

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada Penelitian yang dilakukan oleh Rini Nur, yang berjudul “DESAIN INFRASTRUKTUR JARINGAN *LINK MICROWAVE* ANTAR KAMPUS POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG” penelitian ini membahas tentang analisa dan perancangan *link microwave* sebagai infrastruktur antar kampus. Performasi komunikasi melalui jalur *link microwave* yang dihasilkan memiliki kualitas yang sangat baik dimana parameter komunikasi terpenuhi adalah FSL 128.75 dB, EIRP 45.60 dBm, RSL -57.65 dBm, SOM 12.46 dB[6].

Penelitian oleh Isnaeni Yusril dengan judul “PERANCANGAN JARINGAN TRANSMISI *MICROWAVE SITE* SIRAHAN DAN *SITE* CONGKRANG STUDI KASUS DI MAGELANG” membahas tentang perbandingan perancangan jaringan transmisi *microwave* menggunakan *Pathloss* 5.0 dengan perancangan dari ZTE pada *site* Sirahan dan *site* Congkrang. Untuk hasilnya perancangan dari ZTE lebih optimal karena keterbatasan data antenna[5].

Penelitian oleh Sanjip Rozak Gutama yang berjudul “PERANCANGAN JARINGAN RADIO GELOMBANG MIKRO ANTAR PULAU MENGGUNAKAN SPACE DIVERSITY PADA *LINK* WAGOLA – WANCI WAKATOBI” membahas tentang optimasi jaringan radio gelombang mikro menggunakan teknik *space diversity* dengan jarak spasi antenna utama dan antenna *diversity* sebesar 2,9 m, 5,6 m dan 8,3 m. Nilai *availability* dari hasil simulasi menggunakan *Pathloss* 5.0 menghasilkan nilai sebesar 99,95398%. Nilai tersebut kemudian dilakukan optimasi menggunakan *space diversity* dengan spasi 2,9 m, 5,6 m dan 8,3 m dan mendapat nilai *availability* paling baik sebesar 99,99956%, pada spasi maksimum 8,3m. [7].

Kemudian penelitian oleh Evi Oktaviasari yang berjudul “ANALISIS PERBANDINGAN INTERFERENSI LINK GELOMBANG MIKRO PADA DAERAH URBAN DAN RURAL MENGGUNAKAN SOFTWARE *PATHLOSS* 5.0” Penelitian ini dilakukan pada daerah *urban* yaitu pada *link hop* Pluit Karang

Barat-Kuningan Barat-Condut serta pada jaringan yang berada di daerah rural yaitu pada *link hop* Cibadak-Cibolangkaler-Sukabumi. Interferensi yang terjadi menyebabkan penurunan nilai *availability*. Setelah dilakukan optimasi dengan mengganti *sub band*, maka interferensi yang terjadi dapat dihilangkan dan besarnya peningkatan *availability* setelah optimasi bernilai sama dengan besarnya penurunan *unavailability* ketika interferensi[8].

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Intan Erlita Dewanti yang berjudul "ANALISIS PERBANDINGAN *PASSIVE REPEATER BACK-TO-BACK ANTENNA* DAN *PASSIVE REPEATER PLANE REFLECTOR* MENGGUNAKAN *PATHLOSS 5.0*" penelitian ini melakukan perancangan jaringan *microwave* menggunakan *repeater back to back antenna* dan *repeater plane reflector* pada *site* yang sama. Untuk hasilnya penggunaan *repeater back to back antenna* lebih baik dari segi simulasi maupun perhitungan menggunakan rumus[9].

2.2 Antena

Antena adalah sebuah alat yang berfungsi mengubah besaran listrik menjadi gelombang elektromagnetik yang kemudian dipancarkan ke suatu titik atau sebaliknya. Artinya antena juga dapat berfungsi sebagai penguat daya dan sebagai pengubah dari gelombang RF terbimbing menjadi gelombang ruang bebas. Antena juga merupakan bagian mutlak yang dibutuhkan pada komunikasi radio karena merupakan struktur perantara antara gelombang yang terbimbing dan gelombang bebas[10].

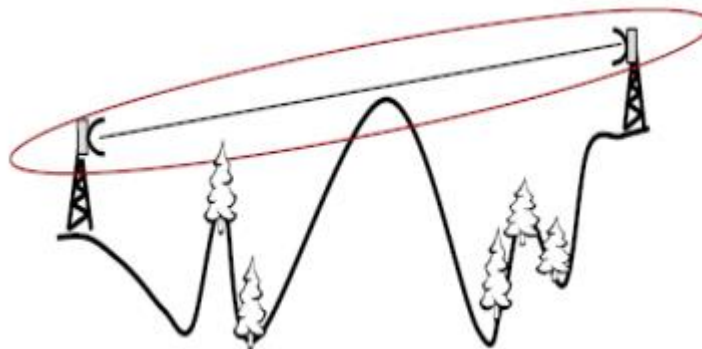
2.3 Sistem Komunikasi Gelombang Mikro

Sistem komunikasi radio gelombang mikro merupakan sistem komunikasi yang bertujuan untuk mengirimkan informasi dari satu lokasi pengirim ke lokasi penerima tanpa terganggu kondisi daratan. Komunikasi yang dikirimkan yaitu suara, video, dan data melalui udara bebas (*air interface*) pada rentang frekuensi 2 GHz sampai 24 GHz, yang merupakan standar dari *Committee Consultative International on Radio (CCIR)*[11]

Sistem komunikasi gelombang mikro dapat dibedakan menjadi tiga:

1. Gelombang mikro terrestrial

2. Gelombang mikro satelit
3. Gelombang mikro bergerak



Gambar 2.1 Propagasi Los[12]

Sistem komunikasi *microwave* terdiri atas 2 bagian pokok, yaitu pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*). Dalam perjalanannya dari antenna pemancar ke antenna penerima, gelombang radio melalui berbagai lintasan dengan beberapa mekanisme perambatan dasar. Mekanisme perambatan dasar tersebut adalah *Line of Sight* (LOS) dimana LOS merupakan lintasan gelombang radio yang mengikuti garis pandang yang berarti bahwa antara antenna pemancar dan antenna penerima tidak ada penghalang (*obstacle*), yang menghalangi lintasan perambatan gelombang mikro.

2.4 Klasifikasi *Microwave Link*

Komunikasi *microwave* pada sistem seluler digunakan pada jalur transmisi antara satu *Mobile Switching Centre* (MSC) dengan MSC yang lain dalam jaringannya, antara MSC dengan BSC, antara BSC dengan beberapa BTS maupun antar BTS, walaupun sebagai alternatifnya adalah jalur transmisi serat optik ataupun saluran sewa berbentuk *wireline*. *Link microwave* pada umumnya beroperasi antara frekuensi 2GHz-58GHz. Berdasarkan range frekuensinya, *link microwave* diklasifikasikan dalam tiga kategori yaitu[12]:

2.4.1 *Long Haul*

Long haul bekerja pada frekuensi 2 GHz sampai 10 GHz yang dipengaruhi frekuensi operasi dan kondisi iklim kemudian dipengaruhi juga oleh *multipath fading*. *Link* ini memiliki panjang lintasan antara 45 km sampai 80 km. Berikut frekuensi yang termasuk *long haul* [12]:

1. Frekuensi *band* 2 GHz
 - a) Memiliki daya jangkau maksimal 80 km
 - b) *Multipath fading*
 - c) Berdiameter antena 370 cm dengan *gain* antena 36 dBi
 - d) Menggunakan 2 polarisasi, yaitu vertikal dan horisontal
2. Frekuensi *band* 7 GHz
 - a) Memiliki daya jangkau maksimal 50 km
 - b) *Multipath fading*
 - c) berdiameter antena 370 cm dengan *gain* antena 46,8 dBi
 - d) menggunakan 2 polarisasi, yaitu vertikal dan horizontal
3. Frekuensi *band* 10 GHz
 - a) Memiliki daya jangkau maksimal 45 km
 - b) *Multipath fading*
 - c) Berdiameter antena 60 cm-120 cm untuk *gain* 34 dBi-40 dBi
 - d) Menggunakan 2 polarisasi, yaitu vertikal dan horizontal

2.4.2 Medium Haul

Medium haul bekerja pada frekuensi 11 GHz sampai 20 GHz yang dipengaruhi frekuensi operasi dan kondisi iklim kemudian dipengaruhi juga oleh *multipath fading* dan *rain fading*. *Link* ini memiliki panjang lintasan antara 20 km – 40 km. Berikut frekuensi yang termasuk *medium haul*[12]:

1. Frekuensi *band* 13 GHz
 - a) Daya jangkau maksimal 40 km
 - b) *Multipath fading*
 - c) Diameter antena 60 cm-120 cm untuk *gain* antena berkisar 36,4 dBi-42,4 dBi
 - d) Digunakan 2 polarisasi, vertikal dan horisontal
2. Frekuensi *band* 15 GHz
 - a) Daya jangkau maksimal 35 km
 - b) *Multipath fading*
 - c) Diameter antena 60 cm-120 cm dengan *gain* antena berkisar 38 dBi-44 dBi
 - d) Digunakan 2 polarisasi, vertikal dan horisontal
3. Frekuensi *band* 18 GHz
 - a) Daya jangkau maksimal 20 km

- b) *Multipath fading*
- c) Diameter antena 60 cm-180 cm dengan *gain* 39 dBi-49 dBi
- d) Digunakan 2 polarisasi, vertikal dan horisontal.
- e) Atenuasi atmosfer 0,1 dB/km
- f) Atenuasi hujan sekitar 1 dB/km saat curah hujan 20 mm/h

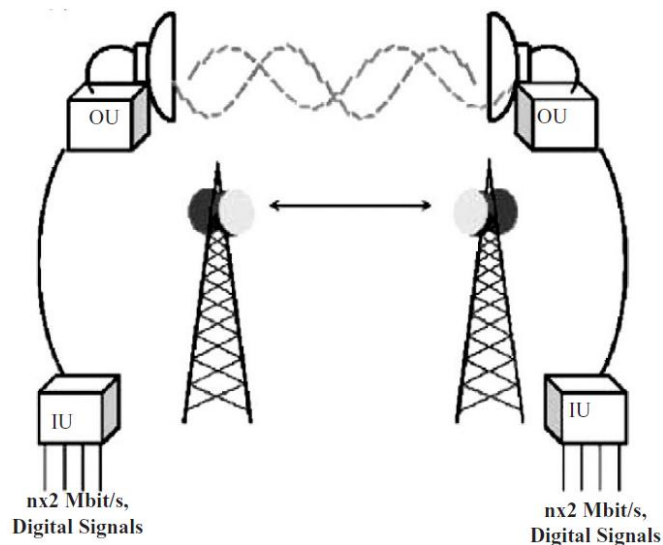
2.4.3 *Short Haul*

Short Haul bekerja pada frekuensi tinggi yaitu pada 23 GHz sampai 58 GHz yang dipengaruhi frekuensi operasi dan kondisi iklim kemudian dipengaruhi juga oleh *multipath fading* dan *rain fading*. *Link* ini memiliki panjang lintasan antara 1 km sampai 18 km. Berikut frekuensi yang termasuk *short haul*[12]:

1. Frekuensi *band* 23 GHz
 - a) Daya jangkauan maksimal 18 km
 - b) *Multipath fading* dan *rain fading*
 - c) Berdiameter antena 30 cm-120 cm untuk *gain* berkisar 35 dBi -47,3 dBi
 - d) Menggunakan 2 polarisasi, vertikal dan horisontal
 - e) Atenuasi atmosfer hujan sekitar 3 dB/km saat curah hujan 20 mm/h
2. Frekuensi *band* 26 GHz dan 27 GHz
 - a) Daya jangkauan maksimal 15 km
 - b) *Rain fading*
 - c) Berdiameter antena 30 cm-60 cm
 - d) Menggunakan 2 polarisasi, vertikal dan horizontal
 - e) Atenuasi atmosfer 0,1 dB/km
 - f) Atenuasi karena hujan sekitar 3 dB/km saat curah hujan 20 mm/h
3. Frekuensi *band* 38 GHz
 - a) Daya jangkauan maksimal 10 km
 - b) *Rain fading*
 - c) Berdiameter antena 30 cm dengan *gain* 39,66 dBi
 - d) Menggunakan polarisasi vertikal
 - e) Atenuasi atmosfer 0,12 dB/km
 - f) Atenuasi akibat hujan sekitar 5 dB/km saat curah hujan 20 mm/h
4. Frekuensi *band* 55 GHz
 - a) Daya jangkauan maksimal hanya beberapa kilometer saja

- b) *Rain fading*
 - c) Berdiameter antena 30 cm dengan *gain* 39,66 dBi
 - d) Menggunakan polarisasi vertikal
 - e) Atenuasi atmosfer 0,12 dB/km
 - f) Atenuasi akibat hujan sekitar 5 dB/km saat curah hujan 20 mm/h
5. Frekuensi *band* 58 GHz
- a) Daya jangkau maksimal hanya 1 km-2 km
 - b) *Rain fading*
 - c) Berdiameter antena 15 cm
 - d) Menggunakan polarisasi vertikal
 - e) Atenuasi atmosfer 12 dB/km
 - f) Atenuasi hujan sekitar 7 dB/km saat curah hujan 20 mm/h

