

ANALISIS RUGI-RUGI LINTASAN PADA SATELIT IRIDIUM YANG BEROPERASI PADA FREKUENSI UPLINK 1650 MHz

Rori Arkan Ibadillah
1412702
roriarkanibadillah@gmail.com

Ir.Kartiko Ardi Widodo, MT
Pembimbing 1

Soetyohadi,ST,MT
Pembimbing 2

Abstrak– Satelit iridium merupakan satelit dengan orbit rendah dan merupakan salah satu type satelit LOW (Low Earth Orbital). Konstelasi satelit iridium terdiri dari 66 satelit aktif di orbitnya, yang menyediakan pelayanan suara dan data ke telepon satelit, pager dan transceiver terintegrasi di seluruh permukaan bumi. Rugi-rugi lintasan (dB) didefinisikan sebagai perbedaan antara daya yang di transmisikan dengan daya yang diterima. Yang disebabkan oleh karakteristik media perantara serta adanya pengaruh lingkungan cuaca,dll. Penelitian untuk mengetahui rugi-rugi lintasan pada satelit iridium dengan Uplink 1650 MHz pada kondisi lingkungan dan cuaca yang ada diperlukan untuk mengetahui feasibility system komunikasi tersebut. Hasil pengukuran daya terima melalui antenna penerima yang dihubungkan dengan sebuah spectrum analyzer dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis daya terima dalam dB. Dari kedua hasil tersebut dilakukan Analisa dan evaluasi terhadap perbedaan yang ada. Dalam penelitian dikaji terhadap tiga buah satelit iridium yaitu satelit iridium 32,45,dan 60 serta di kaji juga terhadap kondisi cuaca cerah dan mendung. Lokasi penelitian ini dilakukan di Gedung workshop Teknik elektro ITN malang kampus 2. Hasil Analisa menunjukkan semakin besar jarak maka daya terima makin kecil, yang berarti juga rugi-rugi lintasan semakin besar. Terdapat perbedaan hasil pengukuran dengan teoritis 2 – 4 dB, yang disebabkan antara lain factor cuaca, redaman atmosfer,serta gain dari gain antenna penerima. Sedangkan untuk kondisi cuaca cerah dan mendung, daya terima satelit iridium tidak begitu berbeda.

Kata kunci: satelit iridium, rugi-rugi lintasa, feasibility system,daya terima.

I. PENDAHULUAN

Satelit merupakan sebuah benda yang mengorbit pada suatu lintasan tertentu di atas permukaan bumi dengan periode revolusi dan juga rotasi tertentu. Satelit merupakan sistem semi-independen yang dikendalikan oleh jaringan komputer. Subsistem satelit memiliki banyak komponen seperti pembangkit listrik, kontrol termal, telemetri, kontrol posisi dan kontrol orbit. Orbit Satelit yang rendah (LEO) adalah orbit di sekitar Bumi dengan ketinggian mulai 150 kilometer (180 mil) dengan periode orbit sekitar 88 menit, sampai dengan 2.000 kilometer (1.200 mil), dengan periode orbit sekitar 127 menit [Indah Susilawati, 2019].

Satelit Iridium merupakan satelit dengan orbit yang rendah dan merupakan salah satu type satelit LEO.Konstelasi satelit Iridium adalah sekelompok besar satelit yang menyediakan pelayanan suara dan data ke telepon satelit, pager dan transceiver terintegrasi di seluruh permukaan Bumi. Konstelasi terdiri dari 66 satelit aktif di orbit, dan satelit cadangan tambahan untuk melayani jika terjadi kegagalan. Satelit berada di orbit Bumi rendah pada ketinggian sekitar 485 mi (781 km) dan kemiringan 86,4 °. Kecepatan orbit satelit sekitar 17.000 mph (27.000 km / jam) Satelit iridium juga di sebut sebagai *polar orbit satelit* karena semua satelit beredar mengelilingi bumi melalui kutub utara/selatan bumi sehingga setiap satelit melalui kutub setiap 100 menit secara bergantian [Fabios group, 2015].

Perhitungan rugi-rugi lintasan yang menyatakan pengurangan sinyal sebagai besaran dalam desibell (dB), didefinisikan sebagai perbedaan antara daya yang ditransmisikan dengan daya yang diterima. Sebagai penyebab adanya rugi-rugi lintasan dalam komunikasi satelit adalah adanya pengaruh lingkungan cuaca, dll [Indah Susilawati, 2019].

Analisis rugi-rugi lintasan pada satelit iridium yang beroperasi pada Uplink 1650 MHz dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan dengan hasil pengukuran sinyal terima dalam dB, selanjutnya dilakukan evaluasi dan analisa bila ada perbedaan.

A. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan di atas, maka rumusan masalah pada proposal ini sebagai berikut:

1. Menentukan formula untuk melakukan perhitungan rugi-rugi lintasan dalam komunikasi satelit.
2. Melakukan pengukuran daya terima dari satelit dengan mempertimbangkan sejumlah satelit sesuai posisi dan kondisi cuaca.
3. Melakukan evaluasi dan analisa rugi-rugi lintasan komunikasi satelit dengan cara membandingkan antara hasil perhitungan dan hasil pengukuran serta dihubungkan dengan kondisi saat pengukuran.

B. Tujuan Penulisan

Untuk mengetahui rugi-rugi lintasan komunikasi satelit iridium yang beroperasi pada frekuensi uplink 1650 MHz, pada kondisi lingkungan dan cuaca yang ada untuk diketahui feasibility sistem tersebut.

C. Batasan Masalah

Supaya tidak terjadi penyimpangan antara maksud dan tujuan dalam penyusunan skripsi ini, maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Frekuensi Satelit iridium yang di pakai adalah pada kondisi uplink yaitu 1650 MHz.
2. Aplikasi untuk melihat posisi dan parameter dari satelit Iridium digunakan ISS Detector.
3. Tidak membahas tentang Sistem Modulasi dan BER system
4. Tidak mempertimbangkan lossis yang diakibatkan oleh pengaruh air dan oksigen.
5. Ini hanya membandingkan antar pengukuran dengan perhitungan teoritis dengan mengabaikan pengaruh lossis akibat redaman atmosfer, redaman polarisasi dan redaman akibat tidak making.
6. Pengukuran hanya dilakukan untuk daya terima sinyal satelit Iridium dengan spektrum analyzer di mana Lokasi pengukuran di area terbuka gedung Lab Jaringan Telekomunikasi ITN Malang.

II. LANDASAN TEORI

A. Konsep Sistem Komunikasi Satelit

Komunikasi satelit merupakan salah satu cara berkomunikasi yang menggunakan satelit sebagai komponen utamanya, satelit itu sendiri merupakan sebuah stasiun relay yang diletakkan pada ketinggian tertentu di atas permukaan, bumi sehingga satelit dapat menjangkau atau mencakup daerah luas bahkan daerah-daerah terpencil dan satelit akan bergerak

mengelilingi bumi pada orbitnya, hal ini menyebabkan satelit dapat tetap tinggal dan tidak jatuh karena adanya gaya *sentrifugal* yang dihasilkan oleh pergerakan satelit mengelilingi bumi yang seimbang dengan gaya Tarik yang disebabkan gravitasi bumi.

Dalam menjalankan sistem komunikasi satelit, ada dua elemen dasar yang ikut berperan di dalamnya mereka; yaitu Stasiun Bumi (Ground Segment) dan Satelit (Space Segment). Stasiun bumi akan mengirimkan sinyal informasi kearah satelit dengan menggunakan frekuensi yang di namakan frekuensi *Up Link* dan sebaliknya satelit sebagai repeater tunggal diluar angkasa akan meneruskan sinyal informasi kearah tujuan dengan menggunakan frekuensi *Down Link* [Imam MPB, 2014].

Satelit adalah perangkat telekomunikasi space segment yang bergerak mengelilingi bumi dan berada pada orbitnya. Satelit dapat disebut repeater karena berfungsi sebagai penguat sinyal komunikasi, sehingga sistem ini dikatakan sebagai sistem komunikasi satelit.

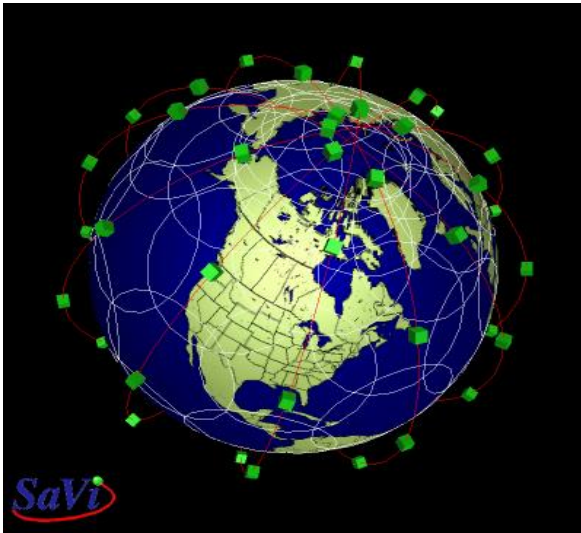
B. Satelit Iridium

Satelit Iridium merupakan satelit dengan orbit yang rendah dan merupakan salah satu type satelit LEO (Low Earth Orbital). Konstelasi satelit Iridium adalah sekelompok besar satelit yang menyediakan pelayanan suara dan data ke telepon satelit, pager dan transceiver terintegrasi di seluruh permukaan Bumi. Konstelasi terdiri dari 66 satelit aktif di orbit, dan satelit cadangan tambahan untuk melayani jika terjadi kegagalan. Satelit berada di orbit Bumi rendah pada ketinggian sekitar 485 mi (781 km) dan kemiringan 86,4 °. Kecepatan orbit satelit sekitar 17.000 mph (27.000 km / jam). Satelit iridium juga di sebut sebagai *polar orbit satelit* karena semua satelit beredar mengelilingi bumi melalui kutub utara/selatan bumi sehingga setiap satelit melalui kutub setiap 100 menit secara bergantian [Fabios group, 2015].

Kelebihan dan kekurangan sistem satelit iridium :

1. Kelebihan sistem satelit iridium
 - Dapat menjangkau seluruh dunia (global coverage)
 - Peralatan lebih sederhana (seperti telepon genggam)
2. Kekurangan sistem satelit iridium
 - Orbit satelit rendah sehingga lebih rentan terhadap gangguan cuaca;
 - Terlalu banyak satelit sehingga apabila terdapat kerusakan sejumlah satelit, akan sulit bagi operator untuk memperbaiki secara cepat
 - Polar Orbital Satellite lebih rentan gangguan dari pada Geo-stationary Orbital Satellite.

Satelit LEO adalah satelit yang memiliki ketinggian 320 – 800 km diatas permukaan bumi. Orbit satelit LEO sangat dekat bumi, sehingga harus mempunyai kecepatan yang sangat tinggi supaya tidak terlempar ke atmosfer. Kecepatan edar satelit LEO mencapai 27.359 Km/h untuk mengitari bumi dalam waktu 90 menit. Aplikasi satelit LEO ini biasanya digunakan pada sistem *remote sensing* dan peramalan cuaca karena jarak dengan permukaan bumi tidak terlalu jauh. Satelit LEO sangat banyak diluncurkan untuk berbagai macam aplikasi karena jarak yang tidak terlalu jauh dan biaya yang murah. Akibat jumlah satelit LEO sangat padat. Tercatat sekarang ada 8000 lebih satelit yang mengitari bumi pada orbit LEO seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 1 Konstelasi 66 satelit LEO [Jeremy Allnutt 2010]

Berikut adalah keuntungan dan kerugian Satelit LEO:

1. Keuntungan satelit LEO antara lain:
 - Delay propagasi lebih kecil di bandingkan satelit MEO dan GEO.
 - Sudut elevasi lebih besar untuk melihat satelit LEO.
 - Rugi-rugi redaman propagasi kecil
 - Daya terima lebih besar dan frekuensi bisa di pakai ulang.
 - Mudah di operasikan dengan daya dan antena kecil.
2. Kerugian satelit LEO antara lain:
 - Jumlah satelit di orbit LEO lebih banyak (50-70 satelit).
 - Kurang efektif untuk cakupan layanan secara nasional/regional
 - Perlu biaya operasi dan pemeliharaan (OPEX) yang besar karena jumlah satelitnya banyak
 - Umur satelit lebih pendek di bandingkan dengan umur satelit MEO dan GEO.

C. Sudut Azimuth dan Elevasi

Posisi stasiun bumi, baik stasiun bumi pemancar ataupun penerima memegang peranan penting dalam komunikasi satelit. Sedangkan satelit hanya berperan sebagai pengulang (repeater). Untuk itu stasiun bumi harus diletakkan pada posisi yang tepat dan berada pada daerah cakupan satelit agar sinyal yang dikirim akan diterima satelit yang di pancarkan kembali pada stasiun penerima.

Untuk meletakkan stasiun bumi pada posisi yang tepat agar bisa berkomunikasi dengan satelit, harus diketahui sudut elevasinya, sehingga rugi-rugi yang mungkin terjadi, khususnya rugi-rugi pancaran antenna dapat diminimalkan dan daya yang dipancarkan atau yang diterima bisa optimal.

Sudut elevasi (E) merupakan sudut yang dihasilkan pada arah utara, dari titik yang akan kita pasang antena dengan arah vertical antara satelit dengan antena. Sudut azimuth (A) secara teoritis berada diantara 0° dan 360°, namun tergantung dari lokasi stasiun bumi dengan mengambil titik acuan pada titik subsatelit. Besarnya sudut azimuth dapat dihitung menggunakan rumus [Imam MPB, 2014]:

1. Sebelah utara Khatulistiwa

Stasiun bumi berada di barat satelit : $A = 180^\circ - A'$

Stasiun bumi berada di timur satelit : $A = 180 + A'$

2. Sebelah selatan Khatulistiwa

Stasiun bumi berada dibarat satelit : $A = A'$

Stasiun bumi berada ditimur satelit : $A = 360 - A'$

Dengan A' adalah sudut positif, untuk menghitung A' :

$$A' = \tan^{-1} \left(\frac{\tan |\theta_s - \theta_l|}{\sin \theta_1} \right)$$

$$= \tan^{-1} \left(\frac{\tan |longSB - longSat|}{\sin latSB} \right)$$

Sudut azimuth dan elevasi di perlukan untuk membantu mengarahkan posisi antena stasiun bumi ke arah antena satelit, sehingga tidak terjadi *pointing loss*. Nilai sudut elevasi ini akan dicari untuk masing-masing posisi yang memungkinkan untuk ditempatkannya stasiun bumi. Besarnya sudut elevasi dapat dihitung menggunakan rumus [Imam MPB, 2014] :

$$\cos \theta$$

$$= (Re$$

$$+ h) \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \phi \cos^2 \Delta \lambda}{h^2 + 2Re(Re + h)(1 - \cos \phi \cos \Delta \lambda)}}$$

Dimana:

h = orbit satelit LEO (500-1000 Km)

Re = jari-jari bumi (6.378 Km)

Cos ϕ = selisih longitude (bujur) stasiun bumi dengan satelit

Cos $\Delta\lambda$ = nilai latitude (lintang) dari stasiun bumi

D. Parameter-parameter Satelit

1. G/T (Figure of Merite)

Gain to noise temperature ratio G/T merupakan ukuran penampilan baik-buruknya (performance) system penerima pada suatu stasiun bumi. Secara matematik, G/T dirumuskan sebagai berikut [Imam MPB, 2014]:

$$G/T = \frac{\text{Gain antenna (dB)}}{\text{Temperature sistem}} \text{ (dB/}^\circ\text{K)}$$

Dimana;

G = penguatan antenna Rx

T = temperature system (antenna/ LNA/receiver)

Semakin besar G/T, berarti semakin sensitive dan semakin baik kualitas penerimaannya. Sehingga mendapatkan harga G/T yang cukup besar dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Memperbesar penguatan antenna
- Menggunakan penerima dengan temperature derau yang rendah (semakin kecil temperature LNA, semakin baik mutu penerimanya).

2. S/N (Signal To Noise Ratio)

Teknis transmisi lebih sering berurusan dengan signal to noise ratio (S/N) dibandingkan dengan kriteria lain.

S/N adalah perbandingan level sinyal dengan level noise yang dinyatakan dalam dB. dirumuskan sebagai berikut [Imam MPB, 2014]:

$$S/N = \frac{\text{Daya sinyal (Watt)}}{\text{Noise (Watt)}} \text{ dB}$$

Atau

S/N = level signal (dBm) – level noise (dBm).

Untuk memperbesar S/N dapat dilakukan dengan cara:

- Memperbesar daya sinyal
- Memperkecil daya derau (noise)
- Memperbesar daya sinyal sekaligus memperkecil daya derau.

3. Thermal Noise

Thermal noise adalah noise yang muncul pada setiap media transmisi dan setiap media transmisi dan setiap perangkat telekomunikasi sebagai akibat dari gerakan electron secara acak. Noise ini mempunyai sifat menyebar merata ke seluruh band frekuensi. Setiap media transmisi, jika bekerja pada temperature diatas temperature yang mutlak, besaran noise ini biasanya dapat dinyatakan dalam derajat kelvin. Karena menyebarnya merata pada seluruh band frekuensi, maka noise ini dinamakan *white noise*.

Besarnya thermal noise dirumuskan sebagai berikut [Imam MPB, 2014]:

$$P_n = k \cdot T \text{ (W/Hz)}$$

Di mana:

K = konstanta boltzman = $1,3803 \cdot 10^{-23}$

T = temperature mutlak = K

Rumus diatas menyatakan thermal noise berbanding lurus dengan bandwidth dan temperature. Pada bandwidth tertentu thermal noise menjadi:

$$P_n = k \cdot T \cdot B \text{ Watt}$$

4. EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)

EIRP adalah besarnya daya suatu carrieryang dipancarkan oleh suatu antenna, satuannya dinyatakan dalam dBWatt. Harga EIRP adalah hasil penjumlahan antara keluaran HPA dengan penguatan antenna, dikurangi dengan redaman IFL (Interfacility Link).

Besarnya EIRP dapat dirumuskan sebagai berikut [Imam MPB, 2014]:

$$\text{EIRP} = P_{\text{out HPA}} \text{ (dBw)} + G_{\text{antenna}} \text{ (dB)} - \text{loss IFL} \text{ (dB)}$$

Harga EIRP dapat diperkecil atau diperbesar dengan cara:

- Memperkecil/memperbesar output HPA.
- Memperkecil/memperbesar penguatan antenna.
- Memperpanjang/memperpendek IFL

5. Noise Figure

Noise figure adalah perbandingan antar noise yang dihasilkan perangkat dalam kenyataan dibandingkan dengan noise pada perangkat ideal. Untuk perangkat linier, noise figure (NF) dirumuskan sebagai berikut [Imam MPB, 2014]:

$$NF = \frac{S/N_{\text{in}}}{S/N_{\text{out}}} \text{ atau } 10 \log NF \text{ (dB)}$$

Dalam dB : NF = S/N in (dB) – S/N out (dB)

E. Perhitungan Sisi Uplink

Up link merupakan sinyal radio frequency (RF) yang ditransmisikan dari stasiun bumi menuju satelit. Untuk menentukan besarnya nilai *free space loss up link*. dirumuskan sebagai berikut [Imam MPB, 2014]:

$$L_u = \left[\frac{4\pi f_u \cdot d_u}{c} \right]^2$$

Dimana:

L_u = free space loss up link

d_u = slant range up link (m)

λ_u = panjang gelombang up link (m)

f_u = frekuensi up link (Hz)

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

Dalam perhitungan dengan parameter dB, maka L_p (Path Loss) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [Jeremy Allnutt 2010]:

$$L_p = (EIRP)_{dB} + (G_r)_{dB} - (P_r)_{dB}$$

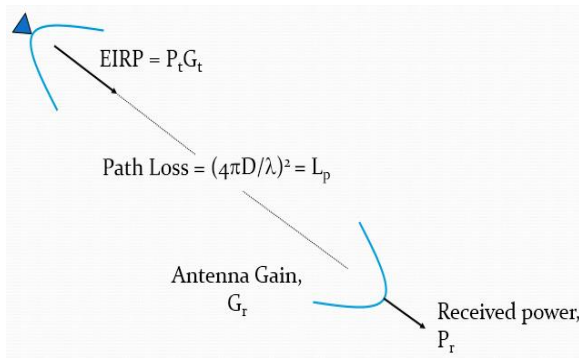
Di mana:

L_p = Path Loss

$EIRP$ = (Effective Isotropic Radiated Power) dari satelit

G_r = Gain antenna receiver

P_r = Daya terima dari receiver



Gambar 2 Konfigurasi Path Loss [Jeremy Allnutt 2010].

Contoh soal dan perumusan referensi yang kami ambil sebagai berikut [Deepak Kumar Mohapatra, 2014]:

$$\text{Free Space Loss (FSL)} = 20 \log \left(\frac{4\pi f \cdot d}{c} \right)$$

$$\text{FSL} = 20 \log \left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot f \cdot d}{c} \right)$$

Jarak (Iridium) = 780 Km

Frekuensinya = 1650 MHz

$$\begin{aligned} \text{FSL} &= 20 \log \left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot f}{c} \right) + 20 \log(d) + 20 \log(f) \\ &= -147,558 + 20 \log(790 \cdot 10^3) + 20 \log(1650 \cdot 10^6) \\ &= 154,63 \text{ dB} \end{aligned}$$

F. Daya Carrier Uplink

Daya carrier up link adalah daya yang diterima oleh antenna pada satelit, setelah daya carrier yang di kirim stasiun bumi mengalami redaman-redaman pada saat up link. Maka nilai daya carrier up link dirumuskan sebagai berikut [Imam MPB, 2014]:

$$C_u = \frac{(EIRP)}{L} \left(\frac{4\pi f_u \cdot d_u}{c} \right)^2 G_u$$

Dimana:

C_u = daya carrier up link (dB)

$EIRP$ = Effective Isotropic Radiated Power (dBW)

L = Loss tracking + atmosphere attenuation (1,2 – 1,5 dB)

c = kecepatan cahaya ($2,997925 \times 10^8$ m/s)

f_u = frekuensi up link (Hz)

d_u = slant range up link (m)

G_u = penguatan antenna satelit (dBi)

G. Noise power up link

Noise power up link dapat diartikan sebagai noise yang memengaruhi daya pada saat suatu stasiun bumi mengirimkan sinyal ke satelit. Nilai noise power up link dirumuskan sebagai berikut [Imam MPB, 2014]:

$$N_u = k \cdot T_u \cdot B$$

Dimana:

k = konstanta Boltzman (1,38

T_u = noise temperature (K)

B = noise bandwidth (Hz)

H. Instrumentasi Spectrum analyzer

Rigol DSA1030 adalah Spectrum Analyzer ringkas dan ringan dengan kinerja premium untuk aplikasi portabel. Penggunaan teknologi IF digital (frekuensi menengah) menjamin keandalan dan kinerja untuk memenuhi aplikasi RF yang paling menuntut.

Layar cukup besar (21,6 cm / 8,5 cm) dari Rigol DSA1030 Spectrum Analyzer mempunyai resolusi 800x480 piksel memungkinkan gambar yang sangat bagus dari semua fungsi yang begitu nyaman seperti Auto Tune, Auto Range, Auto Scale dan Auto Couple. Fungsi-fungsi ini memungkinkan analyzer untuk memperoleh sinyal dan mencocokkan parameter secara otomatis, dibandingkan dengan proses manual yang diperlukan dengan penganalisa tradisional.

The Rigol Spectrum Analyzers memiliki antarmuka pengguna yang canggih dan mudah digunakan yang menawarkan beberapa fungsi untuk semua tugas. Navigasi menu sangat intuitif dan semua fungsi dan parameter mudah ditemukan berkat antarmuka grafis.



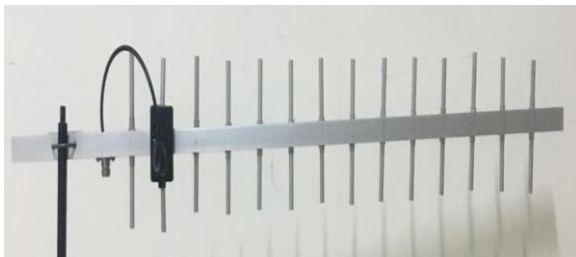
Gambar 3 Spectrum Analyzer RIGOL

I. Antena Yagi

Antena yagi mudah dikenal karena antenna ini merupakan antenna yang umum dipergunakan untuk

menerima siaran televisi. Antena ini diketahui digunakan untuk komunikasi HF, baik amatir maupun profesional. Antena ini murah dan mudah dibuat mempunyai lebar pita frekuensi yang memadai, dan penguatannya dapat mencapai 17 dBi atau lebih, terutama bila dipasang penguatannya terbatas oleh ukuran fisik antena, sedangkan pada pita frekuensi UHF faktor pembatas adalah ketepatan ukuran yang dapat dicapai, baik pada elemen-elemennya, maupun pada sistem pencatu (feeder). Pola pancarnya satu arah dan tahan anginnya rendah.

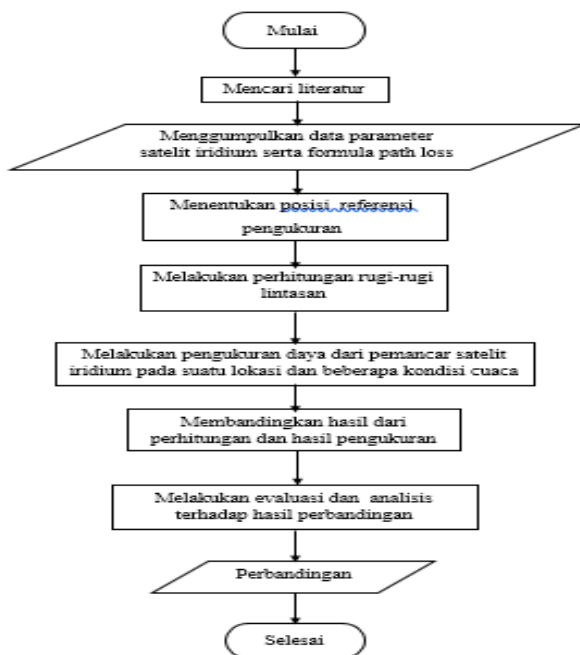
Antena yang dipakai untuk mengirim dan menerima sinyal radio. Antena yang hanya bisa mengirim dan menerima sinyal radio pada satu arah atau bersifat directional dan mempunyai gain sekitar 3-20 dB. (<http://informasisosiall.blogspot.co.id/2014/01/antena-yagi-uda.html>), Gambar antena yangi :



Gambar. 4 Antena yangi 14 Elemen

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir System



Gambar. 5 Diagram Alir System

Penjelasan diagram alir system di atas sebagai berikut:
 Penelitian dimulai dengan mencari literatur atau referensi tentang satelit iridium dan kemudian setelah

itu mengumpulkan data-data parameter-parameter satelit iridium serta path loss nya. Dan selanjutnya setelah semuanya terkumpul maka menentukan posisi pengukuran di mana Lokasi pengukuran yang dilakukan di area terbuka gedung Lab Jaringan Telekomunikasi ITN Malang. Selanjutnya melakukan perhitungan terhadap rugi-rugi lintasan yang sesuai dengan perumusan referensi yang sudah ada. Pengukuran dimulai dengan mempersiapkan peralatan berupa antenna yangi 14 elemen, Spectrum Analyzer, dan aplikasi Android ISS Detector. Setelah peralatan semuanya terkumpul selanjutnya dihubungkan satu persatu dan dimulai dengan melakukan pengukuran daya dari pemancar satelit iridium pada suatu lokasi dan beberapa kondisi cuaca. Setelah itu membandingkan hasil dari perhitungan dengan hasil dari pengukuran. Selanjutnya melakukan evaluasi dan analisis terhadap hasil perbandingan apakah sesuai hasilnya dari referensi yang sudah ada.

B. Penentuan Posisi referensi Pengukuran

Sebelum melakukan pengukuran penulis terlebih dahulu menentukan posisi untuk mengukur suatu satellite dengan menggunakan aplikasi android (location GPS). Besarnya daya sinyal yang diterima oleh alat ukur merupakan sinyal yang diterima antenna penerima yang di arahkan ke pemancar satelit iridium. Posisi referensi untuk pengukuran daya terima tersebut di letakkan di Gedung Workshop Elektro Kampus 2 ITN Malang. Untuk lokasi tersebut adalah sebagai berikut:

Lokasi GPS Saya	
IKHTISAR	PETA
Garis lintang	-7,9165
Garis bujur	112,63505
Ketinggian	495 m

Gambar. 6 Lokasi Pengukuran

C. Perhitungan Sudut Azimuth Satelit Terhadap Lokasi tempat Pengukuran.

Azimut ialah sudut yang di mulai dari utara berputar searah jarum jam ke titik yang di tuju. Besar sudut azimuth adalah 0° - 360°, yang dapat dihitung menggunakan rumus [Imam MPB, 2014] :

$$A' = \tan^{-1} \left(\frac{\tan | \text{longSB} - \text{longSat} |}{\sin \text{latSB}} \right)$$

Dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

Dik : Long SB = 112,63505°

Long Sat = -21,971°

$$\begin{aligned} \text{Lat SB} &= -7,9165^\circ \\ A' &= \tan^{-1} \left(\frac{\tan |112,63505^\circ - (-21,971^\circ)|}{-7,9165^\circ} \right) \\ &= \tan^{-1} \left(\frac{\tan |13460605^\circ|}{-7,9165^\circ} \right) \\ &= \tan^{-1} \left(\frac{-1,0138^\circ}{-7,9165^\circ} \right) \\ &= \tan^{-1} (0,1280^\circ) \\ &= 7,294^\circ \end{aligned}$$

D. Perhitungan Sudut Elevasi Satelit Terhadap Lokasi Tempat Pengukuran.

Sudut elevasi (E) merupakan sudut yang dihasilkan pada arah utara, dari titik yang akan kita pasang antena dengan arah vertical antara satelit dengan antenna yang dapat kita hitung dengan menggunakan rumus [Imam MPB, 2014] :

$$\cos \theta = (Re + h) \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \phi \cos^2 \Delta \lambda}{h^2 + 2Re(Re + h)(1 - \cos \phi \cos \Delta \lambda)}}$$

Dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

Dik: h = 413 Km
Re = 6378 Km
Cos φ = 134,606°
Cos Δλ = -7,9165°

$$\begin{aligned} \cos \theta &= (6378 + 413) \sqrt{\frac{1 \times (-134,606^\circ \times (-7,9165^\circ))}{413^2 + 2 \times 6378(6378 + 413)(1 \times (-134,606 \times (-7,9165)))}} \\ &= (6791) \sqrt{\frac{1 \times 1135521,748}{170569 + 12756(6791)(1 \times 1065,608)}} \\ &= (6791) \sqrt{\frac{1135522,748}{1,328 \times 10^{12}}} \\ &= (6791) \sqrt{8,551 \times 10^{-7}} \\ &= 6791 \times 9,247 \times 10^{-4} \\ &= 6,279^\circ \end{aligned}$$

H. Perhitungan Jarak Stasiun Bumi Terhadap Satelit.

Daerah kemiringan antara stasiun bumi dengan satelit adalah jarak yang sebenarnya yang di ukur dari stasiun bumi ditarik garis lurus menuju posisi satelit di atas, yang dapat dihitung menggunakan rumus [Imam MPB, 2014] :

$$d = \sqrt{h^2 + 2Re(Re + h)(1 - \cos \phi \cos \Delta \lambda)}$$

Dengan mengambil referensi posisi pengukuran, maka di peroleh hasil perhitungan sudut azimuth sebagai berikut:

Dik: h = 413 Km
Re = 6378 Km
Cos φ = 134,606°
Cos Δλ = -7,9165°

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{413^2 + 2 \times 6378(6378 + 413)(1 \times (-134,606 \times -7,9165))} \\ &= \sqrt{170569 + 12756(6791)(1 \times 1065,608)} \\ &= \sqrt{183325 \times 6791 \times 1066,608} \\ &= \sqrt{1,328 \times 10^{12}} \\ &= 11,523 \text{ Km} \end{aligned}$$

I. Penggunaan Software Aplikasi ISS

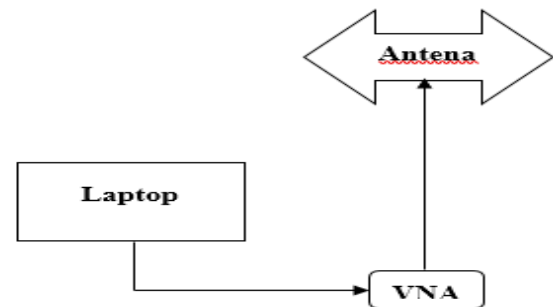
Dengan menggunakan software aplikasi android ISS kita dapat dipermudahkan untuk melihat posisi dan data-data parameter satelit iridium seperti pada gambar dibawah ini :

Lintang	Bujur	Ketinggian
49,628°	-21,971°	413 km
Arah	Ketinggian	Jarak
NW (326°)	-61,0°	11.610 km
RA	Deklinasi	Kecepatan
10j 39m 22d	49,6°	27.607 km/h
Waktu lokal	selisih waktu atomik	waktu UTC
12:08:56 PM	0,45 d	05:08:56 AM

Gambar. 7 Data parameter satelit iridium 60

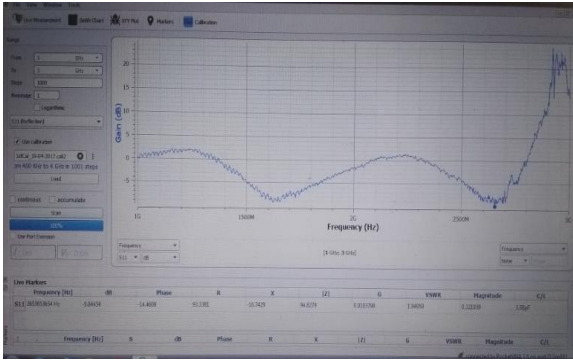
J. VNA (Vector Network Analyzer)

VNA merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur parameter medan jauh dan medan dekat pada antenna. Parameter medan dekat sendiri terdiri dari return loss, VSWR, impedansi dan bandwidth antenna. Sedangkan pada medan jauh terdiri dari gain, direktivitas, pola radiasi dan polarisasi antenna. Rangkaian penggunaan VNA serta tampilan di layar sesuai gambar di bawa :



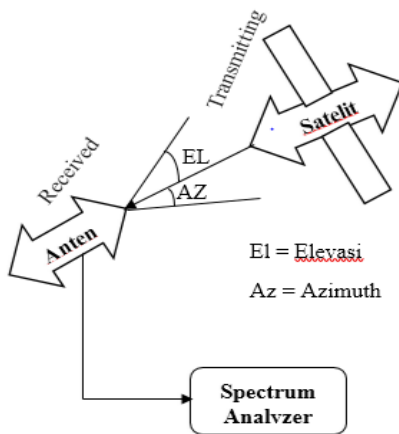
Gambar. 8 Rangkaian penggunaan VNA

Dari hasil pengukuran range frekuensi kerja antenna UHF yang di pakai dengan alat ukur VNA (Vector Network Analyzer) maka range frekuensi UHF yang di peroleh sampai range frekuensi 2,6 GHz, sehingga antenna tersebut dapat digunakan untuk menerima frekuensi kerja satelit iridium. Hasil pengukuran antenna yagi yang dipakai sesuai tampilan gambar 9, menurut referensi [Eko Ngendhi] untuk antenna yagi 14 elemen memiliki gain antenna sekitar 14dB.



