**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

## **PARAMETER EKSPERIMEN**

Pada bab ini membahas hasil perancangan jaringan transmisi *microwave* dan perhitungan *link budget* berdasarkan simulasi menggunakan Software Pathloss 5.0. Analisa perancangan jaringan transmisi *microwave* ini menggunakan *double Back To Back Repeater* dan *Double Plane Reflector* yang mencakup hal-hal sebagai berikut :

1. Analisis Perancangan *Tanpa Passive Repeater.*
2. Analisis Perancangan Menggunakan *Double Back To Back Repeater*.
3. Analisis Perancangan Menggunakan *Double Plane Reflector*.
4. Analisis Perbandingan *Double Passive Repeater Back to Back* dan *Double Plane Reflector*

## **ANALISIS HASIL EKSPERIMEN**

### **Analisis Perancangan Tanpa *Passive Repeater***

Perancangan jaringan tanpa menggunakan *passive repeater* merupakan perancangan yang menghubungan antara *Site* Purbalingga menuju *Site* Pemalang. *Site* Purbalingga berada pada koordinat lintang selatan 7°22'40.69" S dan bujur timur 109°22'22.19" T. Sedangkan untuk *Site* Pemalang berada pada titik lintang selatan 6°54'50.50" S dan bujur timur 109°27'41.50" T. Jarak antara kedua *site* tersebut yaitu 52,24 km, sehingga frekuensi yang digunakan dalam perancangan yaitu 6 GHz. Dari jaringan transmisi yang dirancang tersebut tidak dalam kondisi LOS karena terhalang oleh sebuah *obstacle* berupa bukit. Untuk *path profile* dapat dilihat pada gambar 4.1. Sedangkan untuk *report* hasil perancangan tanpa *repeater* dapat dilihat pada tabel 4.1.



Gambar 4.1 Path Profile Site Purbalingga – Pemalang Tanpa Repeater

Dapat dilihat hasil simulasi pada tabel 4.1 bahwa nilai difraksi yang ada sangat besar yaitu 106.45 dB. Nilai difraksi ini disebabkan oleh sebuah *obstacle* yang menghalangi proses transmisi sinyal yang menyebabkan *negative thermal fade margin* sehingga nilai *availability* tidak muncul pada hasil simulasi.

Tabel 4.1 Report Simulasi Site Purbalingga – Site Pemalang Tanpa Repeater

| **Parameter** | **Purbalingga** | **Pemalang** |
| --- | --- | --- |
| Latitude | 07 22 40.69 S | 06 54 50.50 S |
| Longitude | 109 22 22.19 E | 109 27 41.50 E |
| True azimuth (°) | 10.82 | 190.81 |
| Vertical angle (°) | 2.79 | 1.47 |
| Elevation (m) | 47.69 | 11.97 |
| Antenna model | HSX15-59 (TR) | HSX15-59 (TR) |
| Antenna file name | 2450a | 2450a |
| Antenna gain (dBi) | 46.60 | 46.60 |
| Antenna height (m) | 70.00 | 50.00 |
| TX line model | EWP52 | EWP52 |
| TX line unit loss (dB/100 m) | 3.93 | 3.93 |
| TX line length (m) | 70.00 | 50.00 |
| TX line loss (dB) | 2.75 | 1.97 |
| Connector loss (dB) | 0.50 | 0.50 |
| Circulator branching loss (dB) | 3.00 | 3.00 |
| Frequency (MHz) | 6000.00 |
| Polarization | Vertical |
| Path length (km) | 52.24 |
| Free space loss (dB) | 142.39 |
| Atmospheric absorption loss (dB) | 0.44 |
| Diffraction loss (dB) | 106.45 |
| Net path loss (dB) | 167.80 | 167.80 |
| Radio model | MDR-4106E-A | MDR-4106E-A |
| Radio file name | 4106e-a | 4106e-a |
| TX power (dBm) | 31.00 | 31.00 |
| EIRP (dBm) | 71.35 | 72.13 |
| TX channel assignments | 1h 6182.415V | 1l 5930.375V |
| RX threshold criteria | 1E-6 BER | 1E-6 BER |
| RX threshold level (dBm) | -120.00 | -120.00 |
| Receive signal (dBm) | -136.80 | -136.80 |
| Thermal fade margin (dB) | -16.80 | -16.80 |
| Dispersive fade margin (dB) | 54.00 | 54.00 |
| Dispersive fade occurrence factor | 3.00 |
| Climatic factor | 2.00 |
| Terrain roughness (m) | 42.67 |
| C factor | 0.52 |
| Average annual temperature (°C) | 23.62 |
| Fade occurrence factor (Po) | 2,69E+02 |

Perancangan *link microwave* tersebut perlu adanya kesesuaian hasil simulasi menggunakan Pathloss dengan teori perhitungan *link budget* untuk mengantisipasi adanya rugi-rugi sehingga sistem tetap handal. Parameter yang dihitung antara lain:

* + - 1. *Gain Antenna*

 Jenis antena yang digunakan pada perancangan ini adalah ANDREW HSX15-59 dengan diameter 4,57 meter dan efisiensi 55%. Frekuensi kerja yang dipakai yaitu 6 GHz sehingga untuk *gain* antena diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.13.

.

.

.

.dBi

Berdasarkan hasil *report* Pathloss, *gain* antena yang digunakan yaitu 46,60 dBi. Nilai *gain* tersebut dipilih karena merupakan *gain* tertinggi berdasarkan *range* frekuensi kerja yang digunakan, sehingga dapat diperoleh penguatan yang maksimal. Sehingga selisih antara hasil perhitungan dan simulasi hanya sebesar 0,04 dBi, yang artinya hasil simulasi mendekati nilai perhitungan *link budget*.

* + - 1. *Free Space Loss*

*Free Space Loss* (FSL)merupakan redaman yang ada disepanjang ruang antara antena pemancar dan penerima. Nilai sendiri dipengaruhi oleh frekuensi kerja yang dipakai, yaitu 6 GHz dan jarak antara *Site* Purbalingga menuju Pemalang yaitu 52,24 km. Sehingga untuk mencari nilai FSL digunakan persamaan 2.14.

.

.

.

.dB

Dari hasil *report* simulasi Pathloss, nilai *free space loss* antara *site* Purbalingga – Pemalang diperoleh sebesar 142,39 dB sedangkan untuk hasil perhitungan sebesar 142,37 dB. Sehinggaa selisih antara hasil simulasi dan perhitungan yaitu 0,02 dB.

* + - 1. *Effective Isotropic Radiated Power*

*Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) merupakan nilai yang dipengaruhi oleh *power* atau daya pancar sinyal sebesar 31 dB, *gain* sebsar 46,56 dB dan nilai *transmission loss*. *Transmission loss* merupakan penjumlahan nilai *loss* yang terjadi pada sisi *transmitter* dan *receiver*. Nilai *transmitter loss* didapatkan dari penjumlahan *Branching Loss*, *Connector Loss* dan *Transmission Line Loss*. Sedangkan untuk sisi *receiver* juga sama, hanya saja ditambahkan dengan *Atmosphere Loss*. Perhitungan *Transmitter Lo*ss (LTX) dan *Receiver Loss* (LRX) dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.

