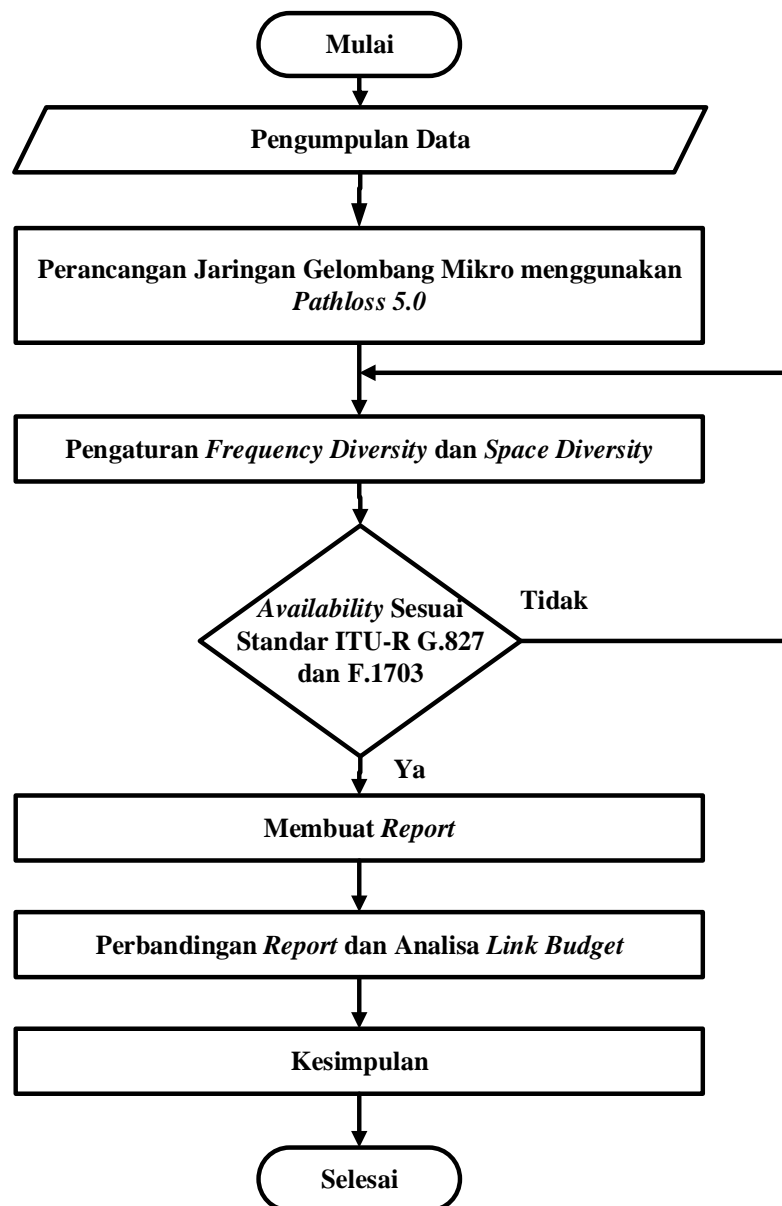


## BAB 3

### PEMODELAN PERANCANGAN

#### 3.1 ALUR PENELITIAN

Bagan *flowchart* menggambarkan proses pengerjaan Perancangan Jaringan Radio Gelombang Mikro Lintas Danau dengan menggunakan teknik *frequency diversity* dan *space diversity* untuk optimasi jaringan. Studi kasus untuk daerah Aceh. Secara keseluruhan ditampilkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 *flowchart* perancangan

Berdasarkan pada gambar 3.1 langkah-langkah yang dilakukan selama pengerjaan Tugas Akhir dimulai dari pengumpulan data. Data yang dikumpulkan berupa data-data yang dibutuhkan untuk perancangan jaringan *microwave*. Data-data tersebut antara lain seperti titik koordinat *site*, frekuensi radio, dan spesifikasi perangkat-perangkat untuk simulasi. Data-data tersebut kemudian diaplikasikan ke dalam *software Pathloss 5.0*, yang bertujuan untuk mensimulasikan rancangan jaringan berdasarkan kondisi aktual. Simulasi dilakukan dengan merancang perangkat-perangkat jaringan *microwave* untuk setiap *site point* menggunakan frekuensi 23 GHz. Kemudian untuk optimasi jaringan tersebut digunakan teknik *frequency diversity* dengan frekuensi yang digunakan untuk *diversity* 6% dari frekuensi operasi link dan menggunakan teknik *space diversity* dengan jarak 5 meter. Dari teknik optimasi yang dilakukan, kemudian diamati peningkatan *availability* yang terjadi. Setelah *availability* meningkat, akan diamati bagaimana perbandingan *availability* yang dihasilkan dari kedua teknik optimasi tersebut.

