

# Perencanaan Radio Digital Backhaul Link Multiple Hop

Syafarida<sup>1</sup>, Yus Natali<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta  
syafaridaaa17@gmail.com<sup>1</sup>, yus\_nabila@yahoo.com<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Sistem komunikasi dengan menggunakan frekuensi radio dianggap mampu untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam melakukan komunikasi secara cepat dan efisien. Khususnya kebutuhan komunikasi manusia yang bertempat tinggal di daerah dengan kondisi dataran yang berbukit-bukit, dimana pembangunan site tersebut harus menggunakan titik lain agar sampai ke titik yang dituju. Sehingga perencanaan link radio digital ini menggunakan sistem multiple hop dengan jumlah hop yang digunakan adalah dua hop. Tujuan proyek akhir ini adalah merencanakan pembangunan site baru di area Pandeglang Banten, menghitung kondisi *line of sight* secara software, dan menganalisa hasil performansi power link budget. Sedangkan parameter yang akan dianalisa dalam proyek akhir ini adalah *line of sight*, *Power Link Budget*, dan performansi hasil perencanaan. Berdasarkan hasil perencanaan link radio digital backhaul link multiple hop didapatkan bahwa kedua hop dalam kondisi LOS dengan tinggi tower yang sudah ada. Didapatkan nilai  $RSL \geq R_{th}$  untuk hop 1 ( $-38,63 \text{ dBm} \geq -76,50 \text{ dBm}$ ), Fading Margin  $\geq 30 \text{ dB}$  (FM = 37,88 dB), Availability  $\geq 99,995\%$  (99,99999%). Sedangkan untuk hop 2 juga didapatkan nilai  $RSL \geq R_{th}$  ( $-41,50 \text{ dBm} \geq -76,50 \text{ dBm}$ ), Fading Margin  $\geq 30 \text{ dB}$  (FM = 35 dB), Availability  $\geq 99,995\%$  (99,99999%). Dengan hasil performansi tersebut, maka kedua hop tersebut dalam kondisi baik dan hasil perencanaan berhasil.

**Kata kunci:** *Multiple Hop, Line Of Sight, Power Link Budget*

## ABSTRACT

Communication system using radio frequency is considered capable to meet human needs in communicating quickly and efficiently. Especially the need for human communication residing in areas with hilly terrain conditions, where the construction of the site must use another point to get to the point of destination. So this digital radio link planning using multiple hop system with the number of hops used is two hops. The purpose of this final project is to plan the construction of new site in Pandeglang Banten area, calculate line of sight condition in software, and analyze the result of power link budget performance. The parameters to be analyzed in this final project are line of sight, Power Link Budget, and performance of planning result. Based on the result of planning of digital radio link backhaul link multiple hop it is found that both hop in LOS condition with existing tower height. Obtain RSL value  $\geq R_{th}$  for hop 1 ( $-38,63 \text{ dBm} \geq -76,50 \text{ dBm}$ ), Fading Margin  $\geq 30 \text{ dB}$  (FM = 37,88 dB), Availability  $\geq 99,995\%$  (99,99999%). While for hop 2 also obtained value of RSL  $\geq R_{th}$  ( $-41,50 \text{ dBm} \geq -76,50 \text{ dBm}$ ), Fading Margin  $\geq 30 \text{ dB}$  (FM = 35 dB), Availability  $\geq 99,995\%$  (99,99999%). With these performance results, the two hops are in good condition and the result of the plan is successful.

**Keywords :** *Multiple Hop, Line Of Sight, Power Link Budget*

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi telekomunikasi yang sangat pesat pada beberapa tahun terakhir ini merupakan akibat dari semakin tingginya kebutuhan manusia untuk melakukan komunikasi secara cepat dan efisien. Begitu pula dengan sistem komunikasi radio microwave yang telah mulai banyak dipakai dan telah berkembang aplikasinya. Hal ini dikarenakan fungsi sistem komunikasi radio *microwave* sebagai salah satu media transmisi yang memiliki keunggulan dibanding media transmisi lain seperti kabel dan serat optik. Keunggulan itu diantaranya, biaya instalasi yang murah dan mudah, area cakupan yang luas serta pembangunannya dapat dilakukan secara bertahap.

Sistem komunikasi radio microwave sangat berperan penting dalam komunikasi seluler khususnya untuk jaringan backhaul (penghubung antara transceiver dengan *Remote Network*

*Center* (RNC) dan RNC dengan *Mobile Switching Center* (MSC), kemudian MSC dengan MSC lain, dan MSC dengan sentral. Hal ini dikarenakan jaringan backhaul memiliki keunggulan yaitu dapat menjangkau user yang cukup luas.

Seiring dengan kebutuhan komunikasi di daerah dengan kondisi iklim tropis dan kondisi dataran yang berbukit-bukit dimana terdapat penghalang yang menghambat terjadinya kondisi *Line of Sight* (LOS) pada suatu *link* transmisi radio, maka diperlukan survei *Line of Sight* (LOS) terlebih dahulu kemudian dilakukan analisa perencanaan *link budget*nya.

Pembangunan *link microwave* memerlukan ketelitian dan perencanaan yang matang. Karena begitu pentingnya perencanaan pembangunan *link microwave* ini, penulis tertarik untuk membahasnya, dan bahasan tersebut penulis tuangkan dalam bentuk proyek akhir dengan judul "Perencanaan Radio Digital Backhaul Link Multiple Hop."