Dari perhitungan nilai LTX, diperoleh nilai sebesar 6,25 dB, nilai tersebut merupakan *loss* yang ada pada sisi *transmitter* yaitu *Site* Purbalingga, sedangkan untuk perhitungan LRX dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.dB

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh nilai LRX sebesar 5,91 dB. Nilai *loss* tersebut merupakan nilai pada sisi penerima yaitu *Site* Pemalang. Dan untuk mencari nilai EIRP menggunakan Tx *Power* sebesar 31 dB, *gain* antena 46,56 dB dan *loss transmission* sebesar 6,25 dB. Sehingga nilai EIRP dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.16.

.

.

.]

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai EIRP yang diperoleh yaitu 71,35 dBm, sedangkan untuk nilai perhitungan diperoleh 71,31 dBm. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan sebesar 0,04 dBm.

* + - 1. *Isotropic Received Level*

*Isotropic Received Level* (IRL) merupakan nilai level daya *isotropic* yang diterima oleh stasiun penerima. Nilai ini dipengaruhi oleh rugi-rugi ruang bebas dan besarnya *diffraction loss* pada *link* tersebut. Besarnya nilai IRL dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.17 seperti dibawah ini.

.

.

.dB

* + - 1. *Received Signal Level*

Nilai *Received Signal Level* (RSL) level daya yang diterima oleh perangkat pengolah *decoding*. Besarnya nilai dari RSL ini dipengaruhi oleh nilai IRL, *gain* antena dan nilai *transmission loss*. nilai RSL dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.18.

.

.

.

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai RSL yang diperoleh yaitu sebesar -136,80 dBm sedangkan untuk hasil perhitungannya diperoleh -136,86 dBm sehingga selisih dari hasil simulasi dengan perhitungan yaitu sebesar 0,06 dBm.

* + - 1. *Fading Margin*

*Fading Margin* merupakan nilaicadangan daya untuk mempertahankan level sinyal yang diterima agar tetap berada diatas ambang daya terima (*threshold*). Nilai *fading margin* ini dipengaruhi oleh nilai RSL dan Rx *threshold*. Untuk mencari nilai *fading margin* digunakan persamaan 2.19 seperti dibawah ini.

.

.

.

Berdasarkan hasil simulasi Pathloss, nilai *fading margin*  yang diperoleh yaitu sebesar -16,80 dB sedangkan untuk perhitungan diperoleh nilai sebesar -16,86 dB. Sehingga untuk selisih antara hasil simulasi dan perhitungan yaitu sebesar 0,06 dB.

* + - 1. *Unavailability*

*Unavailability* merupakan kegagalan sistem dalam mengirimkan sinyal. Nilai *unavailability* ini dipengaruhi oleh faktor kekerasasan bumi, faktor iklim, frekuensi, jarak antara kedua *site* dan cadangan daya. Nilai *unavailability* yang diperoleh maksimal yaitu 100*%*, hal tersebut dikarenakan kondisi perancangan yang *Non Line of Sight* (NLOS).

* + - 1. *Availability*

Pada perancangan jaringan dari Purbalingga menuju Pemalang ini dalam kondisi Non LOS, karena terdapat sebuah *obstacle* yang menghalangi proses transmisi. Sehingga nilai *availability* dari perancangan tersebut bernilai 0%. Dari hasil simulasi menggunakan Pathloss 5.0, nilai *availability* juga tidak muncul karena adanya nilai *diffraction loss* sebesar 106,45 dB. Oleh sebab itu dalam perancangan ini perlu ditambahkan adanya *repeater* agar perancangan dalam kondisi *Line of Sight*.

### **Analisis Perancangan *Site* Purbalingga – *Repeater Back to Back* 1**

Langkah awal perancangan menggunakan *Double Back To Back Repeater* adalah dengan membuat *link* dari Purbalingga menuju *Site* *Repeater* 1. Berikut ini merupakan *path profile* dari hasil simulasi *link* tersebut pada gambar 4.



Gambar 4.2 Path Profile dari Site Purbalingga – Repeater 1

Berdasarkan *path profile* diatas, *link microwave* tersebut dalam *kondisi Line of Sight* (LOS) sehingga kemungkinan sinyal yang dikirim akan diterima dengan baik. Jarak dari kedua *site* tersebut yaitu 16,77 km. Untuk melihat semua parameter atau hasil konfigurasi dari *link microwave* tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2 yang merupakan hasil dari simulasi Pathloss 5.0.

Tabel 4.2 Hasil Report Simulasi Site Purbalingga – Repeater 1

| **Parameter** | **Purbalingga** | **Repeater 1** |
| --- | --- | --- |
| Latitude | 07 22 40.69 S | 07 13 45.82 S |
| Longitude | 109 22 22.19 E | 109 24 08.05 E |
| True azimuth (°) | 11.18 | 191.18 |
| Vertical angle (°) | 2.85 | -2.96 |
| Elevation (m) | 47.69 | 957.11 |
| Antenna model | HSX15-59 (TR) | HSX15-59 (TR) |
| Antenna file name | 2450a | 2450a |
| Antenna gain (dBi) | 46.60 | 46.60 |
| Antenna height (m) | 70.00 | 10.00 |
| TX line model | EWP52 | EWP52 |
| TX line unit loss (dB/100 m) | 3.93 | 3.93 |
| TX line length (m) | 70.00 | 10.00 |
| TX line loss (dB) | 2.75 | 0.39 |
| Connector loss (dB) | 0.50 | 0.50 |
| Circulator branching loss (dB) | 3.00 | 3.00 |
| Frequency (MHz) | 6000.00 |
| Polarization | Vertical |
| Path length (km) | 16.77 |
| Free space loss (dB) | 132.52 |
| Atmospheric absorption loss (dB) | 0.14 |
| Net path loss (dB) | 49.61 | 49.61 |
| Radio model | MDR-4106E-A | MDR-4106E-A |
| Radio file name | 4106e-a | 4106e-a |
| TX power (dBm) | 31.00 | 31.00 |
| EIRP (dBm) | 71.35 | 73.71 |
| TX channel assignments | 1h 6182.415V | 1l 5930.375V |
| RX threshold criteria | 1E-6 BER | 1E-6 BER |
| RX threshold level (dBm) | -120.00 | -120.00 |
| Receive signal (dBm) | -18.61 | -18.61 |
| Thermal fade margin (dB) | 101.39 | 101.39 |
| Dispersive fade margin (dB) | 54.00 | 54.00 |
| Dispersive fade occurrence factor | 3.00 |
| Effective fade margin (dB) | 49.23 | 49.23 |
| Climatic factor | 2.00 |
| Terrain roughness (m) | 42.67 |
| C factor | 0.52 |
| Average annual temperature (°C) | 23.09 |
| Fade occurrence factor (Po) | 8,91E+00 |
| Worst month multipath availability (%) | 99.99999 | 99.99999 |
| Worst month multipath unavailability (sec) | 0.28 | 0.28 |
| Annual multipath availability (%) | 100.00000 | 100.00000 |
| Annual multipath unavailability (sec) | 1.23 | 1.23 |
| Annual 2 way multipath availability (%) | 99.99999 |
| Annual 2 way multipath unavailability (sec) | 2.47 |

 Pada perancangan *link microwave* Purbalingga – *Repeater* 1 perlu adanya kesesuaian hasil simulasi antara *report* software Pathloss 5.0 dengan teori perhitungan *link budget* untuk mengantisipasi adanya rugi-rugi sehingga sistem tetap handal. Parameter yang dihitung antara lain :

* + 1. *Gain Antenna*

 Jenis antena yang digunakan pada perancangan Purbalingga – *Repeater* 1 ini adalah ANDREW HSX15-59 dengan diameter antena 4,57 meter dan efisiensi 55%. Frekuensi kerja yang dipakai yaitu 6 GHz sehingga untuk *gain* antena diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.13.