2.5 Komponen Link Microwave



Gambar 2.2 *Link* Gelombang Mikro[12]

Terdapat dua komponen utama dalam *link microwave* yaitu *Indoor Unit* (IDU) dan *Outdoor Unit* (ODU)[12]:

2.5.1 *Indoor Unit* (IDU)

Komponen IDU berisikan perangkat modem radio yang berfungsi sebagai titik terminasi untuk sinyal digital dari perangkat end user dan kemudian mengubahnya kedalam sinyal yang berbasis sinyal radio untuk 8 dikirimkan sepanjang media transmisi gelombang mikro dengan menggunakan skema

modulasi dan juga memodulasikan *carrier* ke sinyal digital pada penerima. Selain berfungsi sebagai komponen modulasi dan demodulasi sinyal, IDU juga berfungsi sebagai kanal komunikasi antara *Network Monitoring System* (NMS) dan *Outdoor Unit* (ODU). IDU biasanya ditempatkan pada yang terproteksi[12].

2.5.2 *Outdoor Unit (ODU)*

Komponen ODU berfungsi untuk mengubah sinyal digital yang memiliki rendah (*Intermediate Frequency*) menjadi sinyal radio yang memiliki tinggi (*Radio Frequency*). Ketika sinyal diterima oleh antena, sinyal dilewatkan ke *Low Noise Amplifier* (LNA) untuk dilakukan penguatan. Kemudian dilewatkan ke *Automatic Gain Control* (AGC). ODU berisi perangkat *Radio Frequency* dan pengirim dan penerima sehingga ODU juga disebut sebagai *radio transceiver*. ODU memperoleh catuan listrik dan sinyal termodulasi rendah dari IDU yang melintasi kabel koaksial[12].

2.6 Link Budget

Faktor-faktor yang mempengaruhi komunikasi gelombang mikro antara lain:

2.6.1 *Gain*

Gain adalah parameter pengukur kemampuan antena untuk mengirimkan gelombang yang diinginkan ke arah tujuan. Pada sebuah antena parabola, efisiensi yang diperoleh tidak mencapai 100% dikarenakan beberapa daya yang hilang. Secara komersial, efisiensi yang dimiliki sebuah antena parabola berkisar antara 50% sampai 70%. Besarnya nilai *gain* dapat dicari menggunakan persamaan 2.1[12].

$$G = 20 \log f + 20 \log d + 10 \log \eta + 20,4 \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana,

G = *Gain* atau penguatan antena (dBi)

f = frekuensi antena (GHz)

d = Diameter antena (m)

η = Efisiensi antena (50% - 70%)

2.6.2 *Free Space Loss (FSL)*

Free Space Loss adalah redaman yang terjadi sepanjang ruang antara antenna pemancar dan antenna penerima. Pada transmisi berkarakter LOS ruang ini tidak di bolehkan adanya penghalang. Besarnya FSL dapat dihitung dengan persamaan 2.2.[12]

$$FSL = 92,45 + 20 \log(f_{\text{GHz}}) + 20 \log(D_{\text{km}}) \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan,

$$FSL = \text{Free Space Loss (dB)}$$

$$f = \text{frekuensi (Ghz)}$$

$$D = \text{jarak antara antenna pemancar dan antenna penerima (km)}$$

Apabila frekuensi dalam satuan Mhz, maka persamaan yang digunakan adalah persamaan 2.3.[12]

$$FSL = 32,45 + 20 \log(f_{\text{MHz}}) + 20 \log(D_{\text{km}}) \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan,

$$FSL = \text{Free Space Loss (dB)}$$

$$f = \text{frekuensi (MHz)}$$

$$D = \text{jarak antara antenna pemancar dan antenna penerima (km)}$$

2.6.3 *Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)*

EIRP merupakan nilai efektif daya yang dapat dipancarkan oleh antenna pemancar yang sudah mengalami penguatan. Nilai EIRP diperoleh dengan melakukan penjumlahan daya *output* dari antenna pemancar dengan *gain* antenna lalu dikurangkan dengan nilai rugi-rugi. Besarnya nilai EIRP didapat melalui persamaan 2.4.[12]

$$EIRP = P_{Tx} + G_{\text{antena}} - L_{Tx} \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan,

$$EIRP = \text{Effective Isotropic Radiated Power (dBm)}$$

$$P_{Tx} = \text{Daya pancar (dBm)}$$

$$G_{\text{antena}} = \text{Gain antenna (dBi)}$$

L_{Tx} = Loss pada sisi pengirim(dB)

2.6.4 *Isotropic Received Level (IRL)*

Isotropic Received Level (IRL) adalah nilai level daya isotropik yang diterima oleh antenna penerima. Untuk mendapatkan level daya terima pada antenna penerima besaran nilai IRL harus diperoleh terlebih dahulu[12]. Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai IRL adalah persamaan 2.5.

$$IRL = EIRP - FSL \dots \dots \dots (2.5)$$

dengan,

IRL = *Isotropic Received Level* (dBW)

$EIRP$ = *Effective Isotropic Radiated Power* (dBW)

FSL = *Free Space Loss* (dB)

2.6.5 *Received Signal Level (RSL)*

Received Signal Level (RSL) adalah level daya yang diterima oleh piranti pengolah decoding. Besarnya nilai RSL dipengaruhi oleh nilai rugi-rugi pada jalur di sisi antenna penerima, *gain* pada antenna serta nilai level daya isotropik.[12] Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai RSL adalah persamaan 2.6.

$$RSL = IRL + G_{Rx} - L_{Rx} \dots \dots \dots (2.6)$$

dengan,

RSL = *Received Signal Level* (dBm)

IRL = *Isotropic Received Level* (dBm)

G_{Rx} = *Gain antenna Rx* (dBi)

L_{Rx} = *Loss pada sisi penerima*(dB)

2.6.6 *Fading Margin*

Fading margin atau biasa disebut cadangan daya digunakan untuk mengatasi adanya *fading*, cadangan daya digunakan agar dapat mempertahankan level daya terima di atas level batas ambang (*threshold*). Terdapat 3 jenis *fade*

margin, diantaranya: *thermal fade margin*, *flat fade margin*, *effective fade margin*. [12]