*Report* hasil simulasi perancangan yang terdiri dari 3 tahap akan dibandingkan perubahan harga-harga parameter *link budget*-nya, kemudian dilanjutkan ke langkah analisa hasil *report* untuk mendapatkan kesimpulan atas masalah yang diangkat.

### **3.2 ALAT YANG DIGUNAKAN**

Perancangan ini menggunakan teknik *space diversity* dan *frequency diversity*. Model simulasi yang diimplementasikan dalam penelitian ini menggunakan *software Pathloss 5.0* dengan data site dari PT Alita Praya Mitra.

1. Perangkat Keras
  - a. Laptop dengan *Processor Intel Core i5*
  - b. Memori 2 GB
2. Perangkat Lunak
  - a. Sistem Operasi Windows 7 (32 bit)
  - b. *Google Earth Pro*
  - c. *Pathloss 5.0*
  - d. *File pathloss profile* PT Alita
  - e. *Microsoft Visio 2016*

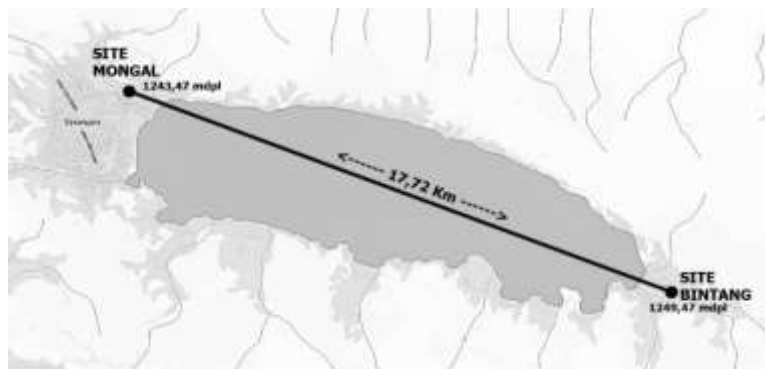
### 3.3 LOKASI PERANCANGAN

Perancangan jaringan *microwave* yang akan dikerjakan akan mengambil 1 jaringan yang terdiri dari 1 *link hop*, yaitu *Site Mongal – Site Bintang*. Data lokasi yang digunakan dalam perancangan jaringan radio gelombang mikro tertampil seperti pada tabel 3.1. Data tersebut akan di-inputkan ke *software Pathloss5.0*.

**Tabel 3.1 Data Site Jaringan**

<i>Site Name</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Elevation</i>
Mongal	04°38'17,70" U	96°51'13,60" T	1.243,47 m
Bintang	04°35'07,40" U	97°00'16,40" T	1.249,15 m

Peta rute dibuat untuk melihat jalur yang akan digunakan dalam perancangan jaringan *backhaul* sistem transmisi gelombang mikro dan juga melihat kondisi geografisnya secara umum. Dengan menggunakan *path profile* berdasarkan peta *map info* maka dapat diketahui kondisi wilayah jaringan gelombang mikro lingkungan danau yang akan direncanakan, yaitu *Site Mongal* dan *Site Bintang* dengan jarak antar *site* 17,72 km dengan kondisi medan berupa danau. Untuk *path profile* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2 Lokasi Perancangan Jaringan**

### 3.4 TAHAPAN PERANCANGAN JARINGAN

Tahap perancangan jaringan yang dilakukan dibagi menjadi empat tahapan:

1. Tahap pertama

Perancangan jaringan dengan menggunakan lokasi dan model perangkat sesuai spesifikasi. Pada tahap ini diambil *report* sebagai hasil perancangan sebelum diterapkan optimasi, diberi nama *Report 1*.

2. Tahap kedua

Penambahan antena *space diversity* diletakkan pada spasi minimum  $70\lambda$ , menengah  $135\lambda$  dan maksimum  $200\lambda$  di bawah antena utama. Pada tahap ini diambil *report* sebagai hasil optimasi menggunakan teknik *space diversity*, diberi nama dengan *Report 2*.

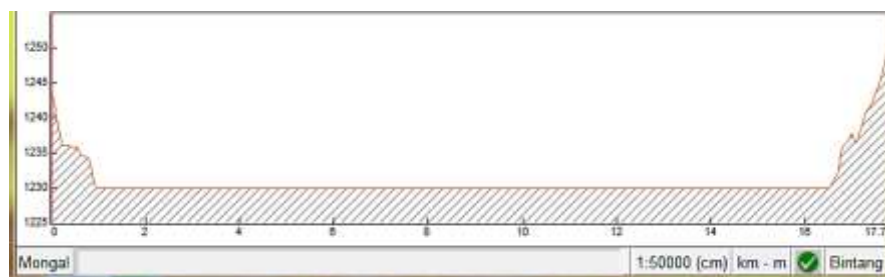
3. Tahap ketiga

Penambahan *frekuensi diversity*, dengan frekuensi yang digunakan sebagai *diversity* adalah 6%, 4% dan 2% dari frekuensi operasi *link*. Pada tahap ini diambil *report* sebagai hasil pengamatan dengan optimasi menggunakan teknik *frekuensi diversity*, dinamai dengan *Report 3*.

### 3.5 PERANCANGAN JARINGAN

#### 3.5.1 Perancangan Sebelum Optimasi

Dalam perancangan jaringan gelombang mikro menggunakan *Pathloss5.0* perlu memasukan titik koordinat yang ada pada Tabel 3.1 dari kedua *site* yang akan dirancang jaringan komunikasinya, dalam hal ini yaitu *site* Bintang dan *site* Mongal pada file *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) yang berisikan data peta dan kontur tanah daerah tertentu. Koordinat yang diinputkan pada *Pathloss5.0* ini berguna untuk mengetahui dan memetakan kontur tanah pada daerah yang akan dirancang jaringan gelombang mikro. Sehingga akan menampilkan kontur tanah pada daerah sepanjang *link site* Mongal – *site* Bintang berupa jarak antara kedua *site* dan elevasi (ketinggian struktur tanah) pada daerah tersebut. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3 Profile lintasan transmisi**

Untuk mengkonfigurasi model antena, model saluran transmisi, model perangkat jaringan gelombang mikro serta konfigurasi lainnya pada aplikasi

*Pathloss5.0* terdapat pada menu *Transmission Analysis*. Perancangan jaringan gelombang mikro ini menggunakan frekuensi 23 GHz. Frekuensi 23 GHz ini dipilih karena dapat menjangkau sampai 18 km, sehingga dapat menjangkau antar *site* Mongal dengan *site* Bintang pada jaringan yang dirancang, yaitu sejauh 17,72 Km seperti yang ditunjukkan Gambar 3.4.



	Site 1	Site 2
Site name	Mongal	Bintang
Latitude	04 38 17.70 N	04 35 07.40 N
Longitude	096 51 13.60 E	097 00 16.40 E
True azimuth (°)	109.2528	289.2649
Path length (km)	17.722	
Cell sign	2212441	D281
Station code		
Elevation (m)	1243.47	1249.15
ASR		
Tower height (m)		
Tower height w App (m)		
Tower type	other structure	other structure
Minimum antenna height (m)	5.00	5.00
Address		
City		

**Gambar 3.4 Profile Data Site Mongal dan Site Bintang**

Menu yang dapat mengkonfigurasi besar frekuensi yang digunakan pada perancangan menggunakan *Pathloss5.0* adalah pada menu konfigurasi *Path Profile Data*. Dalam *Path Profile Data* tersebut juga terdapat beberapa parameter seperti *climatic factor*, *terrain roughness*, *C factor* dan lain sebagainya. Nilai dari *Climac factor* jaringan *site* Mongal – *site* Bintang adalah 2, hal ini karena jaringan tersebut ada pada daerah perairan. Sedangkan untuk nilai *terrain roughness* dan *C factor* pada aplikasi *Pathloss5.0* didapat berdasarkan hasil kalkulasi secara otomatis pada *Pathloss5.0*. Pada perancangan menggunakan aplikasi *Pathloss5.0* ini apabila *C factor* tidak di isi maka nilai *availability* tidak akan muncul. Tampilan *Path Profile Data* pada *Pathloss5.0* dapat dilihat pada Gambar 3.5.