## B. Maksud dan Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah Merencanakan pembangunan radio digital dengan *link multiple hop* daerah Pandeglang Banten, menganalisa *Line Of Sight* (LOS) untuk semua *link* transmisi, menghitung *Power Link Budget* untuk semua *link* transmisi serta menganalisa performansi hasil perencanaan

## C. Rumusan Masalah

- Bagaimana cara melakukan perencanaan dan survey kelayakan terhadap suatu daerah untuk pembangunan site baru yaitu site MLMPNGBAYAH-PGGRANGNMLP2-MALIMPINGLKB daerah Pandeglang Banten?
- Perangkat apa saja yang dibutuhkan untuk perencanaan pembangunan site?
- Data apa saja yang dibutuhkan untuk perencanaan pembangunan site?
- Parameter apa saja yang digunakan untuk perencanaan pembangunan site?

## D. Batasan Masalah

- Survei dilakukan di site MLMPNGBAYAH-PGGRANGNMLP2-MALIMPINGLKB area Pandeglang Banten
- Media transmisi yang dibahas adalah media transmisi udara dengan penggunaan frekuensi 7 GHz
- Perangkat radio yang digunakan yaitu microwave radio ODU IDU Huawei RTN 950 Microwave Radio Link
- Analisis jalur transmisi pada perhitungan LOS (line of sight) yaitu jalur terrestrial microwave link multiple hop
- Parameter link yang dibahas yaitu Rx Signal Level, Thermal Fade Margin (Fading Margin) dan Availability System
- Tidak membahas signalling
- Tidak membahas cost

## II. DASAR TEORI

### A. Komunikasi Gelombang Radio

Sistem komunikasi Gelombang Radio (*microwave*) tidak menggunakan kawat dalam proses perambatannya, melainkan menggunakan udara atau ruang angkasa sebagai bahan penghantar [1]. Secara garis besar sistem ini adalah sebuah pemancar Tx yang memancarkan dayanya menggunakan antena ke arah tujuan, sinyal yang dipancarkan berbentuk gelombang elektromagnetik. Pada penerima gelombang elektromagnetik ini diterima oleh sebuah antena yang sesuai. Sinyal yang diterima kemudian diteruskan ke penerima Rx [2].

Tujuan dari sistem komunikasi radio adalah mentransmisikan informasi dari satu tempat ke tempat lain tanpa adanya interupsi dan sampai ke penerima dengan jelas. Karakteristik yang terdapat pada hubungan gelombang mikro adalah antara antenna pemancar dan antenna penerima harus bebas pandang (*Line Of Sight*), hal tersebut berarti bahwa antar antenna harus tidak ada

penghalang (*obstacle*), yaitu sesuatu yang menghalangi atau menutupi lintasan perambatan gelombang mikro [3]. Sistem komunikasi radio juga harus mempertimbangkan hal-hal penting yaitu pertimbangan LOS (*Line Of sight*), redaman, dan *link budget*. Faktor kontur bumi juga berpengaruh pada kualitas atau performansi dari microwave radio link.

### E. Komunikasi Radio Link Multiple Hop

Sistem *Multiple Hop* didefinisikan sebagai penggunaan beberapa titik secara bersama untuk membangun suatu jaringan lalu lintas pengiriman pesan dari satu titik ke titik yang lain hingga data pesan tersebut sampai pada titik yang dituju. *Link multiple hop* dapat menyediakan akses data untuk ruang yang besar. Dengan menggunakan titik lain, dalam hal ini *relay*, mampu memberikan kinerja kualitas sistem kanal yang lebih baik. Pada dasarnya, *relay* meneruskan atau memancarkan kembali sinyal yang dikirim oleh *transmitter* ke *receiver*. Sebelum meneruskan sinyal, *relay* menguatkan atau mengkodekannya terlebih dahulu. Dengan menggunakan *link multiple hop* untuk perencanaan radio dibutuhkan repeater aktif salah satunya adalah antena *hop* yang berfungsi untuk memancarkan sinyal dari hop 1 ke hop lainnya. Sistem link *multiple hop* ini dimaksudkan untuk mengefisienkan sinyal yang dikirim dari *transmitter* ke *receiver* melalui *transceiver* diantara keduanya [5]. Sistem ini juga sangat bermanfaat jika dalam perencanaan pembangunan *link* radio di wilayah dengan dataran yang tinggi dan banyak dihalangi oleh *obstacle* (penghalang).

### F. Propagasi Gelombang Radio

Propagasi gelombang radio adalah proses perambatan gelombang radio dari pemancar (Tx) ke penerima (Rx) [6]. Komunikasi radio mengenal pembagian propagasi gelombang radio menjadi 3 macam yaitu [7]:

- Propagasi gelombang tanah

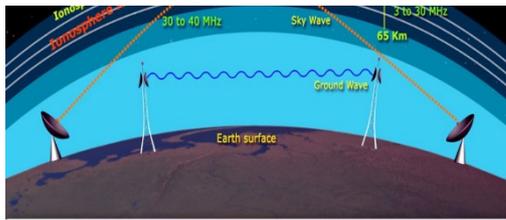
Pemanfaatan tanah untuk komunikasi radio ini dilakukan karena tanah dapat berfungsi sebagai penghantar gelombang radio.



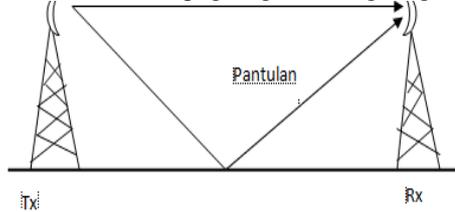
Gambar 2.1 Propagasi gelombang tanah

- Propagasi gelombang Langit
- Propagasi LOS (*Line Of Sight*)

Propagasi line of sight, disebut dengan propagasi dengan gelombang langsung (*direct wave*), karena gelombang yang terpancar dari antena pemancar langsung berpropagasi menuju antena penerima dan tidak merambat di atas permukaan tanah [7].



Gambar 2.2 Propagasi gelombang langit



Gambar 2.3 Propagasi LOS

**G. Parameter Link Budget Radio Microwave**

• **Line Of Sight (LOS)**

Line of sight microwave merupakan suatu transmisi radio broadcast dengan pelayanan dari titik ke titik [8]. LOS (Line Of Sight) adalah suatu kondisi dimana antara pengirim (Tx) dengan penerima (Rx) dapat saling melihat tanpa ada penghalang. Antara antenna pengirim dan penerima harus berada dalam satu garis radio horizon tanpa terhalangi obstruksi apapun [9]. LOS dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini:

1. Panjang lintasan
2. Faktor K
3. Kontur bumi
4. Daerah fresnel
5. Tinggi penghalang

• **Fresnel Zone**

Fresnel zone adalah tempat kedudukan titik sinyal tidak langsung yang berbentuk elips dalam lintasan propagasi gelombang radio dimana daerah tersebut dibatasi oleh gelombang tak langsung (*indirect signal*) dan mempunyai beda panjang lintasan dengan sinyal langsung sebesar kelipatan  $\frac{1}{2}\lambda$  atau 2 kali  $\frac{1}{2}\lambda$  [10]. Dalam perancangan *link radio microwave*, Fresnel Zone pertamalah yang paling dipertimbangkan. Untuk mendapatkan lintasan radio yang bebas dari redaman difraksi, minimal 60% dari jari-jari Fresnel Zone harus bebas dari obstruksi. Pada kondisi atmosfer normal, *clearance* sebesar 60% sudah cukup untuk memenuhi kriteria *free space propagation* [9].

$$F1 = 17.32 \sqrt{\frac{d1 \times d2}{D \times f}} \quad (2.1)$$

Dimana:  
 F1 = jari-jari fresnel pertama (m)

$d_1$  = jarak ujung lintasan (pemancar ke penghalang) (km)  
 $d_2$  = jarak ujung lintasan lain (penghalang ke penerima) (km)  
 $f$  = frekuensi (Ghz)  
 $D$  =  $d_1 + d_2$  (km)

• **Free Space Loss (FSL)**

*Free Space Loss* merupakan model propagasi yang digunakan dengan mengkondisikan *transmitter* dan *receiver* berada pada lingkungan tanpa bangunan ataupun halangan lain yang dapat menimbulkan *difraksi*, *refraksi*, maupun *blocking*. Persamaan redaman Free Space (*Free Space Loss*) adalah sebagai berikut [11]:

$$FSL = 32,45 + 20 \log D_{(km)} + 20 \log F_{(MHz)} \quad (2.2)$$

Dimana:

$$FSL = \text{Free space loss (dB)}$$

$f$  = Frekuensi (MHz)

$d$  = Jarak Tx ke Rx (km)

• **Redaman Hujan**

Tetes-tetes hujan menyebabkan penghamburan dan penyerapan energi gelombang radio yang akan menghasilkan redaman yang disebut redaman hujan. Besarnya redaman tergantung pada besarnya curah hujan. Fenomena hujan cenderung terlokalisasi atau terjadi pada daerah tertentu, tidak semua lintasan radio yang mengalami hujan [9].

• **Received Signal Level (RSL)**

*Receive Signal Level* (RSL) merupakan suatu tingkat sinyal yang diterima di perangkat penerima dan nilainya harus lebih besar dari sensitivitas perangkat penerima (*Received Sensitivity*) [12]. Persamaan RSL dapat dilihat dari persamaan 2.3 dibawah:

$$RSL = EIRP - FSL + GRx - LRx \quad (2.3)$$

Dimana:

RSL = Received Level Signal (dBm)

EIRP = Effective Isotropic Radiated Power (dBm)

FSL = Free Space Loss (dB)

GRx = Gain Antenna sisi penerima (dB)

LRx = Rugi-rugi saluran penerima (dB)

• **Isotropic Received Level (IRL)**

Besar nilai IRL didapatkan dari persamaan :

$$IRL = EIRP - FSL \quad (2.4)$$

Dimana:

IRL = *Isotropic Received Level* (dBm)

EIRP = *Effective Isotropic Radiated Power* (dBm)

FSL = Free Space Loss (dB)

• **Effective Isotropically Radiated Power**

EIRP adalah total energi yang di keluarkan oleh sebuah access point dan antenna. Pada saat sebuah *access point* mengirim energinya ke antenna untuk dipancarkan, pengurangan besar energi akan terjadi didalam kabel [12]. Persamaan EIRP dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$EIRP = P_{Tx} - L_{Tx} + G_{Tx} \quad (2.5)$$

Dimana:

EIRP = *Effective Isotropic Radiated Power* (dBm)

P<sub>Tx</sub> = Daya pancar antenna pemancar (dB)

L<sub>Tx</sub> = *Loss* kabel (*cable loss*) di antenna pemancar (dB)

G<sub>Tx</sub> = Gain antena pengirim (dB)

• **Availability**

Menghitung *availability* tersebut dapat dilihat pada rekomendasi ITU-R. *Availability* suatu sistem komunikasi radio dipengaruhi oleh hal:

- *Equipment availability / Reliability*
- *Path unavailability*, yang dinyatakan oleh persamaan berikut:

$$Pr (\%) = 6.10^{-5} \cdot a \cdot b \cdot F \cdot D^3 \cdot 10^{-Fm/10} \quad (2.6)$$

Nilai *Path Availability*:

$$Av \text{ prop} (\%) = 100 - Pr (\%) \quad (2.7)$$

Keterangan:

a (faktor kekasaran bumi)

- a = 4, untuk permukaan tanah halus dan air
- = 1, untuk permukaan tanah biasa
- = ¼, untuk pegunungan dan dataran tinggi

b (faktor iklim)

- b = ½, daerah panas
- = ¼, daerah subtropis
- = 1/8 daerah sangat dingin

F = Frekuensi

D = Panjang Lintasan (km)

F<sub>m</sub> = *Fading Margin* (dB)

• **Komponen Link Radio Microwave**

- Indoor Unit (IDU)

Indoor unit biasanya ditempatkan di kabinet atau gedung yang tertutup agar tidak terpapar kondisi luar ruangan seperti ODU. Outdoor Unit (IDU)

- Outdoor Unit (ODU)

ODU berfungsi mengkonversi sinyal digital berfrekuensi rendah (*Intermediate Frequency*) menjadi sinyal digital berfrekuensi tinggi (*Radio Frequency*) [14].