.

.

−

.dBi

Berdasarkan hasil *report* Pathloss 5.0, *gain* antena yang digunakan yaitu 46,60 dBi. Nilai *gain* tersebut dipilih karena merupakan *gain* tertinggi berdasarkan *range* frekuensi kerja yang digunakan, sehingga dapat diperoleh penguatan yang maksimal. Sehingga selisih antara hasil perhitungan dan simulasi hanya sebesar 0,04 dBi, yang artinya hasil simulasi mendekati nilai perhitungan *link budget*.

* + 1. *Free Space Loss*

*Free Space Loss* (FSL)merupakan redaman yang ada disepanjang ruang antara antena pemancar dan penerima. Nilai sendiri dipengaruhi oleh frekuensi kerja yang dipakai, yaitu 6 GHz dan jarak antara *Site* Purbalingga – *Repeater* 1 yaitu 16,77 km. Sehingga untuk mencari nilai FSL digunakan persamaan 2.14.

.

.

.

.

Dari hasil *report* simulasi Pathloss 5.0, nilai *free space loss* antara *Site* Purbalingga – *Repeater* 1 sebesar 132,52 dB sedangkan untuk hasil perhitungan sebesar 132,50 dB. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan sebesar 0,03 dB.

* + 1. *Effective Isotropic Radiated Power*

*Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) merupakan nilai yang dipengaruhi oleh *power* atau daya pancar sinyal sebesar 31 dBm, *gain* sebsar 46,56 dBm dan nilai *transmission loss*. *Transmission loss* merupakan penjumlahan nilai *loss* yang terjadi pada sisi *transmitter* dan *receiver*. Nilai *transmitter loss* didapatkan dari penjumlahan *Branching Loss*, *Connector Loss* dan *Transmission Line Loss*. Sedangkan untuk sisi *receiver* juga sama, hanya saja ditambahkan dengan *Atmosphere Loss*. Perhitungan *Transmitter Lo*ss (LTX) dan *Receiver Loss* (LRX) dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.

Dari perhitungan nilai LTX, diperoleh nilai sebesar 6,25 dB, nilai tersebut merupakan *loss* yang ada pada sisi *transmitter* yaitu *Site* Purbalingga, sedangkan untuk perhitungan LRX dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh nilai LRX sebesar 4,62 dB. Nilai *loss* tersebut merupakan nilai pada sisi penerima yaitu *Site* Pemalang. Dan untuk mencari nilai EIRP menggunakan Tx *Power* sebesar 31 dB, gain antena 46,56 dB dan *loss transmission* sebesar 6,25 dB. Sehingga nilai EIRP pada *Site* Purbalingga dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.16.

.

.

.]

Sedangkan untuk nilai EIRP pada *site* *Repeater* 1 diperoleh juga dengan menggunakan persamaan 2.16.

.

.

.]

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai EIRP yang diperoleh pada *Site* Purbalingga yaitu 71,35 dBm , sedangkan untuk nilai perhitungan diperoleh 71,31 dBm sehingga selisih antara keduanya 0,04 dBm. Untuk nilai EIRP pada *Site Repeater* 1 yaitu 73,71 dBm dan hasil perhitungan diperoleh nilai sebesar 73,75 dBm. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan sebesar 0,04 dBm.

* + 1. *Isotropic Received Level*

*Isotropic Received Level* (IRL) merupakan nilai level daya isotropic yang diterima oleh stasiun penerima. Nilai ini dipengaruhi oleh rugi-rugi ruang bebas pada *link* tersebut. Besarnya nilai IRL pada *Site* Purblingga dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.17 seperti dibawah ini.

.

.

.dB

* + 1. *Received Signal Level*

Nilai *Received Signal Level* (RSL) level daya yang diterima oleh perangkat pengolah *decoding*. Besarnya nilai dari RSL ini dipengaruhi oleh nilai IRL, *gain* antena dan nilai *transmission loss*. nilai RSL dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.18.

.

.

.

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai RSL yang diperoleh yaitu sebesar -18,61 dBm sedangkan untuk hasil perhitungannya diperoleh -18,66 dBm sehingga selisih dari hasil simulasi dengan perhitungan yaitu sebesar 0,05 dBm.

* + 1. *Fading Margin*

*Fading Margin* merupakan nilaicadangan daya untuk mempertahankan level sinyal yang diterima agar tetap berada diatas ambang daya terima (*threshold*). Nilai *fading margin* ini dipengaruhi oleh nilai RSL dan Rx *threshold*. Untuk mencari nilai *fading margin* digunakan persamaan 2.19 seperti dibawah ini.

.

.

.

Berdasarkan hasil simulasi *Pathloss*, nilai *fade margin* yang diperoleh yaitu sebesar 101,39 dB sedangkan untuk perhitungan diperoleh nilai sebesar 101,34 dB. Sehingga untuk selisih antara hasil simulasi dan perhitungan yaitu sebesar 0,05 dB.

* + 1. *Unavailability* dan *Availability*

*Unavailability* merupakan kegagalan sistem dalam mengirimkan sinyal. nilai *unavailability* ini dipengaruhi oleh faktor kekerasasan bumi, faktor iklim, frekuensi, jarak antara kedua *site* dan cadangan daya. Nilai dari *unavailability* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.20.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan *link budget*, nilai ketidakhandalan sistem yaitu 5,4128-14 yang artinya ketidakhandalan sistem kurang dari 1, sehingga nilai *availability* pada perancangan ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.21.

.

.

.

Berdasarkan hasil perhitungan *link budget* nilai *availability* yaitu 99,99999 % yang artinya kehandalan sistem tersebut baik dan sesuai dengan hasil simulasi.

### **Analisis Perancangan *Site Repeater Back to Back* 1 – Re*peater Back To Back* 2**

Langkah kedua dalam perancangan menggunakan dou*ble Back To Back Repeater* adalah dengan membuat *link* dari *Repeater* 1 menuju *Repeater* 2. Pada gambar 4.3 merupakan gambar dari *path profile* dari *site* tersebut.



Gambar 4.3 Path Profile dari Site Repeater 1 – Repeater 2

Berdasarkan *path profile* diatas, *link microwave* tersebut dalam kondisi *Line of Sight* (LOS) sehingga memenuhi syarat untuk pengiriman sinyal. Jarak antara kedua *site* tersebut 3,24 km. Untuk melihat hasil konfigurasi dari *link* tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3 yang merupakan hasil simulasi menggunakan Pathloss 5.0.

Tabel 4.3 Report Simulasi Site Repeater 1 – Repeater 2

| **Parameter** | **Repeater 1** | **Repeater 2** |
| --- | --- | --- |
| Latitude | 07 13 45.82 S | 07 12 01.61 S |
| Longitude | 109 24 08.05 E | 109 24 24.82 E |
| True azimuth (°) | 9.13 | 189.13 |
| Vertical angle (°) | -0.24 | 0.22 |
| Elevation (m) | 957.11 | 943.89 |
| Tower height (m) | 12.00 | 12.00 |
| Antenna model | HSX15-59 (TR) | HSX15-59 (TR) |
| Antenna file name | 2450a | 2450a |
| Antenna gain (dBi) | 46.60 | 46.60 |
| Antenna height (m) | 10.00 | 10.00 |
| TX line model | EWP52 | EWP52 |
| TX line unit loss (dB/100 m) | 73.90 | 73.90 |
| TX line length (m) | 10.00 | 10.00 |
| TX line loss (dB) | 7.39 | 7.39 |
| Connector loss (dB) | 3.00 | 3.00 |
| Circulator branching loss (dB) | 3.00 | 3.00 |
| Frequency (MHz) | 6000.00 |
| Polarization | Vertical |
| Path length (km) | 3.24 |
| Free space loss (dB) | 118.25 |
| Atmospheric absorption loss (dB) | 0.03 |
| Net path loss (dB) | 51.86 | 51.86 |
| Radio model | MDR-4106E-A | MDR-4106E-A |
| Radio file name | 4106e-a | 4106e-a |
| TX power (dBm) | 31.00 | 31.00 |
| EIRP (dBm) | 64.21 | 64.21 |
| TX channel assignments | 1h 6182.415V | 1l 5930.375V |
| RX threshold criteria | 1E-6 BER | 1E-6 BER |
| RX threshold level (dBm) | -120.00 | -120.00 |
| Receive signal (dBm) | -20.86 | -20.86 |
| Thermal fade margin (dB) | 99.14 | 99.14 |
| Dispersive fade margin (dB) | 54.00 | 54.00 |
| Dispersive fade occurrence factor | 3.00 |
| Effective fade margin (dB) | 49.23 | 49.23 |
| Climatic factor | 2.00 |
| Terrain roughness (m) | 32.01 |
| C factor | 0.76 |
| Average annual temperature (°C) | 23.39 |
| Fade occurrence factor (Po) | 9,35E-02 |
| Worst month multipath availability (%) | 100.000 | 100.000 |
| Worst month multipath unavailability (sec) | 0.00 |
| Annual multipath availability (%) | 100.000 | 100.000 |
| Annual multipath unavailability (sec) | 0.01 |
| Annual 2 way multipath availability (%) | 100.000 |

Pada perancangan *link microwave Repeater* 1 menuju *Repeater* 2 perlu adanya kesesuaian antara hasil simulasi software Pathloss 5 dengan teori perhitungan *link budget*. Parameter yang dihitung antara lain :

1. *Gain Antenna*

 Jenis antena yang digunakan pada perancangan *Repeater* 1 – *Repeater* 2 masih sama seperti perancangan sebelumnya, yaitu ANDREW HSX15-59 dengan diameter antena 4,57 meter dan efisiensi 55%. Frekuensi kerja yang dipakai yaitu 6 GHz sehingga untuk *gain* antena diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.13.

.

.

−

.dBi

Berdasarkan hasil *report* Pathloss, *gain* antena yang digunakan yaitu 46,60 dBi. Nilai *gain* tersebut dipilih karena merupakan *gain* tertinggi berdasarkan *range* frekuensi kerja yang digunakan, sehingga dapat diperoleh penguatan yang maksimal. Sehingga selisih antara hasil perhitungan dan simulasi hanya sebesar 0,04 dBi, yang artinya hasil simulasi mendekati nilai perhitungan *link budget*.

1. *Free Space Loss*

*Free Space Loss* (FSL)merupakan redaman yang ada disepanjang ruang antara antena pemancar dan penerima. Nilai sendiri dipengaruhi oleh frekuensi kerja yang dipakai, yaitu 6 GHz dan jarak antara *Repeater* 1 menuju *Repeater* 2 yaitu 3,24 km. Sehingga untuk mencari nilai FSL digunakan persamaan 2.14.

.

.

.

.

Dari hasil *report* simulasi Pathloss, nilai *free space loss* antara *site* *Repeater* 1 – *Repeater* 2 yaitu sebesar 118,25 dB sedangkan untuk hasil perhitungan sebesar 118,22 dB. Sehinggaa selisih antara hasil simulasi dan perhitungan yaitu 0,03 dB.

1. *Effective Isotropic Radiated Power*

*Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) merupakan nilai yang dipengaruhi oleh *power* atau daya pancar sinyal sebesar 26 dB, *gain* sebesar 46,56 dB dan nilai *transmission loss*. *Transmission loss* merupakan penjumlahan nilai *loss* yang terjadi pada sisi *transmitter* dan *receiver*. Nilai *transmitter loss* didapatkan dari penjumlahan *Branching Loss*, *Connector Loss* dan *Transmission Line Loss*. Sedangkan untuk sisi *receiver* juga sama, hanya saja ditambahkan dengan *Atmosphere Loss*. Perhitungan *Transmitter Lo*ss (LTX) dan *Receiver Loss* (LRX) dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.

Dari perhitungan nilai LTX, diperoleh nilai sebesar 3,89 dB, nilai tersebut merupakan loss yang ada pada sisi *transmitter* yaitu *Site Repeater* 1, sedangkan untuk perhitungan LRX dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh nilai LRX sebesar 3,92 dB. Nilai *loss* tersebut merupakan nilai pada sisi penerima yaitu *Site* *Repeater* 2. Dan untuk mencari nilai EIRP menggunakan Tx *Power* sebesar 31 dB, *gain* antena 46,56 dB dan *loss transmission* sebesar 3,89 dB. Sehingga nilai EIRP dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.16.

.

.

.]

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai EIRP yang diperoleh yaitu 73,71 dBm, sedangkan untuk nilai perhitungan diperoleh 73,67 dBm. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan sebesar 0,04 dBm.

1. *Isotropic Received Level*

*Isotropic Received Level* (IRL) merupakan nilai level daya *isotropic* yang diterima oleh stasiun penerima. Nilai ini dipengaruhi oleh rugi-rugi ruang bebas pada *link* tersebut. Besarnya nilai IRL dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.17 seperti dibawah ini.

.

.

.dB

1. *Received Signal Level*

Nilai *Received Signal Level* (RSL) level daya yang diterima oleh perangkat pengolah *decoding*. Besarnya nilai dari RSL ini dipengaruhi oleh nilai IRL, *gain* antena dan nilai *transmission loss*. Nilai RSL dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.18.

.

.

.

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai RSL yang diperoleh yaitu sebesar -1,86 dBm sedangkan untuk hasil perhitungannya diperoleh –1,91 dBm, sehingga selisih dari hasil simulasi dengan perhitungan yaitu sebesar 0,05 dBm.