Besarnya *thermal fade margin* dihitung dari selisih antara daya terima dan daya terima minimum (*Rx Threshold*). Terdapat keterkaitan antara *fading margin* dengan *Received Signal Level* yang ditunjukkan pada persamaan 2.7.

$$FM_{thermal} = RSL - Rx_{TH} \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan,

- $FM_{thermal}$ = *Fading Margin Thermal* (dB)
- RSL = *Receive Signal Level* (dBm)
- Rx_{TH} = *Rx Threshold Level* (dBm)

Selanjutnya *flat fade margin*, yaitu fade margin yang dipengaruhi thermal *fade margin* dan *interference fade margin*. Namun jika *interference fade margin* tidak tersedia, maka dapat diabaikan atau dianggap bernilai nol. Seperti pada persamaan 2.8.

$$FM_{flat} = -10\log \left(10^{\frac{-FM_{thermal}}{10}} + 10^{\frac{-FM_{ac}}{10}} + 10^{\frac{-FM_{ex}}{10}} \right) \dots (2.8)$$

dengan,

- $FM_{thermal}$ = *Thermal fade margin* (dB)
- FM_{ac} = *Adjacent channel interference fade margin* (dB)
- FM_{ex} = *External interference fade margin* (dBm)

Setelah flat fade margin diketahui, selanjutnya dapat dihitung *effective fade margin*. *Fade margin* ini dipengaruhi oleh *flat fade margin*, *fade occurrence factor*, dan *dispersive fade margin*. Sehingga didapatkan perhitungan seperti pada persamaan 2.9.

$$FM_{effective} = -10\log \left(10^{\frac{-FM_{flat}}{10}} + R \times 10^{\frac{-FM_{dispersive}}{10}} \right) \dots\dots\dots (2.9)$$

dengan,

- $FM_{\text{effective}}$ = *Effective fade margin* (dB)
- R = *Fade occurrence factor* (dB)
- $FM_{\text{dispersive}}$ = *External interference fade margin* (dBm)

Nilai *fade occurrence factor* ditentukan oleh kondisi propagasi sinyal yang dapat dilalui. Keterangannya sebagai berikut:

- $R = 0,5$ sampai 1 ; untuk kondisi propagasi baik
- $R = 3$; untuk kondisi propagasi rata-rata
- $R = 5$ sampai 7 ; untuk kondisi propagasi sulit
- $R = 9$; untuk kondisi propagasi sangat sulit

2.6.7 Availability

Availability atau bisa disebut ukuran kehandalan sistem. Idealnya pada semua sistem harus memiliki nilai *availability* 100%. Akan tetapi keadaan tersebut tidak mungkin terpenuhi karena di dalam suatu sistem pasti terdapat kegagalan sistem. Kegagalan sistem dalam memberikan pelayanan disebut juga sebagai *unavailability*. Persamaan yang digunakan dalam mencari besarnya nilai *unavailability* dan *availability* adalah Persamaan 2.10 dan Persamaan 2.11 [12].

$$UnAv_{\text{path}} = a \times b \times 2.5 \times f \times D^3 \times 10^{-6} \times 10^{-FM/10} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$Av_{\text{path}} = (1 - UnAv_{\text{path}}) \times 100\% \dots (2.11)$$

dengan,

- a) FM = *Fading Margin* (dB)
- b) D = panjang lintasan (km)
- c) F = frekuensi kerja (GHz)
- d) $UnAv_{\text{path}}$ = ketidakehandalan sistem
- e) Av_{path} = kehandalan system
- f) A = faktor kekasaran bumi
- g) $a : 4$ = untuk daerah halus, laut, danau, dangurun
- h) $a : 1$ = untuk daerah kekasaran rata-rata, dataran
- i) $a : 1/4$ = untuk pegunungan dan dataran tinggi
- j) b = faktor iklim
- k) $b : 1/2$ = untuk daerah panas dan lembab

- l) $b : \frac{1}{4}$ = untuk daerah normal
 m) $b : \frac{1}{8}$ = untuk daerah pegunungan (sangat kering)

Tabel 2.1 Standar *Availability* menurut ITU-R[13]

<i>Availability Objective</i> Dua Arah			
<i>Grade Circuit</i>	<i>Class Radio Section</i> (km)	<i>Availability</i> (%)	Jarak/Hop (km)
<i>High</i>	2500	99,997	46,7
<i>Medium</i>	1280	99,997	46,7
	2280	99,996	46,7
	350	99,98	50
		99,995	10
	450	99,95	50
		99,99	10

Nilai *availability* yang dihasilkan dalam suatu rancangan juga dipengaruhi oleh curah hujan. Pada setiap negara atau zona tertentu memiliki curah hujan yang berbeda tergantung letak dan kondisi geografisnya. Pembagian zona curah hujan dalam rekomendasi ITU-R Pn.837 dikategorikan menjadi zona A sampai zona Q. pembagian tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2 dimana Indonesia masuk dalam kategori zona P yang masuk dalam negara tropis.

Tabel 2.2 *Rain climatic zones*[14]

Percentage of time (%)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q
1.0	<0.1	0.5	0.7	2.1	0.6	1.7	3	2	8	1.5	2	4	5	12	24
0.3	0.8	2	2.8	4.5	2.4	4.5	7	4	13	4.2	7	11	15	34	49
0.1	2	3	5	8	6	8	12	10	20	1.2	1.5	2.2	3.5	6.5	7.2
0.03	5	6	9	13	1.2	1.5	2.0	1.8	2.8	2.3	3.3	4.0	6.5	10.5	9.6
0.01	8	1.2	1.5	1.9	2.2	2.8	3.0	3.2	3.5	4.2	6.0	6.3	9.5	14.5	11.5
0.003	14	2.1	2.6	2.9	4.1	5.4	4.5	5.5	4.5	7.0	10.5	9.5	14.0	20.0	14.2
0.001	2.2	3.2	4.2	4.2	7.0	7.8	6.5	8.3	5.5	10.0	1.5	1.2	1.8	2.5	1.7

2.7 Pathloss

Dalam perancangan jaringan radio gelombang mikro dibutuhkan *software Pathloss*. *Pathloss* merupakan perangkat lunak untuk menghitung *link budget*.

Aplikasi ini dapat menampilkan simulasi untuk perancangan jaringan komunikasi *microwave* secara cukup akurat dari segi perangkat dan juga lingkungan yang disimulasikan. Dimulai dengan Versi 1.4 pada akhir 1980-an, *Pathloss* dengan cepat diadopsi oleh Penyedia Layanan Manufaktur, Telekomunikasi, Koordinasi dan Teknik di seluruh dunia. Versi saat ini, *Pathloss 5*, berlanjut sebagai alat propagasi radio yang paling banyak digunakan[15].

