7.97583	111.8489	29.99249	78.9	233.5939	7.4
1	142.1207	7.97535	111.7108	29.81274	78.9	237.2396	7.6

-1	132.227	- 7.98557	111.8266	29.92386	78.9	233.8442	7.6
1	145.4119	- 7.98372	111.6808	29.70811	78.9	237.6332	7.8
-1	134.8971	- 7.99533	111.8038	29.84798	78.9	234.0986	7.8
1	148.8999	- 7.99158	111.6484	29.59383	78.9	238.0805	8
-1	137.7882	- 8.00532	111.7788	29.76377	78.9	234.3951	8
1	152.8213	- 7.99877	111.6111	29.46645	78.9	238.6366	8.2
-1	140.862	- 8.01543	111.7518	29.67013	78.9	234.7235	8.2
1	157.2076	- 8.00488	111.5684	29.32285	78.9	239.3132	8.4
-1	144.1576	- 8.02576	111.7225	29.56673	78.9	235.0867	8.4
1	162.4533	- 8.00881	111.5156	29.15445	78.9	240.221	8.6
-1	147.7933	- 8.03614	111.6897	29.45066	78.9	235.5195	8.6
1	169.0932	- -8.0075	111.4459	28.9451	78.9	241.5474	8.8
-1	151.8345	- 8.04669	111.6526	29.31897	78.9	236.0234	8.8
1	178.6716	- 7.98915	111.3388	28.64828	78.9	243.9166	9
-1	156.4873	- 8.05713	111.6088	29.16528	78.9	236.6509	9
1	213.0559	- 7.69025	110.9072	27.64798	78.9	257.6679	9.2
-1	162.3221	- 8.06669	111.552	28.97529	78.9	237.5452	9.2
1	87.34119	- 7.85516	112.2512	34.67972	78.9	223.4266	9.4
-1	170.3954	- 8.07167	111.4691	28.71122	78.9	239.0281	9.4
1	83.49158	- 7.84634	112.2931	34.72173	78.9	221.589	9.6
-1	108.9231	- 7.86283	111.9982	33.87432	78.9	233.8025	9.6

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

RIWAYAT PENULIS



Geordano Vincenzo, lahir di Surabaya pada tanggal 21 November 1994. Menempuh pendidikan formal di SDK Santa Clara Surabaya pada tahun 2001 sampai dengan tahun 2007. Berlanjut di SMPK Santa Clara Surabaya pada tahun 2007 hingga tahun 2010 dan menempuh jenjang SMA di SMAK Santa Maria Surabaya pada tahun 2010 hingga tahun 2013. Pada tahun 2013, penulis menempuh bangku perkuliahan di Jurusan Teknik Elektro D3 ITS dan lulus pada tahun 2017 kemudian menempuh perkuliahan strata sarjana S1 Teknik Elektro ITS pada tahun 2017.

Pada bulan Juni 2019 penulis mengikuti seminar dan ujian Tugas Akhir di Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia Departemen Teknik Elektro FTE ITS Surabaya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro.