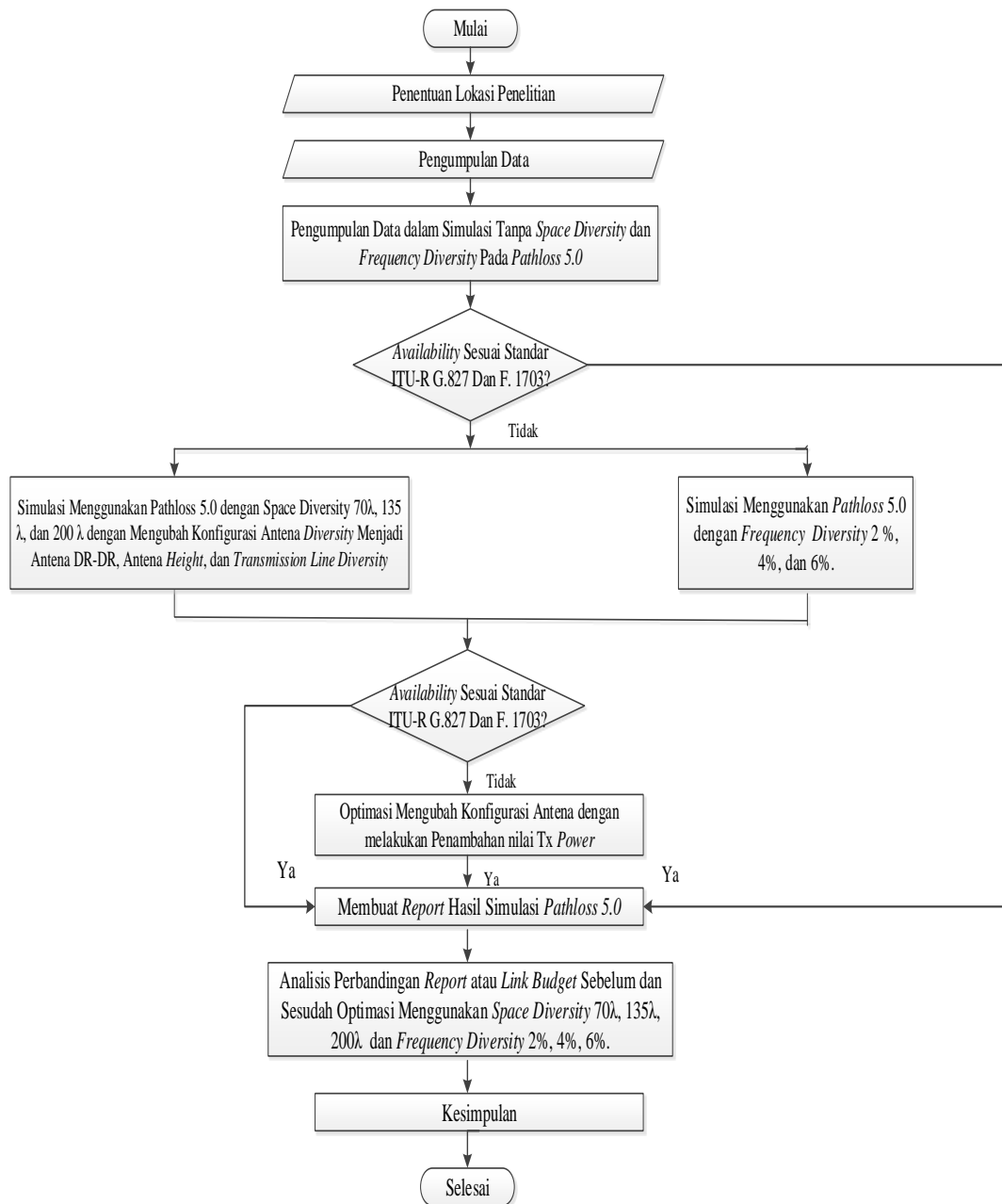


BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 ALUR PENELITIAN

Dalam pengerjaan laporan Skripsi, terdapat diagram alur perancangan jaringan *transport microwave* yang dimuat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alur perancangan jaringan *transport microwave*

Berdasarkan pada gambar 3.1 langkah-langkah yang dilakukan selama pengerjaan skripsi dimulai dari penentuan lokasi. Lokasi yang ditentukan yaitu daerah pengunungan tepatnya di Kalimantan Barat, tepatnya berlokasi di *site* Sungai Melayu – Tumbang Titi. *Site* yang menjadi *site* pengirim adalah *site* Sungai Melayu, sedangkan *site* yang menjadi *site* penerima adalah *site* Tumbang Titi. Kedua *site* berada di daerah pegunungan Kalimantan Barat, sehingga komunikasi gelombang mikro diantara kedua *site* memiliki kehadalan (*availability*) yang kurang layak sehingga dibutuhkan optimasi menggunakan teknik *diversity*. Selain melakukan optimasi pada *link* komunikasi gelombang mikro, perlu melakukan pengumpulan data, data yang dikumpulkan berupa data-data yang akan dibutuhkan untuk perancangan jaringan *microwave*. Data-data antara lain seperti titik koordinat *site*, frekuensi radio, serta konfigurasi perangkat-perangkat untuk disimulasikan.