Gambar. 9 Tampilan layer VNA

K. Konfigurasi Pengukuran



Gambar.10 Konfigurasi pengukuran

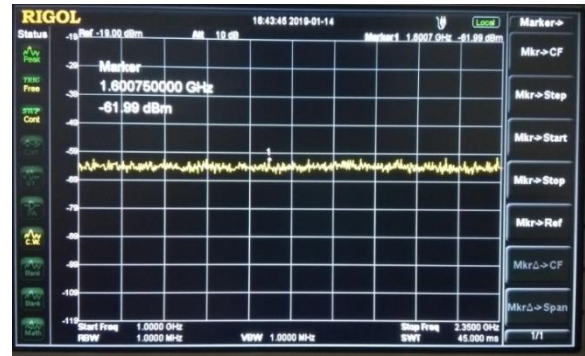
Penjelasan konfigurasi pengukuran di atas sebagai berikut :

Dimulai dari satelit bahwa satelit yang akan di ukur merupakan satelit iridium yang akan mengirim sinyal ke antenna yagi 14 elemen sebagai penerima daya dari satelit iridium tersebut dengan gain antenna (14dB), kemudian daya yang di terima oleh antenna akan terlihat di Spectrum Analyzer.

IV. ANALISA DAN EVALUASI DATA

A. Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran untuk memperoleh data dari beberapa kali percobaan dengan menggunakan spectrum analyzer sebagai alat ukur dan antenna yagi 14 elemen sebagai penerima daya dengan gain antenna (14) dB dan range frekuensi 1650 MHz pada tiap pengukuran. Hasil pengukuran ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar. 11 Sampling 1 Pengukuran daya terima Satelit Iridium 32

1. Hasil Pengukuran Satelit Iridium 32 Dengan Jarak berkisar 4000 – 6000 km sebagai Tabel.1 dibawah:

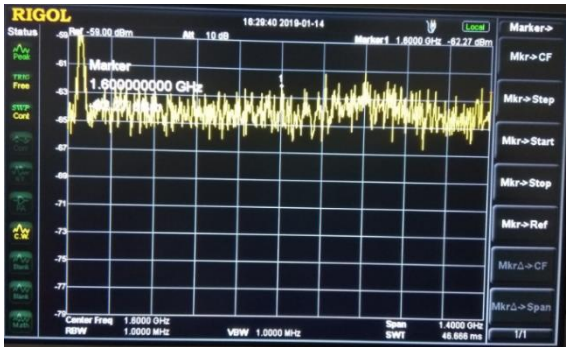
No	Lintang (°)	Bujur (°)	Sudut Azimuth (°)	Sudut Elevasi (°)	Jarak (Km)	Daya Terima (dB)
1	30,865	55,197	308	30,9	6.018	-65,94
2	29,639	56,539	307	29,6	5.965	-65,53
3	27,838	58,417	306	27,8	5.881	-64,95
4	26,104	60,136	305	26,1	5.783	-64,31
5	24,310	61,757	304	24,4	5.685	-64,08
6	23,421	62,843	303	23,3	5.532	-63,79
7	22,178	63,750	302	22,1	5.472	-63,15
8	21,812	64,397	301	21,8	5.341	-62,78
9	20,438	65,742	300	20,4	5.285	-62,50
10	19,387	66,437	299	19,3	5.146	-61,99

2. Hasil Pengukuran Satelit Iridium 60 Dengan Jarak berkisar 4000 – 6000 km sebagai Tabel.2 di bawah:

No	Lintang (°)	Bujur (°)	Sudut Azimuth (°)	Sudut Elevasi (°)	Jarak (Km)	Daya Terima (dB)
1	18,522	67,468	285	18,5	5.932	-65,74
2	17,550	68,171	284	17,5	5.833	-65,31
3	16,037	69,534	283	16,0	5.782	-65,14
4	15,192	70,836	281	15,2	5.698	-64,83
5	14,574	71,271	280	14,6	5.538	-64,45
6	13,146	72,315	279	13,1	5.476	-64,16
7	12,746	73,980	278	12,7	5.298	-63,82
8	11,357	74,560	277	11,3	5.072	-62,98
9	10,498	75,129	276	10,4	4.894	-62,35
10	9,823	76,950	275	9,7	4.725	-61,86

3. Hasil Pengukuran Satelit Iridium 45 Dengan Jarak berkisar 4000 – 6000 km sebagai tabel. 3 di bawah:

No	Lintang (°)	Bujur (°)	Sudut Azimuth (°)	Sudut Elevasi (°)	Jarak (Km)	Daya Terima (dB)
1	50,017	1,769	321	50,0	6.283	-66,41
2	49,513	2,710	320	49,5	6.133	-66,16
3	49,016	3,872	319	49,0	6.014	-65,91
4	48,522	5,813	318	48,5	5.904	-65,64
5	47,895	8,050	317	47,9	5.899	-65,39
6	46,734	9,321	316	46,6	5.745	-65,11
7	45,235	11,745	315	45,1	5.629	-64,75
8	44,674	12,034	314	44,5	5.413	-63,96
9	43,862	14,573	313	43,7	5.281	-62,85
10	42,712	15,245	312	42,6	5.182	-62,12



Gambar. 12 Sampling 1 Pengukuran Satelit Iridium 60 Berdasarkan kondisi cuaca mendung.

4. Hasil Pengukuran Satelit Iridium 60 Dengan Jarak berkisar 4000 – 6000 km, berdasarkan kondisi cuaca mendung sebagai Tabel. 4 di bawah:

No	Lintang (°)	Bujur (°)	Sudut Azimuth (°)	Sudut Elevasi (°)	Jarak (Km)	Daya Terima (dB)
1	20,522	65,468	287	20,5	6.342	-66,47
2	19,550	66,171	286	19,5	6.235	-66,03
3	18,037	67,534	284	18,0	6.092	-65,75
4	17,192	68,836	283	17,2	5.998	-65,28
5	16,574	69,271	282	16,6	5.838	-65,02
6	15,146	70,315	281	15,1	5.776	-64,79
7	14,746	71,980	280	14,7	5.598	-64,26
8	13,357	72,560	279	13,3	5.372	-63,72
9	12,498	73,129	278	12,4	5.223	-62,81
10	11,823	74,950	277	11,7	5.145	-62,27

B. Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan rugi-rugi lintasan untuk beberapa data yang sudah di peroleh dalam pengukuran selanjutnya dibandingkan hasil perhitungan rugi-rugi lintasan secara teoritis berikut:

Perhitungan rugi-rugi lintasan pada satelit iridium 32, dengan jarak = 6018 Km dan daya yang diterima (Pr) = -65,94 dB., gain antenna penerima (Gr) = 14dB.