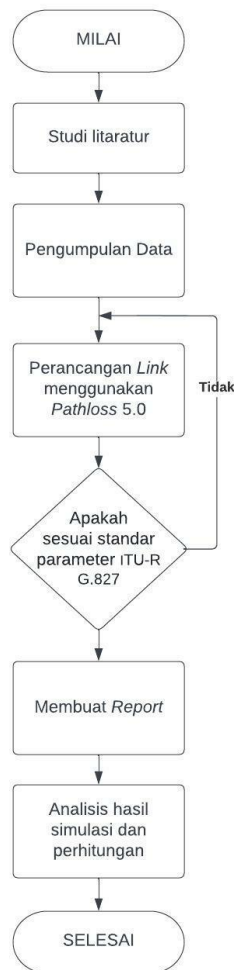
2.8 Google Earth

Google Earth merupakan aplikasi milik google yang memiliki fungsi untuk melihat gambaran bumi secara 3D. Software ini bias diakses dari platform seperti Komputer dan Mobile. *Google Earth* memberikan gambaran bumi dari superimposisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan globe GIS 3D[16].

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 ALUR PENELITIAN

Diagram alur menggambarkan proses perancangan jaringan transmisi *microwave site* Jati Sumberlawang dan *site* Peleman.



Gambar 3.1 Diagram alur perancangan

Dari gambar 3.1 langkah pertama yang dilakukan melakukan studi literatur dengan mencari materi dasar teori yang berupa buku, jurnal, serta *website* yang sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas. Dilanjutkan dengan pengumpulan data yang berupa informasi *site* yang didapat dari Huawei serta dokumen kelengkapan tambahan dari PT.POCA. Kemudian dilakukan perancangan jaringan secara *point to point* berdasarkan data yang telah didapatkan menggunakan

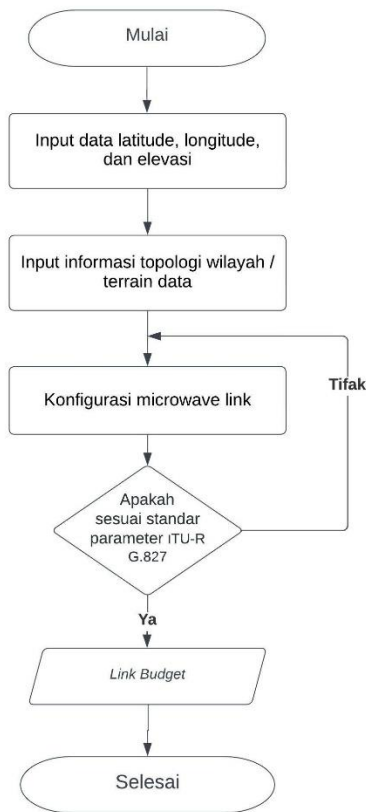
software Pathloss 5.0 untuk mensimulasikan rancangan. Sebelum dilakukan analisa hasil simulasi, hasil rancangan diperiksa apakah sesuai dengan standar parameter ITU-R G.827. Hasil simulasi yang sesuai dengan standar parameter kemudian dianalisis serta akan dilakukan perbandingan dengan *link budget* yang didapat dari Huawei untuk mendapatkan kesimpulan dari rancangan yang telah dibuat.

3.2 STUDI LITERATUR

Studi literatur ini penulis mendapatkan informasi yang berkaitan dengan topik penelitian dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, serta *website* resmi di internet.

3.3 PERANCANGAN SISTEM

Dalam perancangan perancangan jaringan transmisi *microwave site* jati sumberlawang dan *site* peleman dimulai dengan pengumpulan data yang dibutuhkan, data yang dibutuhkan antara lain *longitude*, latitude, survei lokasi, jenis antena dan radio. Kemudian data yang didapat akan digunakan untuk perancangan di dalam *software Pathloss 5.0* dan juga pada *software Google Earth*. Setelah dilakukan perancangan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengecekan hasil simulasi di *software* untuk mengetahui apakah mampu berjalan dengan standar parameter atau tidak. Hasil simulasi yang sesuai dengan standar parameter kemudian akan digunakan sebagai hasil data pada penelitian.



Gambar 3.2 *Flowchart Perancangan Link Mirowave*

3.4 ALAT YANG DIGUNAKAN

Perancangan jaringan *microwave site* Jati Sumberlawang dan *site* Peleman ini membutuhkan bebera perangkat lunak serta peragkat keras agar perancangan yang dilakukan berhasil dan optimal.

1. Perangkat Keras
 - a. Laptop Lenovo berspesifikasi prosesor I3-5005U RAM 4GB
2. Perangkat Lunak
 - a. *Windows 10 64 Bit*
 - b. *Pathloss 5.0*
 - c. *Google Earth*

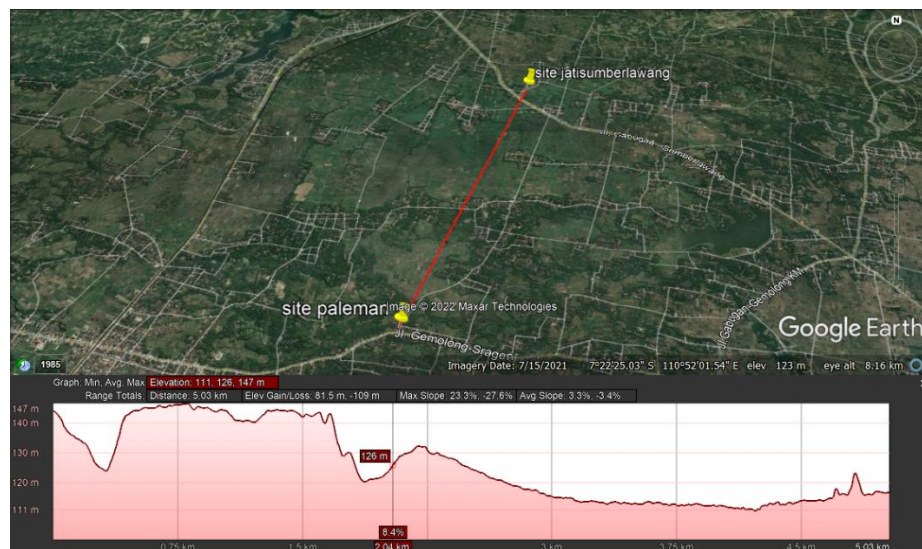
3.5 LOKASI PERANCANGAN

Lokasi perancangan pada penelitian ini menggunakan data dari PT. POCA, yaitu data *site* Jati Sumberlawang dan *site* Peleman. Lokasi *site* tersebut dapat dilihat di tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data *Site Jaringan*

<i>Site Name</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Elevation</i>	<i>Tower Heights</i>
Jati Sumberlawang	07 21 09.14 S	110 52 30.68 E	117 m	14,7 m
Peleman	07 23 40.92 S	110 51 32.40 E	146 m	20,7 m

Dengan menggunakan koordinat yang ada di dalam tabel 3.1 maka akan didapatkan peta *path profile* dari perancangan *link microwave* antara *site* Jatisumberlawang dan *site* Peleman melalui *software Google Earth*, dimana jarak antara *site* jatisumberlawang dan *site* Peleman adalah 4.99 Km. Melalui peta *path profile* dapat diketahui juga bahwa area sekitar perancangan *link microwave* terdapat pemukiman serta ladang warga masyarakat.



Gambar 3.3 Lokasi kedua *site*

3.6 SPESIFIKASI PERANGKAT

Dalam melakukan perancangan jaringan transmisi *microwave* antara *site* Jatisumberlawang dan *site* Peleman membutuhkan beberapa perangkat untuk pengerjaannya. Berikut perangkat perancangan yang dibutuhkan dalam tabel 3.2

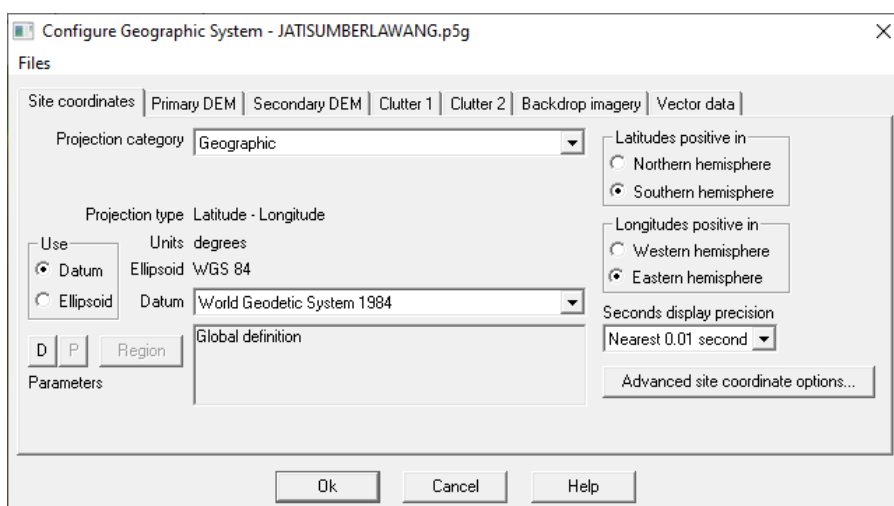
Tabel 3.2 Perangkat *Link Microwave*

No.	Perangkat	Jenis	Keterangan
1.	<i>Antenna</i>	T5507301	Diameter 0.3 meter dan <i>antenna gain</i> 32.1 dBi

2.	<i>Transmission Line</i>	EWP132	Rentang frekuensi 11000-15350 Mhz
3.	<i>Microwave</i>	FibeAir 1556P	Rentang frekuensi 14500 -15350 Mhz

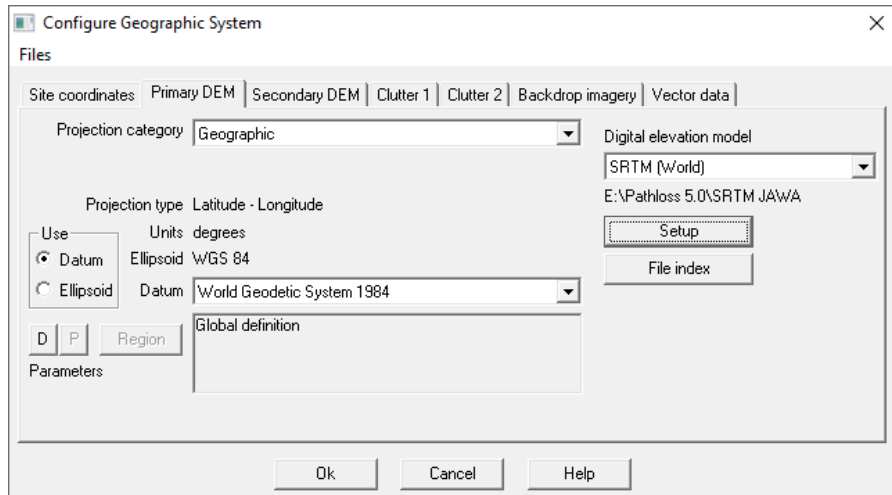
3.7 PERANCANGAN *LINK MICROWAVE*

Pada perancangan *Microwave link* dari *site* Jati sumberlawang ke *site* Peleman disimulasikan menggunakan *software Pathloss 5.0*. Diawali dengan mengatur *longitude* serta *latitude* pada *Site coordinates* di *GIS Configuration*, dimana posisi kedua *site* yaitu *site* Jatisumberlawang dan *site* Peleman terletak di *Southern hemisphere* (Lintang Selatan) dan di *Eastern hemisphere* (Bujur Timur).



Gambar 3.4 *Site Coordinates*

Selanjutnya pada bagian *Primary DEM* dilakukan penyesuaian *Digital Elevation Model* menggunakan file bertipe SRTM (*World*). File SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) merupakan file yang berisikan data DEM (*Digital Elevation Model*) yang berfungsi menampilkan peta kontur tanah suatu wilayah. *Site* Jatisumberlawang dan *Site* Peleman terletak di pulau Jawa sehingga menggunakan *file directory* SRTM JAWA, ditambah SRTM *Height* yang harus ditambahkan pada *File Index*.