Path Profile Data (Vigants - Barnett)	
Frequency (MHz)	23000
Polarization	Vertical
Path length (km)	17.72
Field margin (dB)	
Diffraction loss (dB)	
Fade occurrence factor (Po)	0.51
Path center latitude	04 36 42.55 N
Path center longitude	096 55 45.00 E
Climatic factor	2.00
Terrain roughness (m)	6.10
C factor	6.58
Average annual temperature (°C)	21.17
Dispersive fade occurrence factor	3.00

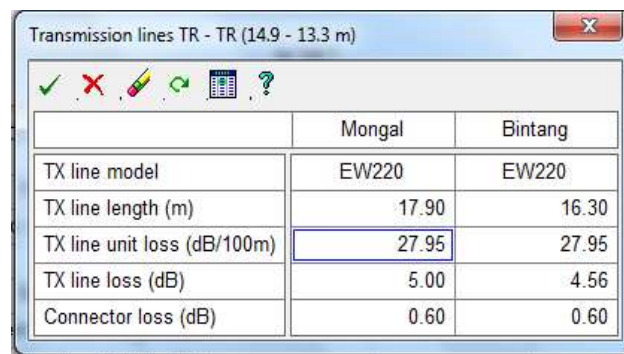
**Gambar 3.5 Path Profile Data**

Dikarenakan frekuensi yang digunakan sebesar 23 GHz maka perangkat lain seperti antenna, *transmission lines*, *microwave*, *Tx channel* juga harus menyesuaikan frekuensinya. Pada perancangan jaringan gelombang mikro *site* Mongal – *site* Bintang memiliki tinggi antenna pada sisi *site* Mongal setinggi 14,9 meter. Sedangkan pada sisi *site* Bintang memiliki tinggi antenna sebesar 13,3 meter. Ketinggian antenna pada kedua *site* tersebut didapatkan berdasarkan hasil kalkulasi otomatis pada aplikasi *Pathloss5.0*. Antena yang digunakan adalah antenna model VHPX2.5-220. Antena model VHPX2.5-220 memiliki gain sebesar 42,40 dBi dan memiliki diameter sebesar 0,76 meter. Antena model VHPX2.5-220 digunakan pada perancangan ini karena merupakan salah satu antenna yang bekerja pada frekuensi 23 GHz. Konfigurasi Antena dapat dilihat pada Gambar 3.6.

	Mongal	Bintang
Antenna model	VHPX2.5-220	VHPX2.5-220
Antenna diameter (m)	0.76	0.76
Antenna height (m)	14.93	13.30
Antenna gain (dBi)	42.40	42.40
Radome loss (dB)		
Antenna file name	3863a	3863a
Antenna 3 dB beamwidth H (°)	1.40	1.40
Antenna 3 dB beamwidth E (°)	1.40	1.40
True azimuth (°)	109.25	289.26
Vertical angle (°)	-0.05	-0.07
Antenna azimuth (°)		
Antenna downtilt (°)		
Orientation loss (dB)		

**Gambar 3.6 Konfigurasi model antenna**

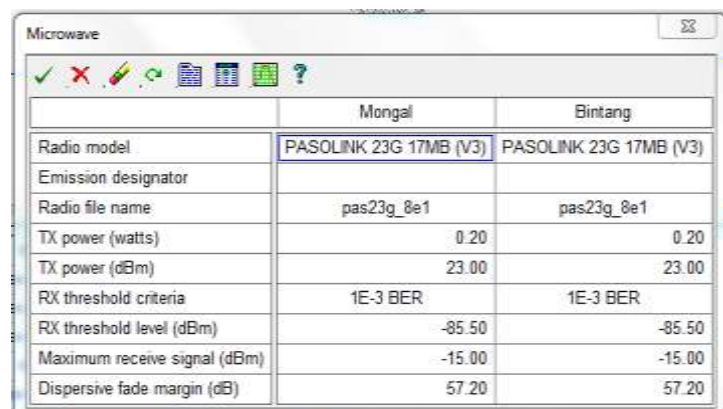
Kemudian untuk model *transmission lines* atau saluran transmisi menggunakan kabel model EW220. Jenis kabel ini dipilih karena merupakan salah satu kabel yang dapat bekerja pada frekuensi 23 GHz. Kabel model EW220 merupakan kabel tipe *coaxial*, dengan memiliki *loss* sebesar 27,95 dB/100m. Kabel saluran dalam perancangan ini diatur sepanjang 2+n, dengan nilai n adalah tinggi antenna. Nilai tambahan tersebut sebagai toleransi kabel pada kedua *site*. Sedangkan untuk *connector loss* diatur sebesar 0,6 dB serta nilai dari *circulator branching loss* pada *antenna coupling* bernilai 3 dB pada kedua *site*. Detail konfigurasi *transmission lines* dapat dilihat pada Gambar 3.7.



	Mongal	Bintang
TX line model	EW220	EW220
TX line length (m)	17.90	16.30
TX line unit loss (dB/100m)	27.95	27.95
TX line loss (dB)	5.00	4.56
Connector loss (dB)	0.60	0.60

**Gambar 3.7 Konfigurasi model *transmission lines***

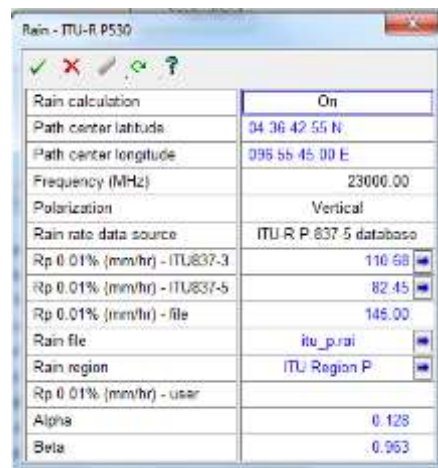
Konfigurasi tipe perangkat *microwave* yang digunakan dipilih perangkat model PASOLINK 23G 17MB. Perangkat *microwave* PASOLINK 23G 17MB digunakan pada perancangan ini karena dapat bekerja pada frekuensi 23 GHz. Dengan menggunakan perangkat ini, didapat nilai *Tx power* sebesar 23 dBm. Dan nilai dari *Rx threshold level* sebesar -85,50 dBm. Sedangkan untuk nilai *dispersive fade margin* didapat nilai sebesar 57,20 dB seperti yang terlihat pada Gambar 3.8.



	Mongal	Bintang
Radio model	PASOLINK 23G 17MB (V3)	PASOLINK 23G 17MB (V3)
Emission designator		
Radio file name	pas23g_8e1	pas23g_8e1
TX power (watts)	0.20	0.20
TX power (dBm)	23.00	23.00
RX threshold criteria	1E-3 BER	1E-3 BER
RX threshold level (dBm)	-85.50	-85.50
Maximum receive signal (dBm)	-15.00	-15.00
Dispersive fade margin (dB)	57.20	57.20

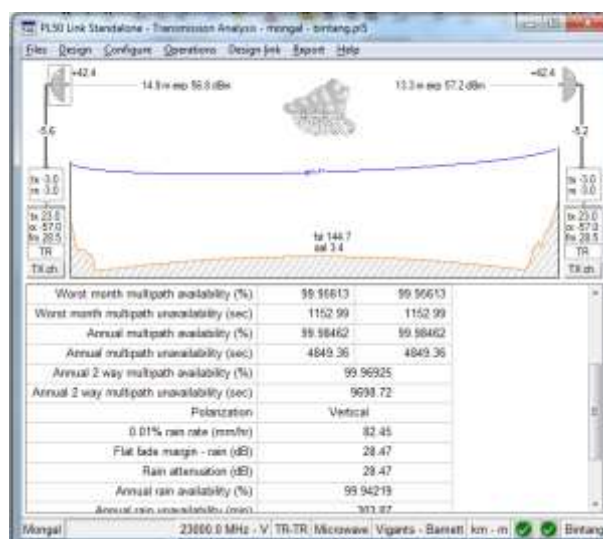
**Gambar 3.8 Konfigurasi perangkat *microwave***

Pada data *Tx channel assigment* digunakan *frequency low* sebesar 22 GHz dan pada *frequency high* digunakan frekuensi 23 GHz. Sedangkan pada konfigurasi curah hujan, Indonesia termasuk daerah hujan golongan P yaitu intensitas hujan termasuk besar sehingga dalam aplikasi *Pathloss5.0* maka dipilih *file ITU Region P*. Didapatkan nilai hujan rata-rata sebesar 82,45 mm/jam, dengan nilai *Alpha* sebesar 0,128 dan nilai *Beta* 0,963. Konfigurasi curah hujan dapat dilihat pada Gambar 3.9.