1. Dengan referensi pengukuran diperoleh rugi-rugi lintasan adalah :

$$L_p = (EIRP)dB + (Gr)dB - (Pr)dB$$

$$= 30 + 14 - (-65,94)$$

$$= 30 + 14 + 65,94$$

$$= 109,94 \text{ dB}$$

2. Dengan referensi perhitungan teoritis diperoleh rugi-rugi lintasan adalah :

$$L_p = 20 \log [(4\pi f.d)/c]$$

$$= 20 \log [(4 * 3,14 * 1,6x10^6 * 6018 / 3x10^8)]$$

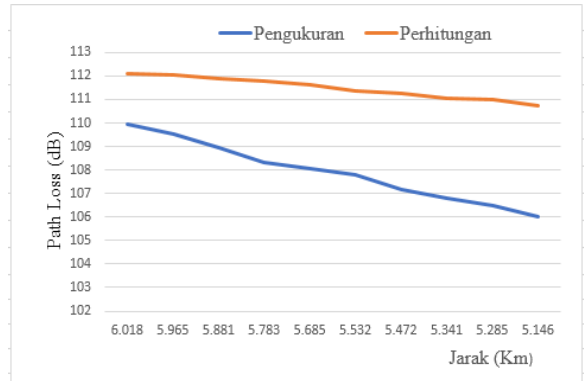
$$= 20 \log [403125,76]$$

$$= 112,11 \text{ dB}$$

3. Dari hasil pengukuran rugi-rugi lintasan dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis rugi-rugi lintasan terdapat selisih sekitar 2,17 dB, dimana yang lebih besar pada perhitungan teoritis rugi-rugi lintasan.

4. Untuk data selanjutnya pada satelit iridium 32 sebagai table. 6 di bawah:

No	Jarak (Km)	Daya Terima (dB)	Pengukuran Rugi-rugi Lintasan (dB)	Perhitungan Teoritis Rugi-rugi Lintasan (dB)	Selisih
1	6.018	-65,94	109,94	112,11	2,17
2	5.965	-65,54	109,54	112,03	2,49
3	5.881	-64,95	108,95	111,91	2,96
4	5.783	-64,31	108,31	111,76	3,45
5	5.685	-64,08	108,08	111,61	3,53
6	5.532	-63,79	107,79	111,37	3,58
7	5.472	-63,15	107,15	111,28	4,13
8	5.341	-62,78	106,78	111,07	4,29
9	5.285	-62,50	106,51	110,98	4,48
10	5.146	-61,99	105,99	110,74	4,75
Selisih			3,95	1,37	



Gambar. 13 Grafik path loss iridium 32

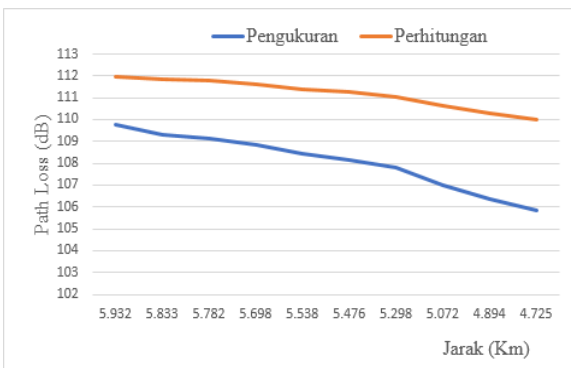
Dari tabel dan grafik terlihat bahwa :

- Semakin besar jarak, maka daya terima yang di ukur melalui spectrum analyzer semakin kecil.
- Dengan jarak antara stasiun bumi dengan satelit yang semakin besar, maka rugi-rugi lintasan juga semakin besar.
- Rugi-rugi lintasan antara perhitungan melalui hasil pengukuran dan secara teoritis terdapat perbedaan dalam pengukuran ini berkisar 2,17 dB – 4,75 dB.
- Selisih antara nilai pengukuran rugi-rugi lintasan dari yang terbesar sampai yang terkecil di peroleh nilai sebesar 3,95 dB, sedangkan pada perhitungan teoritis rugi-rugi lintasan sebesar 1,37 dB. Maka ini menunjukkan bahwa pada kondisi saat jarak

semakin jauh atau sudut elevasi semakin kecil terdapat rugi-rugi lintasan semakin besar yang di akibatkan pengaruh permukaan bumi dan redaman atmosfer yang semakin besar.

5. Untuk data selanjutnya pada satelit iridium 60 sebagai table. 7 di bawah:

No	Jarak (Km)	Daya Terima (dB)	Pengukuran Rugi-rugi Lintasan (dB)	Perhitungan Teoritis Rugi-rugi Lintasan (dB)	Selisih
1	5.932	-65,74	109,74	111,98	2,09
2	5.833	-65,31	109,31	111,83	2,52
3	5.782	-65,14	109,14	111,76	2,62
4	5.698	-64,83	108,83	111,63	2,81
5	5.538	-64,45	108,45	111,38	2,93
6	5.476	-64,16	108,16	111,28	3,12
7	5.298	-63,82	107,82	111,01	3,19
8	5.072	-62,98	106,98	110,62	3,64
9	4.894	-62,35	106,35	110,31	3,96
10	4.725	-61,86	105,86	110,01	4,15
Selisih			3,88	1,97	



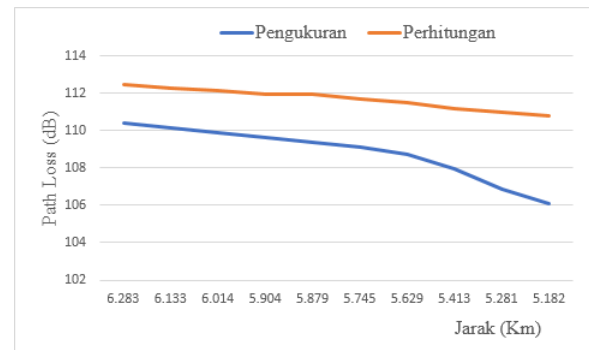
Gambar. 14 Grafik path loss iridium 60

Dari tabel dan grafik terlihat bahwa :

- Semakin besar jarak, maka daya terima yang di ukur melalui spectrum analyzer semakin kecil.
- Dengan jarak antara stasiun bumi dengan satelit yang semakin besar, maka rugi-rugi lintasan juga semakin besar.
- Rugi-rugi lintasan antara perhitungan melalui hasil pengukuran dan secara teoritis terdapat perbedaan dalam pengukuran ini berkisar 2,09 dB – 4,15 dB.
- Selisih antara nilai pengukuran rugi-rugi lintasan dari yang terbesar sampai yang terkecil di peroleh nilai sebesar 3,88 dB, sedangkan pada pertitungan teoritis rugi-rugi lintasan sebesar 1,97 dB. Maka ini menunjukkan bahwa pada kondisi saat jarak semakin jauh atau sudut elevasi semakin kecil terdapat rugi-rugi lintasan semakin besar yang di akibatkan pengaruh permukaan bumi dan redaman atmosfer yang semakin besar.