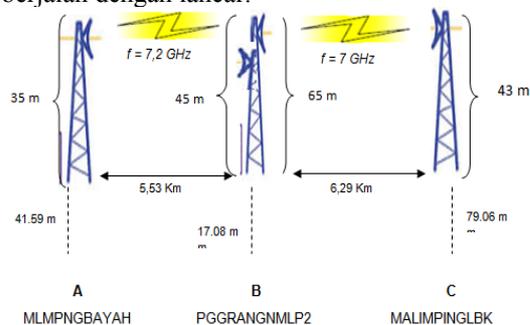
- Antenna

- Pada bagian ini hanya menguatkan dari sinyal RF yang keluar dari ODU. Dan tiap diameter antenna ini mempunyai frekuensi dan gain yang berbeda.

**III. PERENCANAAN LINK RADIO MULTIPLE HOP**

**A. Konfigurasi Link**

Perencanaan pembangunan jaringan radio dengan *link multiple hop* ini harus memperhatikan jarak, ketinggian tanah, serta kontur bumi. Kondisi alam juga harus mendapat perhatian khusus agar perencanaan *link* radio berjalan dengan lancar.



Gambar 3.1 Konfigurasi Link Multiple Hop

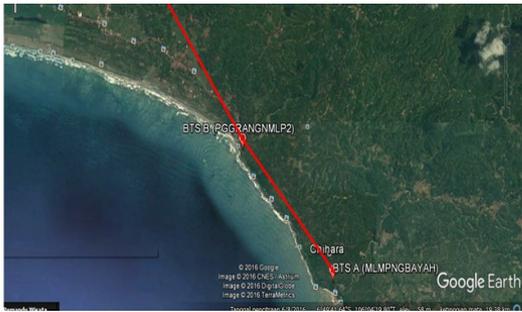
Konfigurasi *link* Site A dan Site B adalah hop 1, dan konfigurasi *link* antara Site B dan Site C adalah hop 2, sehingga agar sinyal yang diterima oleh *receiver* tidak ada gangguan maka kondisi hop 1 dan hop 2 harus *line of sight*. Berikut ini parameter-parameter untuk menjelaskan konfigurasi dari gambar 3.1 dalam bentuk tabel 3.1.

Tabel 3.1 Parameter Site A-Site B –Site C

|                     |   |       |    |
|---------------------|---|-------|----|
| 1.                  | 2) Ketinggian Antenna                     | 35    | m  |
|                     | 3) Jarak                                  | 5.53  | km |
|                     | 4) Ketinggian (dpl)                       | 41.59 | m  |
|                     | B. Kondisi Rx/Far End (Site MALIMPINGLBK) |       |    |
| 2.                  | 1) Ketinggian Tower                       | 72    | m  |
|                     | 2) Ketinggian Antenna                     | 43    | m  |
|                     | 3) Jarak                                  | 6.29  | km |
|                     | 4) Ketinggian (dpl)                       | 79.06 | m  |
| 3.                  | C. Kondisi Repeater (Site PGGRANGNMLP2)   |       |    |
|                     | 1) Ketinggian Tower                       | 72    | m  |
|                     | 2) Ketinggian Antenna                     |       |    |
|                     | - Near End                                | 65    | m  |
| - Far End           | 45  | m     |    |
| 3) Jarak            | 5.53                                      | km    |    |
| 4) Ketinggian (dpl) | 17.08                                     | m     |    |

**H. Peta Jaringan**

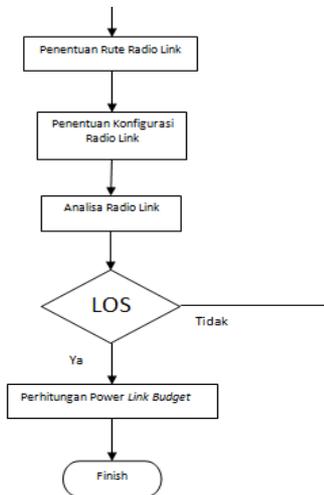
Letak Site A, Site B, dan Site C dapat dilihat dari google earth pada gambar 3.2 dibawah ini:



Gambar 3.2 Lokasi New Site (Site A-Site B-Site C) ditinjau dari Google Earth

**I. Tahap-tahap Perencanaan**

Proses perencanaan link radio memerlukan persiapan dan data yang cukup matang agar dapat terlaksana dengan baik, maka dari itu penulis akan menuangkannya didalam flow chart berikut:



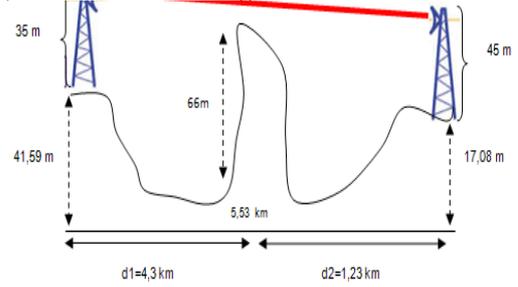
Gambar 3.3 Tahap Perencanaan Link Radio Digital

**J. Perhitungan Kondisi Line Of Sight**

LOS dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini:

- a) Panjang lintasan antara Tx dan Rx
- b) Faktor K (Faktor pengali jari-jari bumi), untuk Indonesia k = 1,33 atau 4/3
- c) Kontur bumi adalah kondisi permukaan dari bumi yang bisa berupa bukit, lembah dan lainnya
- d) Daerah fresnel adalah daerah berupa lintasan elips dalam lintasan propagasi gelombang radio
- e) Tinggi penghalang (obstacle), yang bisa berupa pohon, gedung, atau bangunan lainnya.

**K. HOP 1 (Site A (MLMPNGBAYAH) - Site B (PGGRANGNMLP2))**



Gambar 3.4 Kondisi LOS Hop 1

Diketahui:

- f (frekuensi) = 7,2 GHz
- h1 (Tinggi Site A) = 72 m
- h2 (Tinggi Site B) = 72 m
- d1 (Jarak Site A ke Penghalang) = 4,3 km
- d2 (Jarak Penghalang ke Site B) = 1,23 km
- D (Jarak Site A ke Site B) = 5,53 km

Menghitung Fresnel Zone

$$hc = \frac{0,079 \times d1 \times d2}{k} = 0,314 \text{ m}$$

$$F1 = 17,32 \sqrt{\frac{d1 \times d2}{D \times f}}$$

$$= 17,32 \times 0,364$$

$$= 6,304 \text{ m}$$

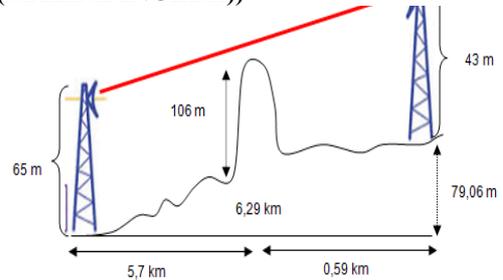
Menghitung Clearance

$$C = 0,6 F1 + hc$$

$$= 0,6 (6,304) + 0,314$$

$$= 4,1 \text{ m}$$

**L. HOP 2 (Site B (PGGRANGNMLP2) - Site C (MALIMPINGLBK))**



Gambar 3.5 Kondisi LOS Hop 2

Diketahui:

- f (frekuensi) = 7 GHz
- h1 (Tinggi Site B) = 72 m
- h2 (Tinggi Site C) = 72 m
- d1 (Jarak Site B ke Penghalang) = 5,7 km
- d2 (Jarak Penghalang ke Site C) = 0,59 km
- D (Jarak Site B ke Site C) = 6,29 km

Menghitung Fresnel Zone

$$hc = \frac{0,079 \times d1 \times d2}{k}$$

$$hc = \frac{0,079 \times 5,7 \times 0,59}{1,33}$$

$hc = 0,199 \text{ m}$

$$F1 = 17,32 \sqrt{\frac{d1 \times d2}{D \times f}} = 17,32 \sqrt{\frac{5,7 \times 0,59}{6,29 \times 7}}$$

$F1 = 0,199 \text{ m}$

Menghitung Clearance

$C = 0,6 F1 + hc = 0,6 (4,78) + 0,199 = 3,067 \text{ m}$

**M. Full Report Hop 1 dan Hop 2**

Data yang ditampilkan pada full report merupakan hasil teknis secara keseluruhan. Baris pertama menampilkan identifikasi site (Tx dan Rx), baris kedua menunjukkan jenis antena, saluran transmisi yang digunakan. Baris ketiga menunjukkan identifikasi link dan redaman yang mempengaruhi. Baris keempat menampilkan jenis radio yang dipakai, daya pancar serta threshold daya terima, threshold minimal BER. Pada baris kelima, daya terima merupakan point penting yang ditampilkan pada full report.

Tabel 3.2 Full Report Hop 1

|                                  |                      |                      |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| Frequency (MHz)                  | 7200.00              |                      |
| Polarization                     | Vertical             |                      |
| Path length (km)                 | 5.53                 |                      |
| Free space loss (dB)             | 124.46               |                      |
| Atmospheric absorption loss (dB) | 0.05                 |                      |
| Field margin (dB)                | 1.00                 |                      |
| Net path loss (dB)               | 64.12                | 64.12                |
| Radio model                      | 7G_XMC2_32Q_28M_108M | 7G_XMC2_32Q_28M_108M |
| TX power (watts)                 | 0.35                 | 0.35                 |
| TX power (dBm)                   | 25.50                | 25.50                |
| EIRP (dBm)                       | 56.20                | 56.20                |
| Emission designator              | 28M0D7W              | 28M0D7W              |
| RX threshold criteria            | BER 10-6             | BER 10-6             |
| RX threshold level (dBm)         | -76.50               | -76.50               |
| RX signal (dBm)                  | -38.62               | -38.62               |
| Thermal fade margin (dB)         | 37.88                | 37.88                |
| Geoclimatic factor               | 8.22E-05             |                      |
| Path inclination (m)             | 2.62                 |                      |
| Fade occurrence factor (Po)      | 3.69E-04             |                      |
| Average annual temperature (°C)  | 30.00                |                      |
| Worst month - multipath (%)      | 99.99999             | 99.99999             |
| (sec)                            | 0.16                 | 0.16                 |
| Annual - multipath (%)           | 100.00000            | 100.00000            |
| (sec)                            | 0.72                 | 0.72                 |
| (% - sec)                        | 100.00000 - 1.43     |                      |
| Rain region                      | ITU Region P         |                      |
| 0.01% rain rate (mm/hr)          | 145.00               |                      |
| Flat fade margin - rain (dB)     | 37.88                |                      |
| Rain rate (mm/hr)                | 50.161               |                      |
| Rain attenuation (dB)            | 37.88                |                      |
| Annual rain (%-sec)              | 100.00000 - 1.25     |                      |
| Annual multipath + rain (%-sec)  | 99.99999 - 2.69      |                      |

Sat, Apr 01 2017  
MLMPLNGBAYAH-PGGRANGNMLP2.p4  
Reliability Method - ITU-R P.530-7/8  
Rain - ITU-R P530-7

Tabel 3.3 Full Report Hop 2

|                                  |                      |                      |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| Connector loss (dB)              | 0.50                 | 0.50                 |
| Frequency (MHz)                  | 7000.00              |                      |
| Polarization                     | Vertical             |                      |
| Path length (km)                 | 6.29                 |                      |
| Free space loss (dB)             | 125.34               |                      |
| Atmospheric absorption loss (dB) | 0.06                 |                      |
| Field margin (dB)                | 1.00                 |                      |
| Net path loss (dB)               | 67.00                | 67.00                |
| Radio model                      | 7G_XMC2_32Q_28M_108M | 7G_XMC2_32Q_28M_108M |
| TX power (watts)                 | 0.35                 | 0.35                 |
| TX power (dBm)                   | 25.50                | 25.50                |
| EIRP (dBm)                       | 55.20                | 55.20                |
| Emission designator              | 28M0D7W              | 28M0D7W              |
| RX threshold criteria            | BER 10-6             | BER 10-6             |
| RX threshold level (dBm)         | -76.50               | -76.50               |
| RX signal (dBm)                  | -41.50               | -41.50               |
| Thermal fade margin (dB)         | 35.00                | 35.00                |
| Geoclimatic factor               | 1.26E-05             |                      |
| Path inclination (m)             | 9.07                 |                      |
| Fade occurrence factor (Po)      | 2.11E-05             |                      |
| Average annual temperature (°C)  | 10.00                |                      |
| Worst month - multipath (%)      | 100.00000            | 100.00000            |
| (sec)                            | 0.02                 | 0.02                 |
| Annual - multipath (%)           | 100.00000            | 100.00000            |
| (sec)                            | 0.05                 | 0.05                 |
| (% - sec)                        | 100.00000 - 0.11     |                      |
| Rain region                      | ITU Region P         |                      |
| 0.01% rain rate (mm/hr)          | 145.00               |                      |
| Flat fade margin - rain (dB)     | 35.00                |                      |
| Rain rate (mm/hr)                | 467.73               |                      |
| Rain attenuation (dB)            | 35.00                |                      |
| Annual rain (%-sec)              | 99.99999 - 2.64      |                      |
| Annual multipath + rain (%-sec)  | 99.99999 - 2.74      |                      |

Mon, Apr 03 2017  
PGGRANGNMLP2-MALIMPINGLEK.p4  
Reliability Method - ITU-R P.530-7/8  
Rain - ITU-R P530-7

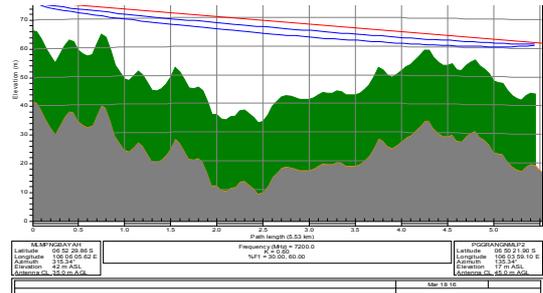
**IV. DATA DAN HASIL PERENCANAAN RADIO DIGITAL MULTIPLE HOP**

**A. Analisa LOS**

**• LOS Hop 1**

Link Hop 1 yaitu link antara site A dan site B yang dibatasi oleh penghalang. Berdasarkan bab III perhitungan manual LOS hop 1 didapatkan nilai fresnell dan clearance yang menunjukkan bahwa hop ini telah bebas dari penghalang dan memenuhi kondisi LOS.

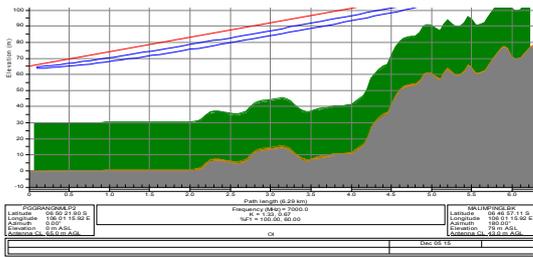
Berdasarkan pengukuran menggunakan software pathloss didapatkan tinggi antena untuk Hop 1 (site A-site B) dengan tinggi antena site A 35 m dan site B 45 m dapat dilihat tampilan dari pathloss pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.1 Path Profile Hop 1

**• LOS Hop 2**

Link Hop 2 yaitu link antara site B dan site C yang dibatasi oleh penghalang. Berdasarkan bab III perhitungan manual LOS hop 2 didapatkan nilai fresnell dan clearance yang menunjukkan bahwa hop ini telah bebas dari penghalang dan memenuhi kondisi LOS.



Gambar 4.3 Path Profile Hop 2

Berdasarkan pengukuran menggunakan software pathloss didapatkan tinggi antenna untuk Hop 1 (site A-site B) dengan tinggi antenna site A 65 m dan site B 43 m

Dapat terlihat dengan jelas kondisi LOS untuk Hop 1 dan Hop 2 sudah terpenuhi dimana garis yang berwarna biru merupakan Fresnell Zone, garis yang berwarna merah menunjukkan kondisi LOS, sedangkan antara garis merah dan garis biru menunjukkan clearance.

**N. Analisa Power Link Budget**

Perhitungan *link budget* merupakan perhitungan level daya yang dilakukan untuk memastikan bahwa level daya penerimaan lebih besar atau sama dengan level daya *threshold* (RSL ≥ Rth).

**Analisa Power Link Budget Hop 1**

1) Free Space Loss (FSL)

FSL dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 FSL &= 32,45 + 20 \log D \text{ (km)} + 20 \log f \text{ (MHz)} \\
 &= 32,45 + 20 \log 5,53 + 20 \log 7200 \\
 &= 124,45 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Gain antenna dapat dihitung dengan mengetahui diameter antenna = 0,6 m

$$\begin{aligned}
 G_{tx} &= 20 \log f + 20 \log d + 17,3 \\
 &= 20 \log 7,2 + 20 \log 0,6 + 17,3 \\
 &= 30,009 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

2) Effective Isotropically Radiated Power (EIRP)

Power Transmit = 25,50 dBm

Receive Threshold = -76,50 dBm

Sehingga EIRP dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 EIRP &= P_{tx} \text{ (dBm)} + G_{tx} \text{ (dB)} - L_{tx} \text{ (dB)} \\
 &= 25,50 + 30,009 - 0,50 \\
 &= 55,009 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

3) Receive Signal Level (RSL)

Besarnya RSL dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 RSL &= EIRP \text{ (dBm)} - FSL \text{ (dB)} + G_{Rx} \text{ (dB)} - L_{Rx} \text{ (dB)} \\
 &= 55,009 - 124,45 + 30,009 - 0,50 \\
 &= -39,932 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Dengan nilai RSL sebesar -39,932 dBm dan dengan nilai level daya threshold sebesar -76,50 dBm, maka bisa dipastikan level daya penerimaan lebih besar dari level daya threshold (RSL ≥ Rth) sehingga keseimbangan gain dan loss untuk mencapai SNR bisa dicapai.

**Analisa Power Link Budget Hop 2**

1) Free Space Loss (FSL)

FSL dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 FSL &= 32,45 + 20 \log D \text{ (km)} + 20 \log f \text{ (MHz)} \\
 &= 32,45 + 20 \log 6,29 + 20 \log 7000 \\
 &= 125,325 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Gain antenna dapat dihitung dengan mengetahui diameter antenna = 0,6 m

$$\begin{aligned}
 G_{tx} &= 20 \log f + 20 \log d + 17,3 \\
 &= 20 \log 7 + 20 \log 0,6 + 17,3 \\
 &= 29,765 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

2) Effective Isotropically Radiated Power (EIRP)

Power Transmit = 25,50 dBm

Receive Threshold = -76,50 dBm

Sehingga EIRP dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 EIRP &= P_{tx} \text{ (dBm)} + G_{tx} \text{ (dB)} - L_{tx} \text{ (dB)} \\
 &= 25,50 + 29,765 - 1,50 \\
 &= 53,765 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

3) Receive Signal Level (RSL)

Besarnya RSL dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 RSL &= EIRP \text{ (dBm)} - FSL \text{ (dB)} + G_{Rx} \text{ (dB)} - L_{Rx} \text{ (dB)} \\
 &= 53,765 - 125,325 + 29,765 - 1,50 \\
 &= -43,295 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Dengan nilai RSL sebesar -43,295 dBm dan dengan nilai level daya threshold sebesar -76,50 dBm, maka bisa dipastikan level daya penerimaan lebih besar dari level daya threshold (RSL ≥ Rth) sehingga

keseimbangan gain dan loss untuk mencapai SNR bisa dicapai.

**O. Analisa Hasil Performansi Perencanaan Radio Digital Link Multiple Hop**

Standar kualitas sinyal yang menunjukkan bahwa tiap hop bekerja dengan baik adalah:

- Fading margin  $\geq 30$  dB
- Reliability  $\geq 99,995$  %

Beberapa parameter yang diperlukan untuk menentukan kualitas link dalam perhitungan yaitu:

- Standar hujan yang digunakan adalah ITU - Region P (untuk wilayah Indonesia)
- Nilai fading margin  $\geq 30$  dB
- Target annual multipath  $\geq 99,995$  %

**• Fading Margin**

**a) Hop 1**

Berdasarkan data pada bab III bahwa nilai:

$$P_{RX} = -38,62 \text{ dBm}$$

$$P_{th} = -76,50 \text{ dBm}$$

$$FM = P_{RX} - P_{th}$$

$$= -38,62 - (-76,50)$$

$$= 37,88 \text{ dB}$$

**b) Hop 2**

Berdasarkan data pada bab III bahwa nilai:

$$PRX = -41,50 \text{ dBm}$$

$$P_{th} = -76,50 \text{ dBm}$$

$$FM = PRX - P_{th}$$

$$= -41,50 - (-76,50)$$

$$= 35 \text{ dB}$$

Dengan didapatkan nilai fading margin untuk hop 1 sebesar 37,88 dB dan hop 2 sebesar 35 dB, maka kedua hop tersebut mempunyai nilai fading margin  $\geq 30$  dB. Ini berarti kedua hop sudah layak bekerja dengan baik dilihat dari nilai fading margin.

**• Parameter Availability System**

Hasil perencanaan ini ingin mendapatkan availability sistem sebesar 99.995 % itu artinya hanya boleh ada kegagalan sistem 0,005 %. Besarnya nilai path unavailability didapat dari persamaan dibawah ini.