**Gambar 3.9 Konfigurasi curah hujan**

Dengan semua parameter telah diinputkan pada aplikasi *Pathloss5.0*, maka akan muncul centang hijau dua yang menandakan bahwa perancangan sudah benar. Lembar kerja pada *Pathloss5.0* apabila parameter-parameter sudah dimasukan akan tampil seperti pada Gambar 3.10. Setelah perancangan selesai, kemudian dilakukan pengambilan report pada menu report.



**Gambar 3.10 Lembar kerja setelah seluruh parameter dimasukan**



### 3.5.2 Penggunaan Teknik *Space Diversity*

Untuk mengetahui selisih spasi antenna utama dengan antenna *space diversity*, terlebih dahulu mengetahui nilai dari panjang gelombang ( $\lambda$ ). Nilai panjang gelombang ( $\lambda$ ) dapat dicari menggunakan persamaan 2.5.

Panjang gelombang:

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{23 \times 10^9 \text{ Hz}} \\ &= 0,013043 \text{ m}\end{aligned}$$

Setelah nilai panjang gelombang dapat diketahui, maka nilai dari :

Spasi minimum:

$$\begin{aligned}S_{min} &= 70 \lambda \\ &= 70 \times 0,013043 \text{ m} \\ &= 0,913 \text{ meter}\end{aligned}$$

Spasi menengah:

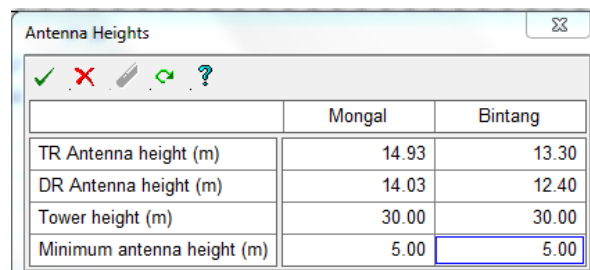
$$\begin{aligned}S_{average} &= 135 \lambda \\ &= 135 \times 0,013043 \text{ m} \\ &= 1,76 \text{ meter}\end{aligned}$$

Spasi maksimum:

$$\begin{aligned}S_{max} &= 200 \lambda \\ &= 200 \times 0,013043 \text{ m} \\ &= 2,6 \text{ meter}\end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan bahwa spasi ideal antar antenna utama dengan antenna *space diversity* berkisar antara minimum 0,913 meter sampai dengan maksimum 2,6 meter. Optimasi dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan nilai *availability*. Pada sistem ini sisi penerima dan pengirim masing-masing menggunakan dua buah antenna atau berupa *receiver* yang umumnya dua sistem yang terpisah secara vertikal dalam jarak beberapa panjang gelombang ( $\lambda$ ) satu sama lain. Dalam aplikasi *Pathloss5.0*, untuk menambahkan *antenna diversity* dengan cara mengubah mode perancangan. Ketika sebelum menggunakan optimasi, mode yang digunakan adalah TR-TR yang berarti hanya satu antenna yang digunakan. Sedangkan saat akan menggunakan teknik *space diversity*, mode yang digunakan adalah TRDR-TRDR yang berarti menggunakan

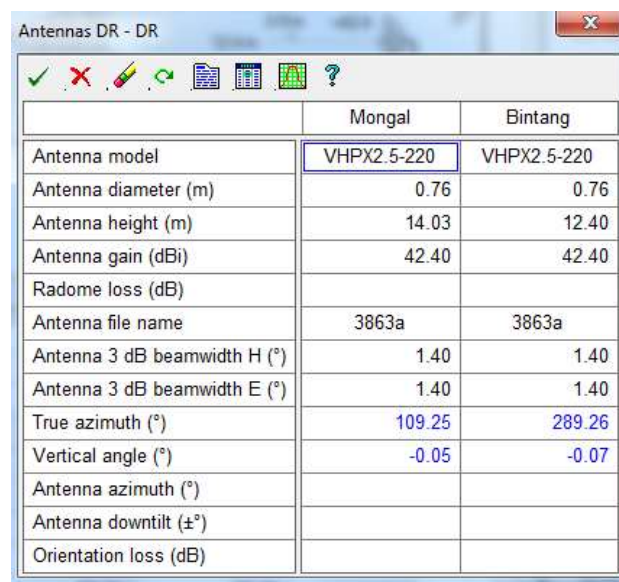
dua antenna yaitu antenna TR dan antenna DR pada saat bekerjanya sistem jaringan gelombang mikro. Dalam perancangan *space diversity* yang pertama ini antenna *diversity* berada vertikal dibawah antenna utama dengan spasi 0,913, maka tinggi antenna *diversity* adalah tinggi antenna utama dikurangi spasi antenna. Didapat ketinggian antenna diversity pada sisi *site* Mongal yaitu 14,029 meter dan pada sisi *site* Bintang 12,39 meter. Konfigurasi ketinggian antenna *diversity* dapat dilihat pada gambar 3.11.