1. *Fading Margin*

*Fading Margin* merupakan nilaicadangan daya untuk mempertahanan level sinyal yang diterima agar tetap berada diatas ambang daya terima (*threshold*). Nilai *fading margin* ini dipengaruhi oleh nilai RSL dan Rx *threshold*. Untuk mencari nilai *fading margin* digunakan persamaan 2.19 seperti dibawah ini.

.

.

.

Berdasarkan hasil simulasi pathloss, nilai *fading margin* yang diperoleh yaitu sebesar 118,14 dB sedangkan untuk perhitungan diperoleh nilai sebesar 118,09 dB. Sehingga untuk selisih antara hasil simulasi dan perhitungan yaitu sebesar 0,05 dB.

1. *Unavailability* dan *Availability*

*Unavailability* merupakan kegagalan sistem dalam mengirimkan sinyal. nilai *unavailability* ini dipengaruhi oleh faktor kekerasasan bumi, faktor iklim, frekuensi, jarak antara kedua *site* dan cadangan daya. Nilai dari *unavailability* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.20.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan *link budget*, nilai ketidakhandalan sistem yaitu 4,95 x 10-17 yang artinya ketidakhandalan sistem kurang dari 1, sehingga nilai *availability* pada perancangan ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.21.

.

.

.

Berdasarkan hasil perhitungan *link budget* nilai *availability* yaitu 99,99999% yang artinya kehandalan sistem tersebut bagus dan mampu mentransmisikan sinyal dengan baik.

### **Analisis Perancangan Site *Repeater Back to Back* 2 – *Site* Pemalang**

Langkah selanjutnya adalah melakukan perancangan *link microwave* pada site *Repeater* 2 menuju *Site* Pemalang. Pada gambar 4.4 merupakan tampilan *path profile* dari hasil simulasi *site* tersebut.



Gambar 4.4 Path Profile dari Site Repeater 2 – Site Pemalang

Berdasarkan *path profile* pada gambar 4.4, *link* tersebut dalam kondisi *Line of Sight* (LOS) sehingga sinyal yang akan dipancarkan dari *transmitter* menuju *receiver* dapat diterima dengan baik. Jarak antara kedua site tesebut yaitu 32,25 km. Untuk melihat semua parameter atau hasil konfigurasi dari *link microwave* dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Report Simulasi Site Repeater 2 – Site Pemalang

| **Parameter** | **Repeater 2** | **Pemalang** |
| --- | --- | --- |
| Latitude | 07 12 01.61 S | 06 54 50.50 S |
| Longitude | 109 24 24.82 E | 109 27 41.50 E |
| True azimuth (°) | 10.79 | 190.79 |
| Vertical angle (°) | -1.69 | 1.48 |
| Elevation (m) | 943.89 | 11.97 |
| Tower height (m) | 12.00 | 12.00 |
| Antenna model | HSX15-59 (TR) | HSX15-59 (TR) |
| Antenna file name | 2450a | 2450a |
| Antenna gain (dBi) | 46.60 | 46.60 |
| Antenna height (m) | 10.00 | 50.00 |
| TX line model | EWP52 | EWP52 |
| TX line unit loss (dB/100 m) | 3.93 | 3.93 |
| TX line length (m) | 10.00 | 50.00 |
| TX line loss (dB) | 0.39 | 1.97 |
| Connector loss (dB) | 0.50 | 0.50 |
| Circulator branching loss (dB) | 3.00 | 3.00 |
| Frequency (MHz) | 6000.00 |
| Polarization | Vertical |
| Path length (km) | 32.26 |
| Free space loss (dB) | 138.20 |
| Atmospheric absorption loss (dB) | 0.27 |
| Net path loss (dB) | 54.64 | 54.64 |
| Radio model | MDR-4106E-A | MDR-4106E-A |
| Radio file name | 4106e-a | 4106e-a |
| TX power (dBm) | 31.00 | 31.00 |
| EIRP (dBm) | 73.71 | 72.13 |
| TX channel assignments | 1h 6182.415V | 1l 5930.375V |
| RX threshold criteria | 1E-6 BER | 1E-6 BER |
| RX threshold level (dBm) | -120.00 | -120.00 |
| Receive signal (dBm) | -23.64 | -23.64 |
| Thermal fade margin (dB) | 96.36 | 96.36 |
| Dispersive fade margin (dB) | 54.00 | 54.00 |
| Dispersive fade occurrence factor | 3.00 |
| Effective fade margin (dB) | 49.23 | 49.23 |
| Climatic factor | 2.00 |
| Terrain roughness (m) | 42.67 |
| C factor | 0.52 |
| Average annual temperature (°C) | 23.92 |
| Fade occurrence factor (Po) | 6,34E+01 |
| Worst month multipath availability (%) | 99.9992 | 99.9992 |
| Worst month multipath unavailability (sec) | 1.99 | 1.99 |
| Annual multipath availability (%) | 99.9997 | 99.9997 |
| Annual multipath unavailability (sec) | 8.95 | 8.95 |
| Annual 2 way multipath availability (%) | 99.99994 |
| Annual 2 way multipath unavailability (sec) | 17.90 |

Pada perancangan *link microwave Repeater* 2 – Pemalang perlu adanya kesesuaian antara hasil simulasi software Pathloss 5 dengan teori perhitungan *link budget* untuk mengantisipasi adanya rugi-rugi sehingga sistem tetap handal. Parameter yang dihitung antara lain :

* + 1. *Gain Antenna*

 Jenis antena yang digunakan pada perancangan *Repeater* 1 – Purbalingga ini adalah ANDREW HSX15-59 dengan diameter antena 4,57 meter dan efisiensi 55%. Frekuensi kerja yang dipakai yaitu 6 GHz sehingga untuk gain antena diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.13.

.

.

−

.dBi

Berdasarkan hasil *report* Pathloss, *gain* antena yang digunakan yaitu 46,60 dBi. Nilai *gain* tersebut dipilih karena merupakan gain tertinggi berdasarkan *range* frekuensi kerja yang digunakan, sehingga dapat diperoleh penguatan yang maksimal. Sehingga selisih antara hasil perhitungan dan simulasi hanya sebesar 0,04 dBi, yang artinya hasil simulasi mendekati nilai perhitungan *link budget*.

* 1. *Free Space Loss*

F*ree Space Loss* (FSL)merupakan redaman yang ada disepanjang ruang antara antena pemancar dan penerima. Nilai sendiri dipengaruhi oleh frekuensi kerja yang dipakai, yaitu 6 GHz dan jarak antara *Repeater* 2 – Pemalang yaitu 32,26 km. Sehingga untuk mencari nilai FSL digunakan persamaan 2.14.

.

.

.

.

Dari hasil *report* simulasi Pathloss, nilai *free space loss* antara site Repeater 2 yaitu sebesar 138,20 dB sedangkan untuk hasil perhitungan sebesar 138,18 dB dB. Sehinggaa selisih antara hasil simulasi dan perhitungan yaitu 0,02 dB.