Data-data kemudian diaplikasikan kedalam *software pathloss 5.0*, yang bertujuan untuk mensimulasikan rancangan jaringan berdasarkan kondisi aktual. Simulasi dilakukan dengan menggunakan frekuensi kerja 8 GHz. Dari teknik optimasi yang dilakukan, kemudian diamati peningkatan *availability* yang terjadi, apabila tidak terjadi peningkatan maka perlu dilakukan perhitungan kembali. Namun apabila parameter tidak mengalami peningkatan sesuai *availability* maka dilakukan optimasi dengan mengubah konfigurasi antena. Setelah *availability* meningkat, kemudian dilanjutkan ke langkah analisa hasil *report*, selanjutnya akan diamati bagaimana perbandingan *availability* yang dihasilkan dari kedua teknik optimasi untuk mendapatkan kesimpulan atas masalah yang diangkat.

3.2 ALAT YANG DIGUNAKAN

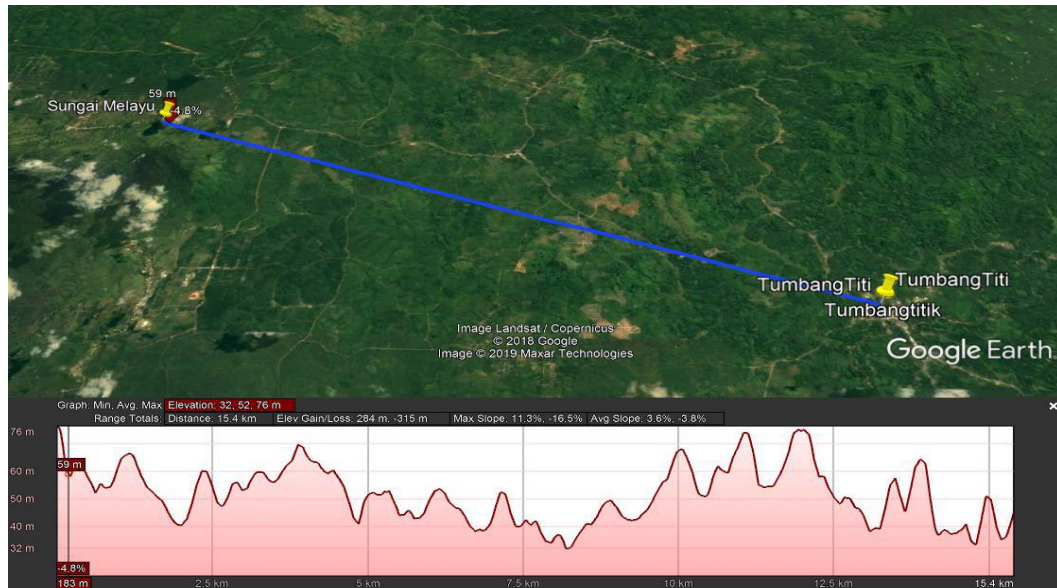
Pada penelitian ini menggunakan beberapa aplikasi pendukung simulasi dan perhitungan. Adapun aplikasi yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. *Pathloss 5.0* digunakan untuk melakukan perancangan *link microwave* dan membuat simulasi *link budget* dari *site* baru yang ada di area pengunungan tepatnya di daerah Kalimantan Barat. Simulasi *link budget* dilakukan untuk mengetahui apakah jalur komunikasi *microwave* memenuhi standar parameter *link budget* atau tidak.

2. *Google Earth* berfungsi sebagai alat bantu untuk menelusuri keadaan *path profile* antara *site* pengirim dan *site* penerima, sehingga dapat mengamati keadaan LOS dari antara pemancar dan penerima.
3. Peta *Digital SRTM* dan *GTOPO30*
Peta *digital SRTM* dan *GTOPO30* merupakan suatu *data base* yang memuat struktur bumi. Peta *digital* berfungsi ketika akan menampilkan *terrain data* atau topologi sesuatu daerah pada *Pathloss 5.0*. Peta *digital* memiliki tingkat keakuratan yang cukup baik dan dapat diandalkan.

3.3 WILAYAH PENGAMATAN

Penelitian dilakukan di daerah Kalimantan Barat, tepatnya berlokasi di *site* Sungai Melayu – Tumbang Titi. *Site* yang menjadi *site* pengirim adalah *site* Sungai Melayu, sedangkan *site* yang menjadi *site* penerima adalah *site* Tumbang Titi. Kedua *site* berada di daerah pegunungan Kalimantan Barat, sehingga komunikasi gelombang mikro diantara kedua *site* memiliki kehadiran (*availability*) yang kurang layak sehingga dibutuhkan optimasi menggunakan teknik *diversity*. Pada penelitian ini penulis melakukan pengambilan data di PT Alita Praya Mitra, Jakarta Selatan. Adapun data yang didapat yaitu data titik koordinat dan data *lookup Equipment Pathloss* yang akan dimasukkan ke *software Pathloss 5.0*. Untuk melihat kondisi LOS menggunakan *Google Earth* adalah dengan cara menginputkan titik koordinat *Longitude* dan *Latitude* sisi pengirim dan penerima pada kolom *search* kemudian menekan *enter*, maka akan diarahkan ke titik koordinat yang diinginkan dengan memberikan tanda pin. Setelah sisi pengirim dan penerima sudah terlihat maka selanjutnya adalah menarik garis dengan menggunakan penggaris yang disediakan di *Google Earth* dan pastikan bahwa garis terhubung tepat di bawah pin kemudian klik kanan pada garis dan pilih tampilkan profil ketinggian. Adapun kondisi elevasi *profile (elevation profile)* wilayah perencanaan area Kalimantan Barat tepatnya berlokasi di *site* Sungai Melayu – Tumbang Titi pada *Google Earth* adalah seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Area Sungai Melayu – Tumbang Titi Pada *Google Earth*

3.3.1 Data Perancangan

Data yang digunakan dalam perancangan jaringan *Microwave* tertampil seperti pada Tabel 3.1. Data akan di-inputkan ke *software pathloss 5.0*. perancangan jaringan *microwave* yang akan dikerjakan mengambil 1 jaringan yang terdiri dari 1 *link hop*, yaitu *site* Sungai Melayu-Tumbang Titi.

Tabel 3.1 Data *Site* Jaringan

<i>Site Name</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Elevation</i>
Sungai Melayu	01° 46' 37.89" S	110° 28' 53.50" E	78,13
Tumbang Titi	01° 49' 28.99" S	110° 36' 40.88" E	45,07

3.4 TAHAPAN PERANCANGAN

3.4.1 Perancangan Jaringan

Perangkat yang digunakan dalam perancangan jaringan tertampil pada Tabel 3.2, dimana perangkat yang digunakan untuk semua jaringan.

Tabel 3.2 Perangkat Jaringan

Perangkat	Model
<i>Antenna</i>	ASL4-W71NS-1.2m
<i>Transmission Line</i>	EW85
<i>Microwave</i>	IPASO_IHG_8G_128Q_160M
<i>Antenna Diversity</i>	ASL4-W71NS-1.2m

Tabel 3.2 Perangkat Jaringan (Lanjutan)

Perangkat	Model
<i>Transmission Line Diversity</i>	EW85
<i>Microwave Diversity</i>	IPASO_IHG_8G_128Q_160M
<i>Frequency</i>	8 GHz

Pada Tabel 3.2 ditampilkan frekuensi yang digunakan adalah 8 GHz. Dikarenakan frekuensi yang digunakan sebesar 8 GHz maka perangkat lain seperti antena, *transmission lines*, *Microwave*, *Tx channel* juga menyesuaikan frekuensi yang digunakan.

Tabel 3.3 Konfigurasi Model Antena

Parameter	Keterangan
<i>Antenna Model</i>	ASL4-W71NS-1.2m
<i>Gain</i>	37,30 dB
<i>Diameter</i>	1,2 meter

Kemudian pada Tabel 3.3 ditampilkan jenis antena yang digunakan yaitu model ASL4-W71NS-1.2m, alasan digunakan model karena antena model ASL4-W71NS-1.2m yang digunakan langsung oleh PT. Alita. Praya Mitra.

Tabel 3.4 Konfigurasi Perangkat *Microwave*

Parameter	Keterangan
<i>Microwave Model</i>	IPASO_IHG_8G_128Q_160M
<i>Tx Power</i>	29 dBm
<i>BER</i>	10^{-6}
<i>Rx Threshold Level</i>	-72 dBm

Pada Tabel 3.4 menampilkan jenis *microwave* yang digunakan adalah model IPASO_IHG_8G_128Q_160M yang mana memiliki kecepatan transfer 160 MB/s. *Tx power* perangkat yaitu 29 dBm dan memiliki *Rx threshold level* -72 dBm. Kemudian *Bit Error Rates* (BER) yang digunakan yaitu 10^{-6} . Selanjutnya untuk

perangkat antenna *Diversity*, *transmission lines Diversity*, dan *Microwave Diversity* merupakan perangkat yang digunakan ketika dilakukan optimasi. Perangkat-perangkat memiliki model yang sama dengan perangkat yang digunakan sebelum optimasi, begitu juga sebaliknya dengan penggunaan *Frequency Diversity*.

3.5 PARAMETER PENELITIAN

Pada parameter penelitian, yang akan dianalisa oleh penulis diantaranya adalah *Link Budget*. *Link Budget* merupakan sebuah metode perhitungan untuk menghitung daya yang diterima pada sisi penerima setelah mengalami redaman daya pada proses *transmit*. Adapun parameter yang menjadi pertimbangan dari *Link Budget* adalah *Availability*.

Ukuran kehandalan sistem sering disebut sebagai *availability*. *Availability* sering disebut juga dengan *reliability* yang didefinisikan dengan kemampuan sistem dalam memberikan pelayanan. Kebalikan dari *availability* adalah *unavailability* atau *outage time* yang artinya kegagalan sistem dalam memberikan pelayanan. Pada *Availability* memiliki standarisasi minimum sebesar 99,99000 – 99,99999 %. Apabila nilai standarisasi kurang dari 99,99000%, maka dianggap tidak memenuhi persyaratan.

3.6 RANCANGAN ANALISIS DATA

Pada Skripsi ini, penulis melakukan proses analisis data. Analisis yang dilakukan penulis adalah analisis *link site* berdasarkan *Link Budget*. Terdapat parameter penentu yang akan dianalisa pada *Link Budget* yaitu *Availability*. Dari *Link Budget* yang dibuat, akan dianalisa apakah nilai parameter *availability* telah memenuhi standar minimum atau tidak. Apabila parameter sudah memenuhi nilai minimum, maka *Link Budget* dapat diimplementasikan pada jaringan komunikasi gelombang mikro. Adapaun *standart* minimum dari parameter adalah seperti pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 *Standart* Minimum Parameter *Link Budget*

Nama Parameter	Standar Minimum (%)
<i>Availability</i>	99,99

3.7 TAHAP PERANCANGAN SISTEM

3.7.1 Perhitungan *Link Budget*

Dalam membuat perancangan jaringan *microwave* diperlukan perhitungan *link budget* untuk melihat hasil simulasi *Pathloss 5.0* apakah jauh berbeda selisih dengan perhitungan manual menggunakan rumus parameter *link budget*. Pada skripsi ini terdapat beberapa parameter yang dihitung. Adapun parameter adalah sebagai berikut:

1. *Gain Antenna (G)*

Nilai *Gain* antena berfungsi untuk menguatkan daya yang akan dipancarkan oleh antena pemancar dan diterima di sisi antena penerima sebagai daya terima. Besarnya nilai *gain* antena dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti diameter antena, frekuensi serta efisiensi antena *microwave* yang digunakan. Persamaan yang digunakan untuk mencari besarnya *gain antenna* ditunjukkan pada persamaan 2.5.