	Mongal	Bintang
TR Antenna height (m)	14.93	13.30
DR Antenna height (m)	14.03	12.40
Tower height (m)	30.00	30.00
Minimum antenna height (m)	5.00	5.00

**Gambar 3.11 Konfigurasi tinggi antenna DR**

Jenis antenna yang digunakan pada antenna *diversity* adalah sama dengan antenna utama antenna model VHPX2.5-220. Antenna model VHPX2.5-220 memiliki gain sebesar 42,40 dBi dan memiliki diameter sebesar 0,76 meter. Antenna model VHPX2.5-220 digunakan pada perancangan ini karena merupakan salah satu antenna yang bekerja pada frekuensi 23 GHz. Konfigurasi antenna *diversity* pada aplikasi *Pathloss5.0* dapat dilihat pada Gambar 3.12.



	Mongal	Bintang
Antenna model	VHPX2.5-220	VHPX2.5-220
Antenna diameter (m)	0.76	0.76
Antenna height (m)	14.03	12.40
Antenna gain (dBi)	42.40	42.40
Radome loss (dB)		
Antenna file name	3863a	3863a
Antenna 3 dB beamwidth H (°)	1.40	1.40
Antenna 3 dB beamwidth E (°)	1.40	1.40
True azimuth (°)	109.25	289.26
Vertical angle (°)	-0.05	-0.07
Antenna azimuth (°)		
Antenna downtilt (±°)		
Orientation loss (dB)		

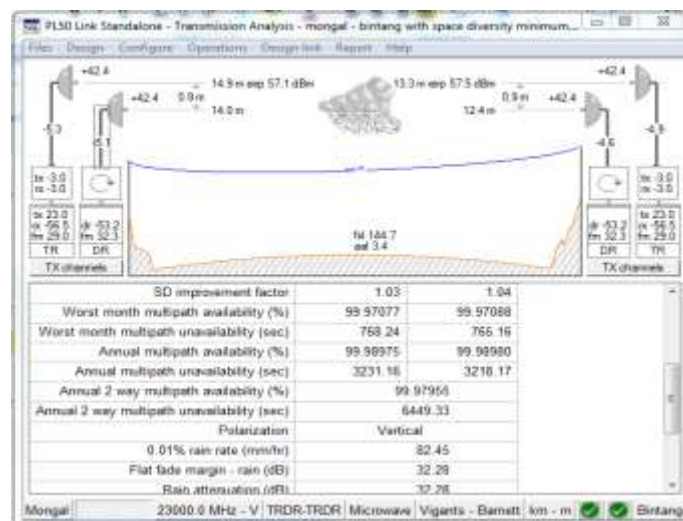
**Gambar 3.12 Konfigurasi antenna DR**

Untuk model *transmission lines* atau saluran transmisi pada antenna *diversity* menggunakan model yang sama dengan antenna utama yaitu kabel model EW220. Jenis kabel ini dipilih karena merupakan salah satu kabel yang dapat bekerja pada frekuensi 23 GHz. Kabel model EW220 merupakan kabel tipe *coaxial*, dengan memiliki loss sebesar 27,95 dB/100m. Kabel saluran dalam perancangan ini diatur sepanjang 2+n, nilai n adalah tinggi antenna *diversity*. Nilai tambahan tersebut sebagai toleransi kabel pada kedua *site*. Sedangkan untuk *connector loss* diatur sebesar 0,6 dB. Konfigurasi seperti terlihat pada Gambar 3.13.