* 1. *Effective Isotropic Radiated Power*

*Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) merupakan nilai yang dipengaruhi oleh *power* atau daya pancar sinyal sebesar 31 dBm, *gain* sebsar 46,56 dB dan nilai *transmission loss*. *Transmission loss* merupakan penjumlahan nilai *loss* yang terjadi pada sisi *transmitter* dan *receiver*. Nilai *transmitter loss* didapatkan dari penjumlahan *Branching Loss*, *Connector Loss* dan *Transmission Line Loss*. Sedangkan untuk sisi *receiver* juga sama, hanya saja ditambahkan dengan *Atmosphere Loss*. Perhitungan *Transmitter Lo*ss (LTX) dan *Receiver Loss* (LRX) dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.

Dari perhitungan nilai LTX, diperoleh nilai sebesar 3,89 dB, nilai tersebut merupakan loss yang ada pada sisi *transmitter* yaitu *Site* *Repeater* 2, sedangkan untuk perhitungan LRX dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh nilai LRX sebesar 5,74 dB. Nilai *loss* tersebut merupakan nilai pada sisi penerima yaitu *site* Pemalang. Dan untuk mencari nilai EIRP menggunakan Tx *Power* sebesar 31 dB, gain antena 46,56 dB dan loss *transmission sebesar* 3,89 dB. Sehingga nilai EIRP dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.16.

.

.

.]

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai EIRP yang diperoleh yaitu 73,71 dBm, sedangkan untuk nilai perhitungan diperoleh 73,67 dBm. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan sebesar 0,04 dBm.

* 1. *Isotropic Received Level*

*Isotropic Received Level* (IRL) merupakan nilai level daya *isotropic* yang diterima oleh stasiun penerima. Nilai ini dipengaruhi oleh rugi-rugi ruang bebas pada link tersebut. Besarnya nilai IRL dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.17 seperti dibawah ini.

.

.

.dB

* 1. *Received Signal Level*

Nilai *Received Signal Level* (RSL) level daya yang diterima oleh perangkat pengolah *decoding*. Besarnya nilai dari RSL ini dipengaruhi oleh nilai IRL, *gain* antena dan nilai *transmission loss*. nilai RSL dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.18.

.

.

.

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai RSL yang diperoleh yaitu sebesar -23,64 dBm sedangkan untuk hasil perhitungannya diperoleh -23,69 dBm sehingga selisih dari hasil simulasi dengan perhitungan yaitu sebesar 0,05 dBm.

* 1. *Fading Margin*

*Fading Margin* merupakan nilaicadangan daya untuk mempertahanan level sinyal yang diterima agar tetap berada diatas ambang daya terima (*threshold*). Nilai *fading margin* ini dipengaruhi oleh nilai RSL dan Rx *threshold*. Untuk mencari nilai *fading margin* digunakan persamaan 2.19 seperti dibawah ini.

.

.

.

Berdasarkan hasil simulasi Pathloss, nilai *fading margin* yang diperoleh yaitu sebesar 96,36 dB sedangkan untuk perhitungan diperoleh nilai sebesar -96,31 dB. Sehingga untuk selisih antara hasil simulasi dan perhitungan yaitu sebesar 0,05 dB.

* 1. *Unavailability* dan *Availability*

*Unavailability* merupakan kegagalan sistem dalam mengirimkan sinyal. nilai *unavailability* ini dipengaruhi oleh faktor kekerasasan bumi, faktor iklim, frekuensi, jarak antara kedua *site* dan cadangan daya. Nilai dari *unavailability* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.20.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan *link budget*, nilai ketidakhandalan sistem yaitu 7,3615x10-12 yang artinya ketidakhandalan sistem kurang dari 1, sehingga nilai *availability* pada perancangan ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.21.

.

.

.

Berdasarkan hasil perhitungan *link budget* nilai *availability* yaitu 99,99999 % yang artinya kehandalan sistem tersebut baik dan sesuai dengan hasil simulasi.

### **Analisis Hasil Perancangan Menggunakan *Double Back to Back Repeater***

Langkah terakhir dari perancangan dengan menggunakan *Double Back To Back Repeater* ini adalah menggabungkan hasil simulasi dari *Site* Purbalingga menuju *Repeater* 1, *Repeater* 1 menuju *Repeater* 2 dan *Repeater* 2 menuju *Site* Pemalang. untuk *path profile* dari perancangan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Path Profile dari Double Back to Back Repeater

Pada gambar 4.5 diatas dapat dilihat bahwa penambahan *double back to to back* tersebut dapat mengatasi kondisi yang sebelumnya Non-LOS. Untuk hasil *report* simulasi dari perancangan *double back to back* tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Report Simulasi menggunakan Double Back To Bak Repeater

| **Parameter** | **Purbalingga** | **Pemalang** |
| --- | --- | --- |
| Latitude | 07 22 40.69 S | 06 54 50.50 S |
| Longitude | 109 22 22.19 E | 109 27 41.50 E |
| True azimuth (°) | 11.18 | 190.79 |
| Vertical angle (°) | 2.85 | 1.48 |
| Elevation (m) | 47.69 | 11.97 |
| Antenna model | HSX15-59 (TR) | HSX15-59 (TR) |
| Antenna file name | 2450a | 2450a |
| Antenna gain (dBi) | 46.60 | 46.60 |
| Antenna height (m) | 70.00 | 50.00 |
| TX line model | EWP52 | EWP52 |
| TX line unit loss (dB/100 m) | 3.93 | 3.93 |
| TX line length (m) | 70.00 | 50.00 |
| TX line loss (dB) | 2.75 | 1.97 |
| Connector loss (dB) | 0.50 | 0.50 |
| Circulator branching loss (dB) | 3.00 | 3.00 |
| Frequency (MHz) | 6000.00 |
| Polarization | Vertical |
| Path length (km) | 52.27 |
| Free space loss (dB) | 388.97 |
| Passive gain #1 (dB) | 92.31 |
| Passive gain #2 (dB) | 92.31 |
| Atmospheric absorption loss (dB) | 0.44 |
| Net path loss (dB) | 123.32 | 123.32 |
| Radio model | MDR-4106E-A | MDR-4106E-A |
| Radio file name | 4106e-a | 4106e-a |
| TX power (dBm) | 31.00 | 31.00 |
| EIRP (dBm) | 71.35 | 72.13 |
| TX channel assignments | 1h 6182.415V | 1l 5930.375V |
| RX threshold criteria | 1E-6 BER | 1E-6 BER |
| RX threshold level (dBm) | -120.00 | -120.00 |
| Receive signal (dBm) | -92.32 | -92.32 |
| Thermal fade margin (dB) | 27.68 | 27.68 |
| Dispersive fade margin (dB) | 54.00 | 54.00 |
| Dispersive fade occurrence factor | 3.00 |
| Effective fade margin (dB) | 27.65 | 27.65 |
| Climatic factor | 2.00 |
| Terrain roughness (m) | 42.67 |
| C factor | 0.52 |
| Average annual temperature (°C) | 23.09 |
| Fade occurrence factor (Po) | 7,23E+01 |
| Worst month multipath availability (%) | 99.98757 | 99.98757 |
| Worst month multipath unavailability (sec) | 326.60 | 326.60 |
| Annual multipath availability (%) | 99.99543 | 99.99543 |
| Annual multipath unavailability (sec) | 1441.60 | 1441.60 |
| Annual 2 way multipath availability (%) | 99.99086 |
| Annual 2 way multipath unavailability (sec) | 2883.20 |

Dari hasil *report* simulasi didapatkan *gain* sebesar 46,60 dBi dengan frekuensi yang dipakai sebesar 6 GHz. Untuk nilai FSL 388,97 dB dan untuk nilai *passive gain* 1 dan 2 sebesar 92,31dB dan *Fading margin* sebesar 27,68 dB. berikut merupakan hasil perhitungan *link budget* secara teori untuk membandingkan antara hasil simulasi dan perhitungannya.