2. *Free Space Loss (FSL)*

Free space loss atau redaman ruang bebas didefinisikan sebagai rugi-rugi propagasi di ruang bebas antara dua antena *isotropic* akibat energi yang tersebar. Harga L_{fs} ini menyatakan besarnya energi yang dipancarkan sebagai gelombang elektromagnetik yang berjalan dari sumber transmisi. Pada ruang ini tidak diizinkan adanya penghalang, karena sifat pada jalur transmisinya adalah *Line of Sight*. Persamaan yang digunakan untuk mencari besarnya *free space loss* ditunjukkan pada persamaan 2.6.

3. *EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)*

Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) merupakan daya maksimum gelombang sinyal mikro yang keluar dari sisi antena pemancar atau untuk menunjukkan nilai efektif daya yang dipancarkan oleh antena pemancar, dalam arti daya sudah mengalami penguatan. Persamaan yang digunakan untuk mencari besarnya *free space loss* ditunjukkan pada persamaan 2.8.

4. *Isotropic Received Level (IRL)*

Isotropic Received Level (IRL) didefinisikan sebagai nilai level *isotropic* yang diterima oleh antena stasiun penerima. Besar dari IRL bukan merupakan nilai daya yang diterima oleh sistem atau rangkain *decoding*, namun besaran merupakan nilai

level daya terima antena stasiun penerima. Untuk mendapatkan nilai daya terima pada antena stasiun penerima, maka terlebih harus mendapatkan nilai IRL. Persamaan yang digunakan untuk mencari besarnya *Isotropic Received Level* ditunjukkan pada persamaan 2.9.

5. *Received Signal Level (RSL)*

Received Signal Level (RSL) adalah level daya yang diterima oleh piranti pengolah *decoding*. Nilai RSL dipengaruhi oleh rugi-rugi pada sisi antena penerima dan *gain* antena penerima. Persamaan yang digunakan untuk mencari besarnya *Received Signal Level* ditunjukkan pada persamaan 2.10.

6. *Hoploss*

Hoploss adalah selisih antara *gain* antena dengan jumlah *loss* dalam satu *link hop* microwave. Sehingga dalam perhitungannya akan dipengaruhi oleh jumlah *gain* dan *loss* dalam satu *hop*. Persamaan yang digunakan ditunjukkan pada persamaan 2.13.

7. *Fading Margin*

Fading Margin adalah cadangan daya yang digunakan untuk mempertahankan level sinyal yang diterima diatas level ambang batas. Cadangan daya sering dinamakan dengan *fading margin*. Pada perancangan jaringan transmisi *microwave*, level sinyal yang diterima oleh antena penerima harus dipastikan berada di atas level ambang batas dalam kondisi baik maupun buruk. Persamaan yang digunakan untuk mencari besarnya *Fading Margin* ditunjukkan pada persamaan 2.14. Sedangkan untuk mencari *Fading Margin effective* menggunakan persamaan 2.16.

8. *C Factor*

C factor dipengaruhi oleh faktor iklim (*climatic factor*) dan kekasaran permukaan (*terrain roughness*). Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai *C factor* menggunakan persamaan 2.17.

9. *Availibility*

Availibility merupakan kemampuan atau kehandalan suatu sistem dalam memberikan pelayanan. Untuk nilai ideal dari *availibility* adalah 100%. Namun nilai ideal tidak mungkin terpenuhi karena ada yang dinamakan dengan *unavailibility* atau ketidakhandalan sistem dalam memberikan pelayanan. *Availibility* juga sangat berperan dalam menentukan kualitas dari suatu hubungan

komunikasi. Adapun persamaan yang digunakan untuk mencari besarnya *Availability* adalah dengan menggunakan persamaan 2.18. Namun sebelum melakukan perhitungan *Availability*, maka terlebih dahulu mencari besarnya nilai dari *unavailability* dengan menggunakan persamaan 2.19.

Dari parameter *link budget* yang dihitung, terdapat beberapa parameter *link budget* yang diamati dimana parameter menjadi acuan dalam menentukan apakah *link* sudah memenuhi standar (optimal) untuk digunakan berkomunikasi atau tidak. Parameter yang dimaksud adalah *availability*. *Availability* merupakan ukuran kehandalan suatu sistem dalam memberikan pelayanan. Semua sistem idealnya harus memiliki ukuran *availability* 100%. Namun tidak mungkin dipenuhi karena dalam sistem pasti terdapat kegagalan sistem dalam memberikan pelayanan atau sering disebut dengan ketidakhandalan (*unavailability*). Adapun *standar* dari nilai *Availability* yang diterapkan di PT Alita Praya Mitra adalah minimal 99,99%.

3.8 TAHAP SIMULASI PERENCANAAN PATHLOSS 5.0

3.8.1 Perencanaan Simulasi Sebelum Optimasi

Dalam membuat perencanaan jaringan transmisi *microwave* pada skripsi ini, penulis melakukan perencanaan jaringan transmisi *microwave* di area Sungai Melayu – Tumbang Titi. Dalam membuat perencanaan jaringan transmisi *microwave* area Sungai Melayu – Tumbang Titi, penulis menggunakan *Pathloss 5.0* untuk mempermudah perhitungan jalur transmisi *microwave* perencanaan.

1. Untuk melakukan konfigurasi pada model antena, konfigurasi model saluran transmisi, konfigurasi model perangkat jaringan gelombang mikro dan konfigurasi lainnya pada aplikasi *Pathloss5.0* terdapat pada menu *Transmission Analysis*. Perancangan jaringan gelombang mikro menggunakan frekuensi 8 GHz. Frekuensi 8 GHz ini dipilih karena dapat menjangkau antar *site* Sungai Melayu dengan *site* Tumbang Titi yaitu sejauh 15,37 Km, Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3.

	Site 1	Site 2
Site name	SUNGAIMELAYU	TUMBANGTITI
Latitude	01 46 37.89 S	01 49 28.99 S
Longitude	110 28 53.50 E	110 36 40.88 E
True azimuth (°)	109.9942	289.9901
Path length (km)	15.372	
Call sign	CD49	CD48
Station code		
Elevation (m)	78.13	45.07
ASR		
Tower height (m)	55.00	55.00
Tower height w App (m)		
Tower type	other structure	other structure
Minimum antenna height (m)	5.00	5.00
Address		
City		
State		
Country		
Zip code		
Owner code		
Operator code		

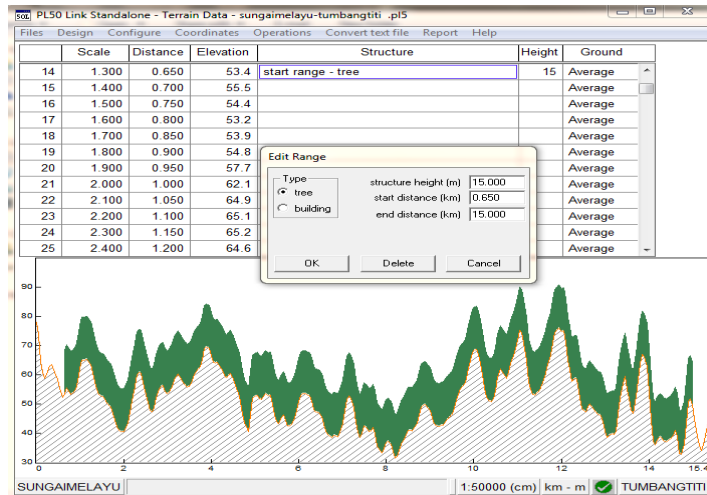
Gambar 3.3 *Profile Data Site* sungai melayu dan tumbang titi

2. Berdasarkan peraturan ITU, curah hujan Indonesia termasuk ke dalam zona P yaitu intensitas hujan termasuk besar sehingga dalam aplikasi *pathloss 5.0* maka dipilih *file ITU Region P*. Konfigurasi curah hujan dapat dilihat pada gambar 3.4.

Rain calculation	On
Path center latitude	01 48 03.44 S
Path center longitude	110 32 47.19 E
Frequency (MHz)	8000.00
Polarization	Vertical
Rain rate data source	ITU-R P.837-5 database
Rp 0.01% (mm/hr) - ITU837-3	109.19
Rp 0.01% (mm/hr) - ITU837-5	105.36
Rp 0.01% (mm/hr) - file	145.00
Rain file	itu_p.rai
Rain region	ITU Region P
Rp 0.01% (mm/hr) - user	
Alpha	3.450E-003
Beta	1.380

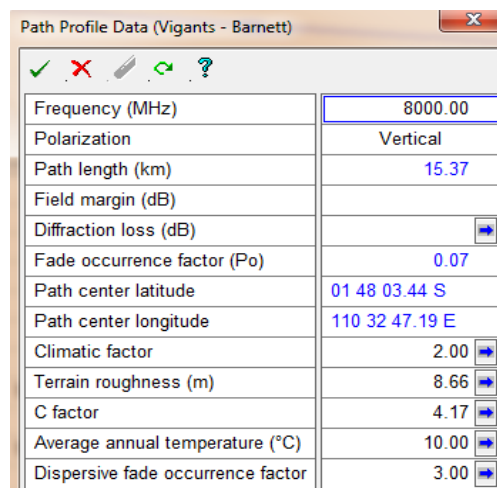
Gambar 3.4 Tampilan Pengaturan *Rain*

3. Kolom *structure* dengan penghalang jenis *tree* disepanjang *link* radio *microwave* dengan ketinggian *obstacle* 15 meter, karena di wilayah lokasi penelitian Kalimantan Barat merupakan daerah pegunungan yang memiliki banyak pepohonan. Tampilan konfigurasi kolom *structure* dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Penginputan asumsi tinggi *obstacle* dan peletakan *obstacle* sesuai dengan jarak yang diinginkan

- Menu yang dapat mengkonfigurasi besar frekuensi yang digunakan pada perancangan menggunakan *pathloss 5.0* adalah pada menu konfigurasi *Path Profile Data*. Dalam *Path Profile Data* terdapat beberapa parameter seperti *Climac factor*, *terrain roughness*, *C factor* dan lain sebagainya. Pada perancangan menggunakan aplikasi *pathloss 5.0* ini apabila *C factor* tidak diisi maka nilai *availability* tidak akan muncul. Sesuai dengan jarak sejauh 15,37 km pada *link site* Sungai Melayu ke *site* Tumbang Titi menggunakan frekuensi sebesar 8 GHz. Pengaturan frekuensi kerja disesuaikan dengan jarak pada transmisi *microwave* kedua *site*, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Tampilan *Path Profile Data*

5. Pada perancangan jaringan gelombang mikro *site* Sungai Melayu – Tumbang Titi memiliki tinggi antenna pada sisi *site* Sungai Melayu setinggi 50,0 meter, sedangkan pada *site* Tumbang Titi memiliki tinggi antenna sebesar 60,0. Ketinggian antenna pada kedua *site* didapatkan berdasarkan hasil kalkulasi otomatis dari aplikasi *pathloss 5.0*. Pada *link* Sungai Melayu ke Tumbang Titi model antenna yang digunakan adalah ASL4-W71NS-1.2m. Antena model ASL4-W71NS-1.2m memiliki *gain* sebesar 37.30 dBi dan memiliki diameter sebesar 1,20 meter. Antena model ASL4-W71NS-1.2m digunakan karena merupakan salah satu antenna yang bekerja pada frekuensi 8 GHz, konfigurasi antenna dapat dilihat pada gambar 3.7.

	SUNGAIMELAYU	TUMBANGTITI
Antenna model	ASL4-W71NS-1.2 m	ASL4-W71NS-1.2 m
Antenna diameter (m)	1.20	1.20
Antenna height (m)	50.00	60.00
Antenna gain (dBi)	37.30	37.30
Radome loss (dB)		
Antenna file name		
Antenna 3 dB beamwidth H (°)	2.00	2.00
Antenna 3 dB beamwidth E (°)	2.40	2.40
True azimuth (°)	109.99	289.99
Vertical angle (°)	-0.14	0.03
Antenna azimuth (°)		
Antenna downtilt (±°)		
Orientation loss (dB)		

Gambar 3.7 Tampilan *Antennas TR-TR*

6. Kabel model EW85 merupakan kabel tipe *coaxial*, dengan memiliki *loss* sebesar 12,75 dB/100m. jenis kabel ini dipilih karena merupakan salah satu kabel yang dapat bekerja pada frekuensi 8 GHz. Kabel saluran dalam perancangan ini diatur sepanjang $2+n$, dengan nilai n adalah tinggi antenna. Nilai tambahan sebagai toleransi kabel pada kedua *site*, seperti yang terlihat pada gambar 3.8.

	SUNGAIMELAYU	TUMBANGTITI
TX line model	EW85	EW85
TX line length (m)	52.00	62.00
TX line unit loss (dB/100m)	12.75	12.75
TX line loss (dB)	6.63	7.91
Connector loss (dB)	0.60	0.60

Gambar 3.8 Tampilan *Antennas TR-TR*

7. Pada pengaturan *Antenna Coupling*, *Circular Branching Loss* (dB) diatur sebesar 0,5 dB. Harga *circulator branching loss* 0,5 dB merupakan standar untuk konfigurasi 1+0 *Space Diversity* yang digunakan oleh PT Alita Praya Mitra seperti pada gambar 3.9.

	SUNGAIMELAYU	TUMBANGTITI
Configuration		
Miscellaneous loss (dB)		
Circulator branching loss (dB)	0.50	0.50
TX switch loss (dB)		
TX filter loss (dB)		
Other TX loss (dB)		
RX hybrid loss (dB)		
RX filter loss (dB)		
Other RX loss (dB)		

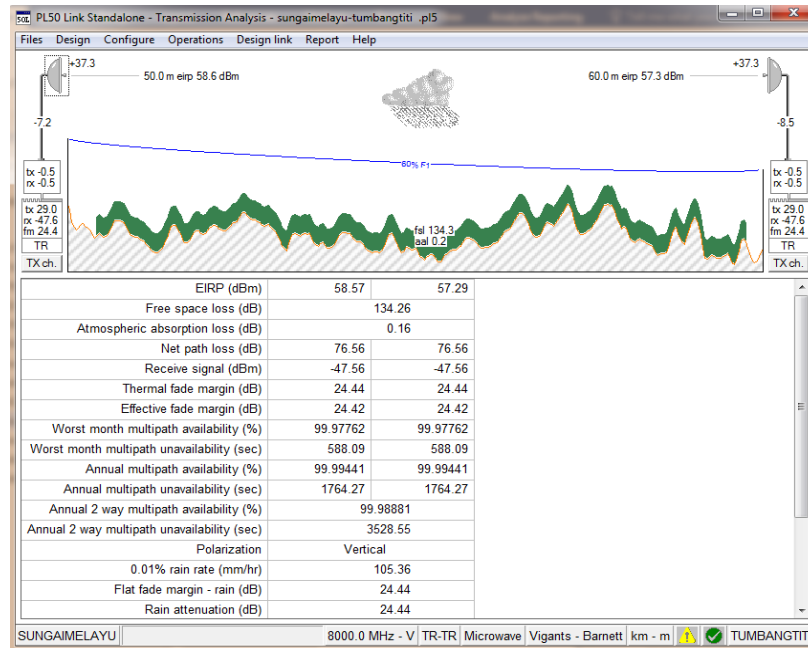
Gambar 3.9 Pengaturan *Antenna Coupling*

8. Konfigurasi perangkat *microwave* yang dipilih perangkat adalah model IPASO_IHG frekuensi 8 GHz dengan modulasi 128 QAM dan kapasitas sebesar 160 Mbps. Perangkat *microwave* ini digunakan karena dapat bekerja pada frekuensi 8 GHz. Tampilan konfigurasi *microwave* dapat dilihat pada gambar 3.10.