	Mongal	Bintang
TX line model	EW220	EW220
TX line length (m)	16.00	14.40
TX line unit loss (dB/100m)	27.95	27.95
TX line loss (dB)	4.47	4.02
Connector loss (dB)	0.60	0.60

**Gambar 3.13 Konfigurasi model *transmission lines* antenna DR**

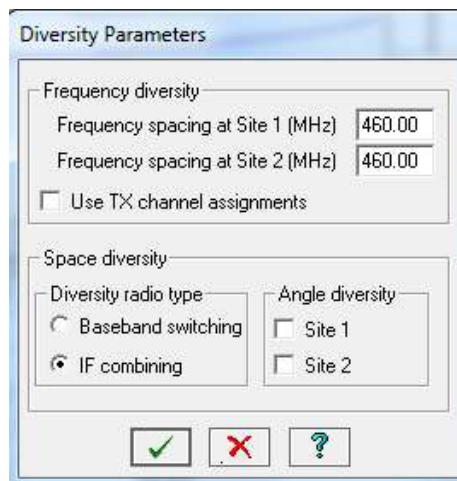
Kemudian hasil simulasi *space diversity* dengan spasi 0,913 meter ini diberi nama *Report 2 – Space Diversity 0,91 m*. Hasil lembar kerja setelah menggunakan *space diversity* dapat dilihat pada Gambar 3.14. Dengan langkah yang sama, penambahan *space diversity* diatur untuk spasi 1,76 meter dan 2,6 meter dibawah antenna. Dengan jenis antenna dan *transmission lines* sama dengan antenna utama.



**Gambar 3.14 Lembar kerja setelah penambahan *space diversity***

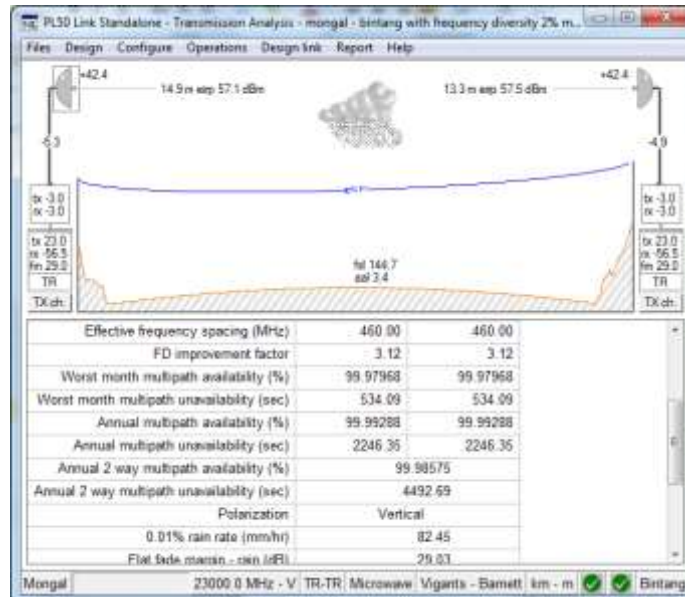
### 3.5.3 Penggunaan Teknik *Frequency Diversity*

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. Informasi yang dikirimkan secara simultan dikirimkan kedua *transmitter* yang beroperasi pada frekuensi yang berbeda kemudian diteruskan ke satu antenna pemancar. Pada antenna penerima akan dikumpulkan informasi dan memisahkannya menjadi dua sinyal. Dalam penambahan *frequency diversity* pada *Pathloss5.0* posisi mode berada pada TR-TR seperti keadaan sebelum optimasi. Kemudian pada menu *diversity parameter* diisikan nilai perbedaan frekuensi ( $\Delta f$ ) yang akan digunakan pada *frequency diversity*. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.15.



**Gambar 3.15** Menu *diversity parameter*

Hasil simulasi ini diberi *Report 3 – Frequency Diversity 460 MHz*. Hasil lembar kerja setelah menggunakan *frequency diversity* dapat dilihat pada Gambar 3.16. Kemudian lakukan dengan cara yang sama mengatur *frequency diversity* dengan perbedaan frekuensi 920 MHz dan 1.380 MHz.



**Gambar 3.16 Lembar kerja setelah penambahan frequency diversity**

Setelah perancangan selesai dengan optimasi maupun tanpa optimasi, kemudian dapat dilakukan analisa *link budget* dan peningkatan dengan mengacu hasil simulasi melalui *report* dari masing-masing perancangan. Kemudian peningkatan *availability* akan dilakukan perbandingan, menggunakan teknik apakah yang optimal untuk optimasi jaringan radio gelombang mikro lintas danau.