Gambar 3.5 SRTM

Gambar 3.5 Menampilkan SRTM *Height* yang ditambahkan pada *File Index* sebelumnya.

file name	west edge *	east edge *	south edge *	north edge *	rows	columns	x cell *	y cell *
1 S07E109.hgt	108.9995833	110.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
2 S07E110.hgt	109.9995833	111.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
3 S07E111.hgt	110.9995833	112.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
4 S07E112.hgt	111.9995833	113.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
5 S07E113.hgt	112.9995833	114.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
6 S07E114.hgt	113.9995833	115.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
7 S07E115.hgt	114.9995833	116.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
8 S07E116.hgt	115.9995833	117.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
9 S07E118.hgt	117.9995833	119.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
10 S07E119.hgt	118.9995833	120.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
11 S07E120.hgt	119.9995833	121.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
12 S07E121.hgt	120.9995833	122.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
13 S07E122.hgt	121.9995833	123.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
14 S07E124.hgt	123.9995833	125.0004167	-7.000416667	-5.999583333	1201	1201	3.0	3.0
15 S08E105.hgt	104.9995833	106.0004167	-8.000416667	-6.999583333	1201	1201	3.0	3.0
16 S08E106.hgt	105.9995833	107.0004167	-8.000416667	-6.999583333	1201	1201	3.0	3.0
17 S08E107.hgt	106.9995833	108.0004167	-8.000416667	-6.999583333	1201	1201	3.0	3.0
18 S08E108.hgt	107.9995833	109.0004167	-8.000416667	-6.999583333	1201	1201	3.0	3.0
19 S08E109.hgt	108.9995833	110.0004167	-8.000416667	-6.999583333	1201	1201	3.0	3.0
20 S08E110.hgt	109.9995833	111.0004167	-8.000416667	-6.999583333	1201	1201	3.0	3.0
21 S08E111.hgt	110.9995833	112.0004167	-8.000416667	-6.999583333	1201	1201	3.0	3.0
22 S08E112.hgt	111.9995833	113.0004167	-8.000416667	-6.999583333	1201	1201	3.0	3.0

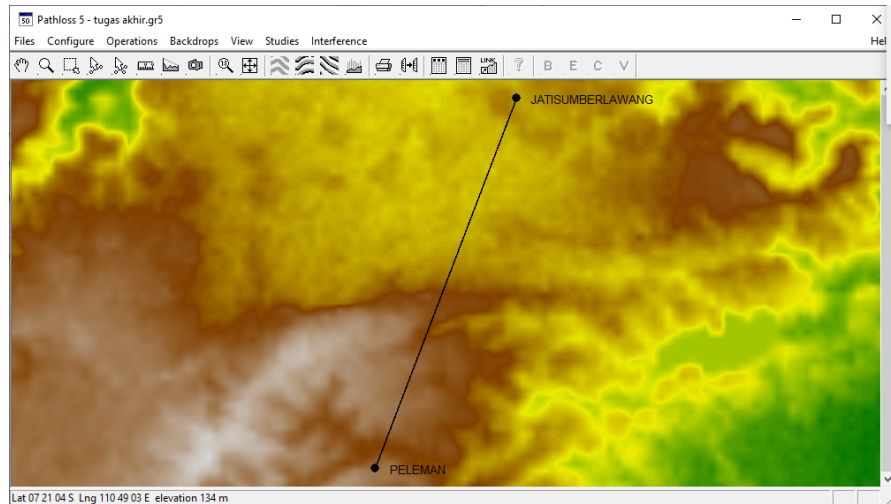
Gambar 3.6 File Index SRTM

Dalam perancangan *link Microwave* dibutuhkan sebuah *site*, dimana membutuhkan data lokasi berupa *site name*, *latitude*, *longitude*, *elevation*, serta *tower height*.

	Site name	Latitude	Longitude	Call sign	Station code	Elevation (m)	Tower height (m)	Tower type	Site type	Site status	Base station	Show local study
1	PELEMAN	7 23 40.92 S	110 51 32.40			146.1	0.0	unknown	not defined	not specified	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	JATISUMBER	7 21 09.14 S	110 52 30.68			116.8	0.0	unknown	not defined	not specified	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3								unknown	not defined	not specified	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

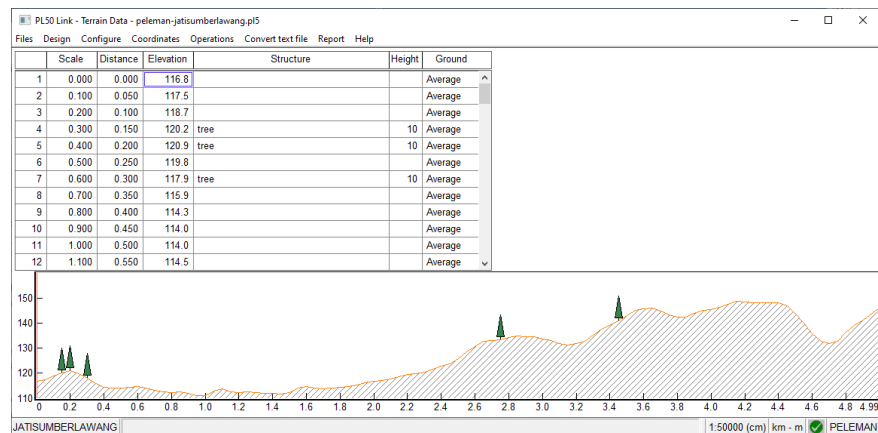
Gambar 3.7 Site List

Setelah *site list* terisi maka *link point to point* antara *site* Jatisumberlawang dan *site* Peleman akan ditampilkan di *software Pathloss 5.0*.



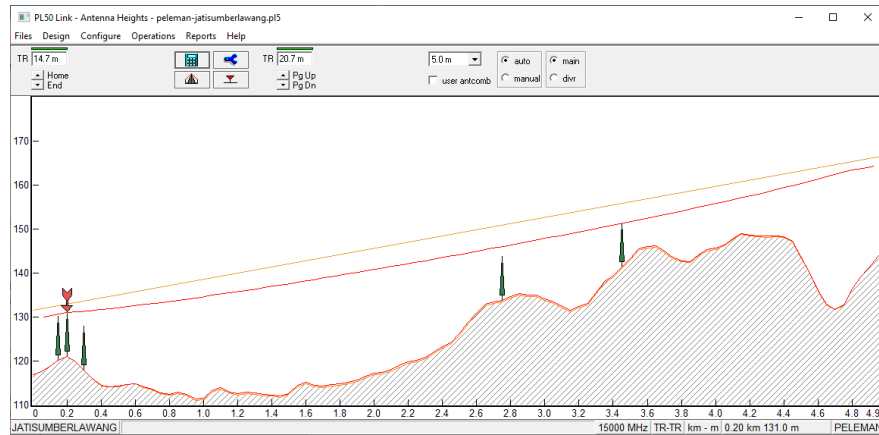
Gambar 3.8 *Link Site* Jatisumberlawang-Peleman

Pada bagian *terrain data* berisikan informasi kontur tanah dan juga *obstacle* (penghalang) dari lintasan transmi kedua *site*, dimana lintasan transmisi dari *site* Jatisumberlawang dan *site* Peleman pada bentang 4.99 km sebagian besar merupakan sawah dan juga rumah warga ditambah beberapa pohon yang tidak cukup tinggi.