	SUNGAIMELAYU	TUMBANGTITI
Radio model	IPASO_IHG_8G_128Q_160M	IPASO_IHG_8G_128Q_160M
Emission designator	29650000	29650000
Radio file name	ipaso 8g 128qam	ipaso 8g 128qam
TX power (watts)	0.79	0.79
TX power (dBm)	29.00	29.00
RX threshold criteria	BER 10-6	BER 10-6
RX threshold level (dBm)	-72.00	-72.00
Maximum receive signal (dBm)	-20.00	-20.00
Dispersive fade margin (dB)	53.00	53.00

Gambar 3.10 Pengaturan *Microwave*

9. Dengan semua parameter simulasi *link budget* telah diinputkan, maka terlihat tampilan parameter hasil simulasi pada lembar kerja *pathloss 5.0* seperti pada Gambar 3.11. Setelah perancangan selesai, kemudian dilakukan pengambilan *report* pada menu *report*.



Gambar 3.11 Tampilan *Transmission Analysis* setelah simulasi *link budget* pada *site* Sungai Melayu – Tumbang Titi

3.8.2 Penggunaan Teknik *Space Diversity*

Dalam perancangan teknik *space diversity* dilakukan dengan yaitu menggunakan spasi minimum, menengah dan maksimum sehingga diperoleh perbaikan yang terbaik. Untuk selisih antena *space diversity* 70λ , 135λ , dan 200λ dengan antena utama dapat diperoleh dengan persamaan 2.20.

Panjang gelombang:

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{8 \times 10^9 \text{ Hz}}$$

$$= 0,0375$$

Spasi minimum :

$$S_{min} = 70 \lambda$$

$$= 70 \times 0,0375 \text{ m}$$

$$= 2,625 \text{ meter}$$

Spasi menengah :

$$S_{average} = 135 \lambda$$

$$= 135 \times 0,0375 \text{ m}$$

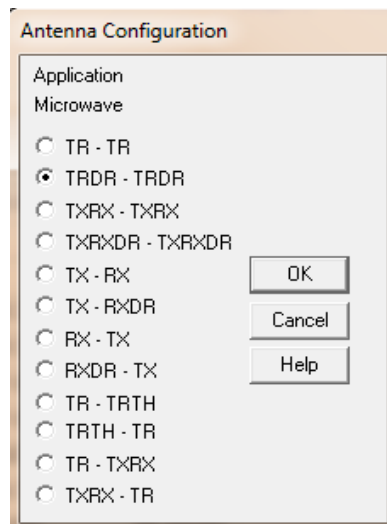
$$= 5,06 \text{ meter}$$

Spasi maksimum :

$$\begin{aligned}
S_{max} &= 200 \lambda \\
&= 200 \times 0,0375 \text{ m} \\
&= 7,5 \text{ meter}
\end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa spasi ideal antar antenna utama dengan antenna *space diversity* berkisar antara minimum 2,625 meter sampai dengan maksimum 7,5 meter. Optimasi dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan nilai *availability*.

Untuk melakukan konfigurasi pada antenna *diversity* maka perlu diubah konfigurasi antenna yang digunakan karena sebelum menggunakan optimasi mode yang digunakan TR-TR yang artinya satu antenna. Sedangkan untuk menggunakan *space diversity* mode yang digunakan yaitu TRDR-TRDR dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Penggunaan Teknik *Space Diversity*

- 3 Jenis model antenna *diversity* untuk kedua *site* sama dengan antenna utama yaitu antenna model ASL4-W71NS-1.2 m. Antenna model ASL4-W71NS-1.2 m ini memiliki *gain* sebesar 37.30 dBi dan memiliki diameter sebesar 1,20 meter. Antenna model ASL4-W71NS-1.2m digunakan pada perancangan ini karena merupakan salah satu antenna yang bekerja pada frekuensi 8 GHz, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.13.

	SUNGAIMELAYU	TUMBANGTITI
Antenna model	ASL4-W71NS-1.2 m	ASL4-W71NS-1.2 m
Antenna diameter (m)	1.20	1.20
Antenna height (m)	47.38	57.38
Antenna gain (dBi)	37.30	37.30
Radome loss (dB)		
Antenna file name		
Antenna 3 dB beamwidth H (°)	2.00	2.00
Antenna 3 dB beamwidth E (°)	2.40	2.40
True azimuth (°)	109.99	289.99
Vertical angle (°)	-0.14	0.03
Antenna azimuth (°)		
Antenna downtilt (±°)		
Orientation loss (dB)		

Gambar 3.13 Konfigurasi antena DR

- 4 Spasi antena *space diversity* terhitung rentang berkisar antara minimum 2,625 meter, menengah 5,06 meter sampai dengan maksimum 7,5 meter. Perancangan *space diversity* yang pertama bagian antena *diversity* berada vertikal di bawah antena utama dengan menggunakan spasi 2,625 maka untuk tinggi pada antena *diversity* yaitu tinggi antena utama dikurangi dengan spasi antena dapat dilihat pada gambar 3.14.