6. Untuk data selanjutnya pada satelit iridium 45 sebagai table. 8 di bawah:

No	Jarak (Km)	Daya Terima (dB)	Pengukuran Rugi-rugi Lintasan (dB)	Perhitungan Teoritis Rugi-rugi Lintasan (dB)	Selisih
1	6.283	-66,41	110,41	112,48	2,07
2	6.133	-66,16	110,16	112,27	2,11
3	6.014	-65,91	109,91	112,11	2,21
4	5.904	-65,64	109,64	111,94	2,31
5	5.879	-65,39	109,39	111,91	2,52
6	5.745	-65,11	109,11	111,71	2,61
7	5.629	-64,75	108,75	111,52	2,77
8	5.413	-63,96	107,96	111,18	3,22
9	5.281	-62,85	106,85	110,97	3,74
10	5.182	-62,12	106,12	110,81	4,69
Selisih			4,29	1,67	



Gambar. 15 Grafik path loss iridium 45

Dari tabel dan grafik terlihat bahwa :

- Semakin besar jarak, maka daya terima yang di ukur melalui spectrum analyzer semakin kecil.
 - Dengan jarak antara stasiun bumi dengan satelit yang semakin besar, maka rugi-rugi lintasan juga semakin besar.
 - Rugi-rugi lintasan antara perhitungan melalui hasil pengukuran dan secara teoritis terdapat perbedaan dalam pengukuran ini berkisar 2,07 dB – 4,69 dB.
 - Selisih antara nilai pengukuran rugi-rugi lintasan dari yang terbesar sampai yang terkecil di peroleh nilai sebesar 4,29 dB, sedangkan pada pertitungan teoritis rugi-rugi lintasan sebesar 1,67 dB. Maka ini menunjukkan bahwa pada kondisi saat jarak semakin jauh atau sudut elevasi semakin kecil terdapat rugi-rugi lintasan semakin besar yang di akibatkan pengaruh permukaan bumi dan redaman atmosfer yang semakin besar.
7. Untuk data selanjutnya pada satelit iridium 60 membandingkan antara daya terima dari cuaca mendung dengan cuaca cerah. Posisi dan jarak kita gunakan pada posisi yang paling dekat mendekati sama karena untuk memperoleh data posisi dan jarak yang sama sangat sulit. Sehingga diperoleh hasil sebagai sebagai table. 9 di bawah:

No	Jarak (km)		Daya Terima (dB)		Selisih
	Cerah	Mendung	Cerah	Mendung	
1	5.932	5.998	-65,74	-65,28	0,46
2	5.833	5.838	-65,31	-65,02	0,29
3	5.782	5.776	-65,14	-64,79	0,35
4	5.538	5.598	-64,45	-64,26	0,19
5	5.298	5.223	-63,82	-62,81	1,01
Rata-rata					0,46

Dari tabel terlihat bahwa :

- a) Dari hasil pengukuran daya diterima melalui spectrum analyzer, maka cuaca mendung dengan cuaca cerah terdapat perbedaan dalam pengukuran ini dengan nilai 0,46.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan data-data hasil pengukuran rugi-rugi lintasan dengan perhitungan teoritis rugi-rugi lintasan setelah dilakukan proses pengumpulan data, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar jarak antara satelit dengan stasiun bumi, maka daya terima semakin kecil.
2. Dengan jarak antara stasiun bumi dengan satelit yang semakin besar, maka rugi-rugi lintasan juga semakin besar.
3. Rugi-rugi lintasan antara perhitungan melalui hasil pengukuran dan secara teoritis terdapat perbedaan dalam pengukuran ini dengan nilai berkisar 2 dB – 4 dB.
4. Dari hasil pengukuran rugi-rugi lintasan di bandingkan dengan hasil perhitungan teoritis rugi-rugi lintasan terdapat selisih yang tidak jauh beda.
5. Pada kondisi saat jarak semakin jauh atau sudut elevasi semakin kecil terdapat rugi-rugi lintasan semakin besar yang di akibatkan pengaruh permukaan bumi dan redaman atmosfer yang semakin besar.
6. Dari hasil pengukuran daya diterima melalui spectrum analyzer, maka cuaca mendung dengan cuaca cerah terdapat perbedaan dalam pengukuran ini dengan nilai 0,46.

B. Saran

1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan antenna yang lebih baik lagi dan posisi pengukuran yang lebih akurat.
2. Untuk akurasi yang lebih tinggi terhadap hasil pengujian dapat dilakukan dengan pemngambilan sampling data yang lebih banyak.

REFERENSI

- [1] Iridium World Communications LTD. (1997, March 14). Form S-1. Registration Statement Under the Securities Act of 1933 . Washington, DC: Securities and Exchange Commission.
- [2] ArildFlystveit, A. J. Global Mobile Personal Communications by Satellite. *Telektronikk* .pp. 22-33(1)
- [3] Nelsen, R. A. (1998, September). Iridium: From Concept to Reality. *Via Satellite*
- [4] Chang D.D. and de Weck O.L. Basic capacity calculation methods and benchmarking for MF-TDMA and MF-CDMA communication satellites. Paper AIAA-2003-2277, 21st AIAA International Communications Satellite System Conference (ICSSC) and Exhibit, Yokohama, Japan, 2003.
- [5] Dennis Roddy, “ Satellite Communications”, 3rd edition, McGraw Hill, USA, 2001, ISBN: 0-07-120240-4.
- [6] Timothy Pratt et al., “Satellite Communications “Copyright©2003, ISBN: 9814-12-684-5.
- [7] Gerard Maral and Michel Bousquet, “ Satellite Communication Systems”, 5th edition, John Wiley, UK, 2002.
- [8] P Brunt, "IRIDIUM® - Overview and Status," *Space Communications*, Vol. 14, No. 2,1996, pp. 61-68.
- [9] Gary M. Comparetto, "A Technical Comparison of Several Global Mobile Satellite Communications Systems," *Space Communications*, Vol. 11, No. 2, 1993 DD 97-104. VV.
- [10] Fossa, Carl E., Raines, Richard A., Gunsch, Gregg H., and Temple, Michael A., "A Performance Analysis of the IRIDIUM® Low Earth Orbit Satellite System," *ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networks*, 1998 (submitted for publication).

BIODATA PENULIS

Nama Penulis : Rori Arkan Ibadillah
 Penulis Lahir di : Gelem, Wanasaba
 Pada Tanggal : 31 Desember 1996



Penulis merupakan anak pertama dari Bapak Harbin dan Ibu Nurul Iimi. Penulis memulai Pendidikan di SD 7 Wanasaba, dan pada tahun 2008, penulis menempuh Pendidikan MTS TIA sampai dengan tahun 2011, kemudian melanjutkan ke jenjang berikut yaitu di MA TIA

Wanasaba sampai dengan 2014, dan setelah itu

melanjutkan studi di perguruan tinggi INSITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG (ITN MALANG) dan memilih jurusan TEKNIK ELEKTO S1, PEMINATAN TELEKOMUNIKASI, FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga menjadi Asisten Laboratorium Telekomunikasi dan Antena Propagasi sampai lulus dari ITN Malang.