Gambar 3.9 *Terrain Data*

Untuk pengaturan tinggi antena dapat dilakukan perhitungan secara otomatis pada konfigurasi *software Pathloss 5.0* yang bisa dilakukan sesuai dengan *terrain data* yang telah dimasukkan.



Gambar 3.10 *Antenna Height*

Selanjutnya dilakukan pengaturan frekuensi pada bagian *path profile*. Dimana frekuensi yang digunakan untuk transmisi *microwave site* Jatisumberlawang – Peleman yaitu 15000 Mhz dengan *Path Length* 4.99 km. untuk nilai pengaturan lain yang terdapat pada gambar 3.9 dapat dihitung secara otomatis di *software Pathloss 5.0*

Path Profile Data (Vigants - Barnett)	
Frequency (MHz)	15000.00
Polarization	Vertical
Path length (km)	4.99
Field margin (dB)	
Diffraction loss (dB)	
Fade occurrence factor (Po)	7.37E-003
Path center latitude	07 22 25.03 S
Path center longitude	110 52 01.54 E
Climatic factor	2.00
Terrain roughness (m)	6.10
C factor	6.58
Average annual temperature (°C)	10.00

Gambar 3.11 Pengaturan Frekuensi

Dalam perancangan transmisi antara *site* Jatisumberlawang-Peleman masing-masing menggunakan Antena yang sama yaitu T5507301 yang memiliki spesifikasi diameter 0.3 meter dan *antenna gain* 32.1 dBi dimana antena tersebut bekerja pada frekuensi 15000 Mhz.

Antennas TR - TR		
	JATISUMBERLAWANG	PELEMAN
Antenna model	T5507301	T5507301
Antenna diameter (m)	0.30	0.30
Antenna height (m)	14.86	27.96
Antenna gain (dBi)	32.10	32.10
Radome loss (dB)		
Antenna code	t5507301_15g1s	t5507301_15g1s
Antenna 3 dB beamwidth H (°)	3.90	3.90
Antenna 3 dB beamwidth E (°)	3.90	3.90
True azimuth (°)	22.95	202.95
Vertical angle (°)	0.43	-0.47
Antenna azimuth (°)		
Antenna downtilt (±°)		
Orientation loss (dB)	0.00	0.00

Gambar 3.12 Pengaturan *Antennas* TR-TR

Pengaturan kabel *feeder* dapat dilakukan pada *transmission line*. Pada perancangan transmisi antara *site* Jatisumberlawang-Peleman masing-masing menggunakan kabel *feeder* yang sama yaitu EWP132 dimana kabel tersebut bekerja pada frekuensi 15000 Mhz..

Transmission lines TR - TR (11.7 - 17.7 m)		
	JATISUMBERLAWANG	PELEMAN
TX line model	EWP132	EWP132
TX line length (m)	16.70	22.70
TX line unit loss (dB/100m)	15.62	15.62
TX line loss (dB)	2.61	3.55
Connector loss (dB)	2.00	2.00

Gambar 3.13 Pengaturan *Transmission Lines*

Pengaturan selanjutnya adalah *Microwave*. Perangkat *microwave* yang digunakan pada perancangan transmisi antara *site* Jatisumberlawang-Peleman masing-masing menggunakan perangkat *microwave* yang sama yaitu dimana *microwave* tersebut berjalan pada frekuensi 15000 MHz.

	JATISUMBERLAWANG	PELEMAN
Radio model	FibeAir 1556P 15GHz	FibeAir 1556P 15GHz
Emission designator	55M0D7W	55M0D7W
Radio code	fa15-1556p	fa15-1556p
TX power (watts)	0.10	0.10
TX power (dBm)	20.00	20.00
RX threshold criteria	2.3E-5 BER	2.3E-5 BER
RX threshold level (dBm)	-75.50	-75.50
Residual BER	1E-13 BER	1E-13 BER
Residual BER threshold (dBm)	-71.00	-71.00
Maximum receive signal (dBm)		
Signature delay (ns)		
Signature width (MHz)		
Signature depth min phase (dB)		
Signature depth nonmin phase (dB)		
Bits per block	19940	19940
Blocks per second	8000	8000
Alpha1	20	20
Alpha2	5	5
Alpha3	1	1

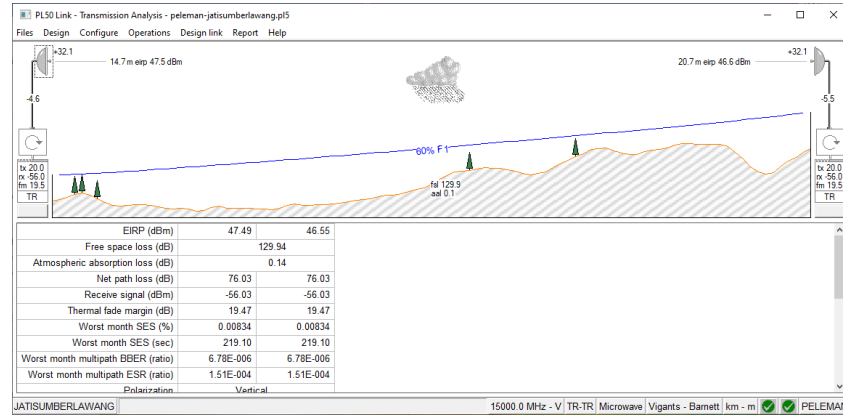
Gambar 3.14 Pengaturan *Microwave*

Pada pengatauran *Rain* ITU-R P530 yang mengatur tentang curah hujan dimana curah hujan di *site* Jatisumberlawang-Peleman menggunakan *database Rain* ITU *Region P* dengan nilai rata-hujan sebesar 98.25 mm/jam..

Rain - ITU-R P530	
Rain calculation	On
Path center latitude	07 22 25.03 S
Path center longitude	110 52 01.54 E
Frequency (MHz)	15000.00
Polarization	Vertical
Rain rate data source	ITU-R P.837-3 database
Rp 0.01% (mm/hr) - ITU837	98.25
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	5.008E-002
Beta	1.044

Gambar 3.15 Pengaturan *Rain* ITU-R P530

Simulasi perancangan transmisi antara *site* Jatisumberlawang Peleman berhasil setelah terdapat dua centang hijau di bagian bawah kanan aplikasi *Pathloss* 5.0. Gambar 3.16 menampilkan *transmission analysis* beserta parameter-parameternya.



Gambar 3.16 *Transmission Analysis*