	SUNGAIMELAYU	TUMBANGTITI
TR Antenna height (m)	50.00	60.00
DR Antenna height (m)	47.38	57.38
Tower height (m)	55.00	55.00
Minimum antenna height (m)	5.00	5.00

Gambar 3.14 Konfigurasi tinggi antena DR

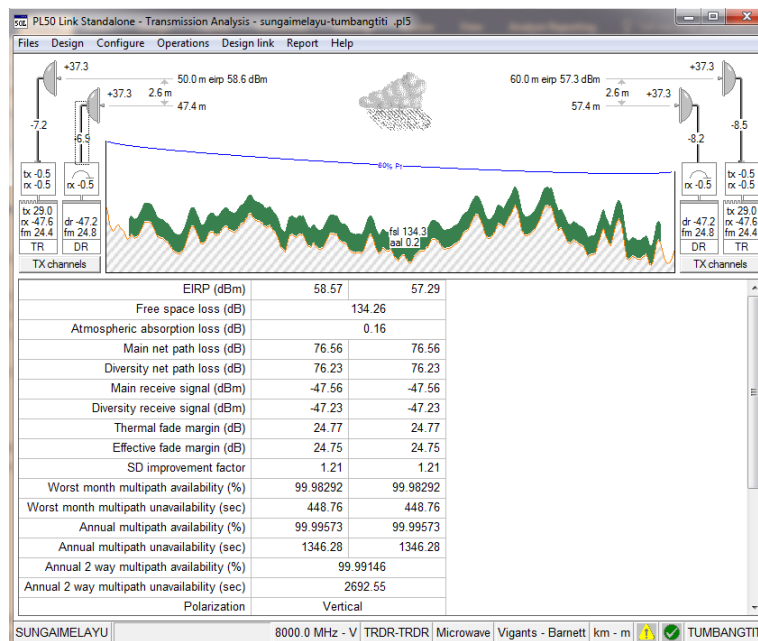
- 5 Untuk konfigurasi *Transmission Lines* DR menggunakan EW85 yang memiliki *loss* yaitu 12,75 untuk kedua *site*. Kabel ini merupakan salah satu kabel yang dapat bekerja pada frekuensi 8 GHz. nilai Kabel transmisi yang digunakan adalah model EW85 kabel ini tipe *coaxial*. Kabel saluran diatur sepanjang $2+n$, n merupakan tinggi antena *diversity* nilai sebagai toleransi pada kedua *site*. Kemudian untuk pengaturan yang dilakukan pada *Transmission*

Lines adalah mengisi Connector Loss sebesar 0,6 dB dapat dilihat pada gambar 3.15.

	SUNGAIMELAYU	TUMBANGTITI
TX line model	EW85	EW85
TX line length (m)	49.38	59.38
TX line unit loss (dB/100m)	12.75	12.75
TX line loss (dB)	6.30	7.57
Connector loss (dB)	0.60	0.60

Gambar 3.15 Konfigurasi model *transmission lines* antenna DR

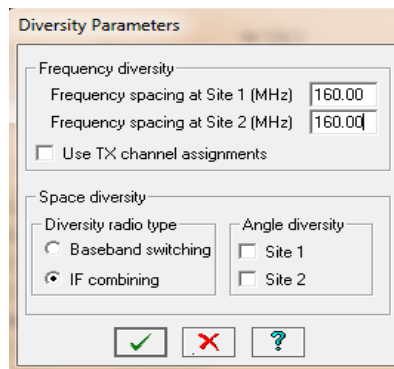
- 6 Dengan semua parameter yang semua telah diinputkan maka hasil lembar kerja setelah menggunakan *space diversity* terlihat pada tampilan dari simulasi *link budget*. Dengan langkah yang sama, penambahan pada *space diversity* diatur untuk spasi 5,06 meter dan 7,5 meter di bawah antenna. Dengan menggunakan jenis antenna dan *transmission lines* sama pada antenna utama dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Lembar kerja setelah penambahan *space diversity*

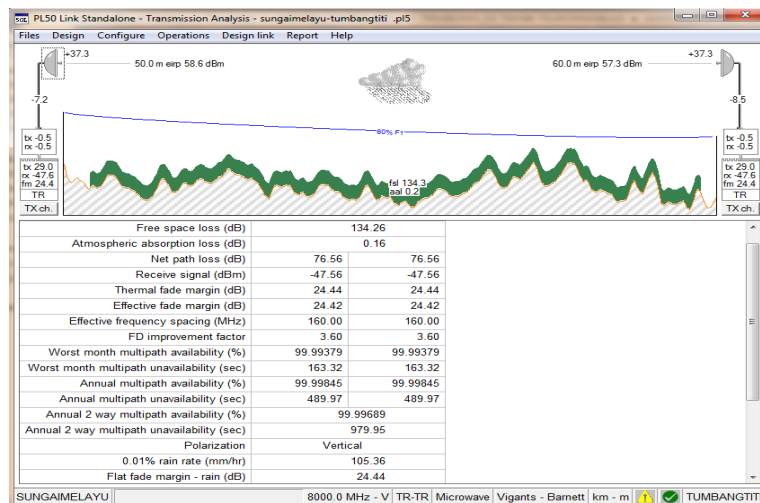
3.8.3 Penggunaan Teknik *Frequency Diversity*

1. Optimasi menggunakan teknik *frequency diversity* ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan nilai *availability*. Sistem *frequency diversity* ini merupakan sistem yang mengoperasikan dua frekuensi gelombang mikro pada satu antenna baik itu di pemancar maupun penerima. Dalam penambahan *frequency diversity* pada *Pathloss5.0* posisi mode berada pada TR-TR seperti keadaan sebelum optimasi. Kemudian lakukan hal yang sama mengatur *frequency diversity* dengan perbedaan frekuensi 320 MHz dan 480 MHz dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Menu *Diversity Parameter*

2. Hasil simulasi ini menggunakan *Frequency Diversity* 160 MHz. Hasil lembar kerja setelah menggunakan *frequency diversity* dapat dilihat pada Gambar 3.18. Kemudian lakukan dengan cara yang sama untuk mengatur *frequency diversity* dengan perbedaan frekuensi 320 MHz dan 480 MHz.



Gambar 3.18 Lembar kerja setelah penambahan *frequency diversity*