**a) Hop 1**

Nilai Path Unavailability bisa dicari dengan rumus berikut:

$$Pr (\%) = 6.10^{-5} \cdot a \cdot b \cdot F \cdot D3.10^{-Fm/10}$$

$$Pr (\%) = 0,000001487$$

Dari nilai path unavailability bisa dicari nilai availability propagasi dengan persamaan:

$$AV \text{ prop} (\%) = 100 - Pr (\%)$$

$$= 100 - 0,000001487$$

$$AV \text{ prop} (\%) = 99,99999851\%$$

**b) Hop 2**

Nilai Path Unavailability bisa dicari dengan rumus berikut:

$$Pr (\%) = 6.10^{-5} \cdot a \cdot b \cdot F \cdot D3.10^{-Fm/10}$$

$$Pr (\%) = 0,000004132$$

Dari nilai path unavailability bisa dicari nilai availability propagasi dengan persamaan:

$$AV \text{ prop} (\%) = 100 - Pr (\%)$$

$$= 100 - 0,000004132$$

$$AV \text{ prop} (\%) = 99,99999587\%$$

Hasil performansi perencanaan radio digital link multiple hop dapat dijelaskan pada tabel dibawah ini:

| Indikator     | Standar       | Tabel 3.4 Hasil Performansi Perhitungan |             |             |             | Satuan |
|---------------|---------------|---|-------------|-------------|-------------|--------|
|               |               | Perhitungan                             |             | Pengukuran  |             |        |
|               |               | Hop 1                                   | Hop 2       | Hop 1       | Hop 2       |        |
| Fading Margin | $\geq 30$     | 37,88                                   | 35          | 37,88       | 35          | dB     |
| Reliability   | $\geq 99,995$ | 99,99999851                             | 99,99999587 | 99,99999851 | 99,99999587 | %      |

**V. KESIMPULAN**

**A. Kesimpulan**

- Dari perencanaan radio digital backhaul link multiple hop didapatkan bahwa kedua hop dalam kondisi LOS, dengan tinggi tower yang sudah ada dan didapatkan tinggi sebesar 72 m.
- Dari perhitungan RSL (*Receive Signal Level*) untuk kedua hop, didapatkan nilai RSL  $\geq R_{th}$  sehingga keseimbangan *gain* dan *loss* untuk mencapai SNR dapat dicapai, seperti terlihat pada hop 1 mempunyai nilai RSL -38,62 dBm dan level daya *threshold* ( $R_{th}$ ) -76,50 dBm, sedangkan pada hop 2 mempunyai nilai RSL -41,50 dBm dan level daya *threshold* ( $R_{th}$ ) -76,50 dBm.
- Berdasarkan hasil perhitungan kedua hop telah memenuhi standar *availability*  $> 99,995\%$  dengan nilai *availability* hop 1 sebesar 99,99999851 %, sedangkan nilai *availability* hop 2 sebesar 99,99999587 %, sehingga kedua hop tersebut dalam kondisi baik dan hasil perencanaan berhasil.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Cahaya Ramadhan, Lucia Jambola dan Rizki Hardiansyah. *Analisis Kinerja Sistem Transport Pada Radio Microwave Digital*. Jurnal Reka Elkomika, Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung, 2016.

[2] Darmawan Setiabudi. *Perencanaan Link Transmisi Radio Paket Microwave Perangkat CERAGON FibeAir 1528hp untuk PT Telkom, Tbk Area Riau Daratan dan Riau Kepulauan*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Fakultas Elektro dan Komunikasi Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2011.

- [3] Pablo Angueira dan Juan Antonio Romo. *Microwave Line Of Sight Link Engineering*. John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 2012.
- [4] Dwi Harinitha. *NLOS Wireless 300 – 400 MHz Pada Daerah Rural*. Universitas Negeri Padang, Jambi, ISSN 2086-4981, 2016.
- [5] Reuven Bar-Yehuda, Amos Israeli dan Alon Itai. Multiple Communication in Multi-Hop Radio Networks
- [6] Propagasi Gelombang Radio. Diakses dari <http://elektronika-dasar.web.id/propagasi-gelombang-radio-gelombang-elektromagnetik/>. 22 April 2017.
- [7] Yus Natali. Perencanaan Sel di Jaringan GSM. Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta, Jakarta, 2014.
- [8] Al Anwar, Imam Santoso dan Ajud Ajulian Zahra. *Perancangan Jalur Gelombang Micro 13 Ghz Titik ke Titik Area Prawoto-Undaan Kudus*. Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, 2008.
- [9] Risan Bagja Pradana. *Desain dan Implementasi Tools Untuk Perancangan dan Simulasi Link Radio Microwave*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Telekomunikasi Wireless, Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2012
- [10] Yus Natali. “Hubungan LOS dengan Fresnel Zone”. Kuliah Komunikasi Radio, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Jakarta, 2016.
- [11] Freeman L. Roger. *Radio System Design for Telecommunications*. John Wiley & Sons Inc, New Jersey. 2007.
- [12] Subuh Pramono. *Analisa Perencanaan Power Link Budget untuk Radio Microwave Point to Point Frekuensi 7 GHz*. Tugas akhir, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, 2014.
- [13] Anton Haryono. *Analisa Implementasi dan Rancangan Transmisi Microwave Link Digital*. Skripsi, jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta, 2010.
- [14] Huawei. RTN 950. Diakses dari [http://www.huawei.com/ucmf/groups/public/documents/attachments/hw\\_u\\_184120.pdf](http://www.huawei.com/ucmf/groups/public/documents/attachments/hw_u_184120.pdf), Huawei Technologies Co., LTD. 30 Maret 2017.
- [15] Pathloss 4.0. Diakses dari <http://engineertelco.blogspot.co.id/2012/09/pathloss40.html>, 28 Maret 2017.

#### PENULIS



**Syafarida**, lahir di Jakarta 30 November 1996. Memperoleh gelar Diploma III dari Program Studi Teknik Telekomunikasi Akademi Telkom Jakarta. 2017.