1. *Gain* Antenna

Jenis antena yang digunakan dalam perancangan ini adalah ANDREW HSX15-59 dengan diameter antena 4,57 meter dan efisiensi 55% dengain gain 46,60 dBi. Sedangkan hasil perhitungan diperoleh nilai 46,56 dBi Frekuensi kerja yang dipakai yaitu 6 GHz. Untuk perhitungan gain repeater yaitu dengan menjumlahkan nilai gain pada antena pengirim dan penerima dengan dikurangi nilai *waveguide* yaitu berupa *connector loss* dan TX *line loss*. Sehingga untuk *gain* pada *Repeater* 1 diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.24.

.

1. .

Untuk mencari besarnya nilai *gain* pada *Repeater* 2 juga dihitung dengan menggunakan persamaan 2.24 seperti dibawah ini

.

1. .

Berdasarkan hasil *report* simulasi, nilai *gain* *repeater* diperoleh sebesar 92,31 dBi dan untuk hasil perhitungan diperoleh nilai sebesar 92,23 dBi sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan sebesar 0,08 dBi. Sedangkan hasil simulasi pada *gain* *repeater* 2 diperoleh nilai sebesar 92,32 dBi dan untuk nilai perhitungannya didapatkan nilai sebesar 92,23 dBi, sehingga selisih nilai tersebut adalah 0,08 dBi.

1. *Free Space Loss*

F*ree Space Loss* (FSL)merupakan redaman yang ada disepanjang ruang antara antena pemancar dan penerima. Nilai sendiri dipengaruhi oleh frekuensi kerja yang dipakai, yaitu 6 GHz. Untuk mencari nilai FSL dengan cara menambahkan nilai FSL pada *Site* Purbalingga – *Repeater* 1, *Repeater* – *Repeater* 2 dan *Repeater* 2 – Pemalang.

.

.

.

Berdasarkan simulasi menggunakan *double back to back repeater* nilai FSL yang diperoleh sebesar 388,97 dB sedangkan berdasarkan perhitungan diperoleh nilai sebesar 388,90 dB, sehingga selisih nilai antar hasil simulasi dan perhitungan sebesar 0,07 dB.

1. *Effective Isotropic Radiated Power*

*Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) merupakan nilai yang dipengaruhi oleh *power* atau daya pancar sinyal sebesar 31 dBm, *gain* sebesar 46,56 dB dan nilai *transmission loss*. *Transmission loss* merupakan penjumlahan nilai *loss* yang terjadi pada sisi *transmitter* dan *receiver*. Nilai transmitter *loss* didapatkan dari penjumlahan bran*ching loss, connector loss* dan *transmission line loss*. Sedangkan untuk sisi *receiver* juga sama, hanya saja ditambahkan dengan *atmosphere loss*. Besarnya nilai EIRP pada *Site* Purbalingga dapat dihitung dengan meggunakan persamaan 2.16.

.

.

.

Dan untuk besarnya nilai EIRP pada *Site* Pemalang juga dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.16.

.

.

.

Berdasarkan hasil *report* simulasi, nilai EIRP pada *Site* Purbalinga dan Pemalang memiliki nilai yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan keduanya memiliki nilai Tx *Line Loss* yang berbeda, nilai *line loss* tersebut dipengaruhi oleh panjang *feeder*. Semakin panjang kabel maka *loss*-nya juga semakin besar. Pada *Site* Purbalingga nilai EIRP hasil simulasi diperoleh sebesar 71,35 dBm dan untuk perhitungannya sebesar 71,31 dBm. Sedangkan pada *Site* Pemalang EIRP hasil simulasi bernilai 72,13 dBm dan untuk perhitungannya sebesar 71,65 dBm.

1. *Isotropic Received Level*

*Isotropic Received Level* (IRL) merupakan nilai level daya *isotropic* yang diterima oleh stasiun penerima. Nilai ini dipengaruhi oleh rugi-rugi ruang bebas pada *link* tersebut. Besarnya nilai IRL pada *Site* Purbalingga dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.17 seperti dibawah ini.

.

.

.\

Sedangkan nilai IRL pada *Site* Pemalang dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.17 juga.

.

.

.

1. *Received Signal Level*

Nilai *Received Signal Level* (RSL) level daya yang diterima oleh perangkat pengolah decoding. Besarnya nilai dari RSL ini dipengaruhi oleh nilai IRL, *gain* antena dan nilai *transmission loss*. nilai RSL dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut ini.

.

.9

.

Nilai RSL yang diperoleh pada simulasi yaitu -92,32 dBm sedangkan hasil perhitungan *link budget* diperoleh nilai sebesar -92,48 dBm. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan sebesar 0,16 dBm.

1. *Fading Margin*

*Fading Margin* merupakan nilaicadangan daya untuk mempertahankan level sinyal yang diterima agar tetap berada diatas ambang daya terima (*threshold*). Nilai *fading margin* ini dipengaruhi oleh nilai RSL dan Rx *threshold*. Untuk mencari nilai *fading margin* digunakan persamaan 2.19 seperti dibawah ini.

.

.

.

Berdasarkan hasil *report* simulasi dengan menggunakan do*uble back to back repeater* nilai *fading margin* yang diperoleh sebesar 27,68 dB, sedangkan berdasarkan hasil perhitungan secara teori diperoleh nilai sebesar 27,52 dB. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan diperoleh sebesar 0,16 dB.

1. *Unavailability* dan *Availability*

*Unavailability* merupakan kegagalan sistem dalam mengirimkan sinyal. nilai *unavailability* ini dipengaruhi oleh faktor kekerasasan bumi, faktor iklim, frekuensi, jarak antara kedua *site* dan cadangan daya. Nilai dari *unavailability* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.20.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan *link budget*, nilai ketidakhandalan sistem yaitu 2x10-4 yang artinya ketidakhandalan sistem kurang dari 1, sehingga nilai *availability* pada perancangan ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.21.

.

.

.

Berdasarkan hasil simulasi nilai *availability* yang diperoleh sebesar 99,99086% sedangkan pada perhitungan *link budget* nilai *availability* yang diperoleh yaitu 99,98%. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan *link budget* sebesar 0,01086%.

### **Analisis Perancangan dari *Site* Purbalingga – *Reflector***

Perancangan jaringan dari *Site* Purbalingga – *Reflector* ini merupakan langkah awal dari perancangan antara *Site* Purbalingga menuju *Site* Pemalang dengan menggunakan *Double Plane Reflector*. Untuk titik koordinat *Site* Purbalingga berada pada koordinat lintang selatan 7°22'40.69" S dan bujur timur 109°22'22.19" T. Sedangkan untuk *Site* Pemalang berada pada titik lintang selatan 6°54'50.50" S dan bujur timur 109°27'41.50" T. Jarak kedua *site* tersebut yaitu 52,24 km, sehingga frekuensi yang digunakan dalam perancangan yaitu 6 GHz. Sedangkan untuk penempatan *Double Plane Reflector* ini berada pada titik koordinat lintang selatan 7°13'54.45" S dan bujur timur 109°17'57.82'' T. Frekuensi kerja yang digunakan dalam perancangan ini yaitu 6 GHz. Untuk melihat *path* *profile* dari perancangan jaringan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.6 Path Profile dari Site Pemalang - Reflector

Dari gambar 4.6 dapat dilihat bahwa jaringan tersebut dalam kondisi *Line of Sight* (LOS) sehingga kemungkinan sinyal yang dikirim akan diterima dengan baik. Jarak antara kedua *site* tersebut yaitu 18,13 km. Untuk melihat seluruh parameter hasil konfigurasi dari *link* tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.6 Hasil Report Site Purbalingga – Reflector

| **Parameter** | **Purbalingga** | **Reflector** |
| --- | --- | --- |
| Latitude | 07 22 40.69 S | 07 13 54.45 S |
| Longitude | 109 22 22.19 E | 109 17 57.82 E |
| True azimuth (°) | 333.36 | 153.37 |
| Vertical angle (°) | 3.68 | -3.81 |
| Elevation (m) | 47.69 | 1293.52 |
| Tower height (m) | 72.00 | 10.00 |
| Antenna model | HSX15-59 (TR) | HSX15-59 (TR) |
| Antenna file name | 2450a | 2450a |
| Antenna gain (dBi) | 46.60 | 46.60 |
| Antenna height (m) | 70.00 | 8.00 |
| TX line model | EWP52 | EWP52 |
| TX line unit loss (dB/100 m) | 3.93 | 3.93 |
| TX line length (m) | 70.00 | 8.00 |
| TX line loss (dB) | 2.75 | 0.31 |
| Connector loss (dB) | 0.50 | 0.50 |
| Circulator branching loss (dB) | 3.00 | 3.00 |
| Frequency (MHz) | 6000.00 |
| Polarization | Vertical |
| Path length (km) | 18.13 |
| Free space loss (dB) | 133.20 |
| Atmospheric absorption loss (dB) | 0.15 |
| Net path loss (dB) | 50.22 | 50.22 |
| Radio model | MDR-4106E-A | MDR-4106E-A |
| Radio file name | 4106e-a | 4106e-a |
| TX power (dBm) | 31.00 | 31.00 |
| EIRP (dBm) | 71.35 | 73.79 |
| TX channel assignments | 1h 6182.415V | 1l 5930.375V |
| RX threshold criteria | 1E-6 BER | 1E-6 BER |
| RX threshold level (dBm) | -120.00 | -120.00 |
| Receive signal (dBm) | -19.22 | -19.22 |
| Thermal fade margin (dB) | 100.78 | 100.78 |
| Dispersive fade margin (dB) | 54.00 | 54.00 |
| Dispersive fade occurrence factor | 3.00 |
| Effective fade margin (dB) | 49.23 | 49.23 |
| Climatic factor | 2.00 |
| Terrain roughness (m) | 42.67 |
| C factor | 0.52 |
| Average annual temperature (°C) | 23.07 |
| Fade occurrence factor (Po) | 11 |
| Worst month multipath availability (%) | 99.9999 | 99.9999 |
| Worst month multipath unavailability (sec) | 0.35 | 0.35 |
| Annual multipath availability (%) | 100 | 100 |
| Annual multipath unavailability (sec) | 1.56 | 1.56 |
| Annual 2 way multipath availability (%) | 99.9999 |
| Annual 2 way multipath unavailability (sec) | 3.11 |

Perancangan awal *link microwave pada* *site* Purbalingga – *Reflector* mendapatkan kehandalan sistem yang optimal sehingga diperlukan perhitungan *link budget* untuk melihat kesesuaian hasil antara simulasi *report* Pathloss 5.0 dengan hasil perhitungan *link budget* untuk memperhitungkan rugi-rugi dari sistem. Berikut merupakan teroi perhitungan *link budget* pada *site* tersebut.

1. *Gain Antenna*

 Jenis antena yang digunakan pada perancangan Purbalingga – *Reflector* ini adalah ANDREW HSX15-59 dengan diameter antena 4,57 meter dan efisiensi 55%. Frekuensi kerja yang dipakai yaitu 6 GHz sehingga untuk *gain* antena diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.13.

.

.

−

.dBi

Berdasarkan hasil *report* Pathloss, *gain* antena yang digunakan yaitu 46,60 dBi. Nilai *gain* tersebut dipilih karena merupakan gain tertinggi berdasarkan range frekuensi kerja yang digunakan, sehingga dapat diperoleh penguatan yang maksimal. Sehingga selisih antara hasil perhitungan dan simulasi hanya sebesar 0,04 dBi, yang artinya hasil simulasi mendekati nilai perhitungan *link budget*.

1. *Free Space Loss*

F*ree Space Loss* (FSL)merupakan redaman yang ada disepanjang ruang antara antena pemancar dan penerima. Nilai sendiri dipengaruhi oleh frekuensi kerja yang dipakai, yaitu 6 GHz dan jarak antara *Site* Purbalingga – *Reflector* yaitu 18,13 km. Sehingga untuk mencari nilai FSL digunakan persamaan 2.14.

.

.

.

.

Dari hasil *report* simulasi Pathloss, nilai *free space loss* antara *site* Purbalingga – *Reflector* yaitu sebesar 133,20 dB sedangkan untuk hasil perhitungan sebesar 133,18 dB. Sehinggaa selisih antara hasil simulasi dan perhitungan sebesar 0,02 dB.

1. *Effective Isotropic Radiated Power*

*Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) merupakan nilai yang dipengaruhi oleh *power* atau daya pancar sinyal sebesar 31 dB, *gain* sebesar 46,56 dBi dan nilai *transmission loss*. *Transmission loss* merupakan penjumlahan nilai *loss* yang terjadi pada sisi *transmitter* dan *receiver*. Nilai *transmitter loss* didapatkan dari penjumlahan *branching loss, connector loss* dan *transmission line loss*. Sedangkan untuk sisi *receiver* juga sama, hanya saja ditambahkan dengan *atmosphere loss*. Perhitungan *transmitter loss* (LTX) dan *receiver loss* (LRX) dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.

Dari perhitungan nilai LTX, diperoleh nilai sebesar 6,25 dB, nilai tersebut merupakan *loss* yang ada pada sisi *transmitter* yaitu *Site* Purbalingga, sedangkan untuk perhitungan LRX dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh nilai LRX sebesar 3,96 dB. Nilai *loss* tersebut merupakan nilai pada sisi penerima yaitu *Site* Pemalang. Dan untuk mencari nilai EIRP menggunakan Tx *Power* sebesar 31 dB, *gain* antena 46,56 dBi dan *loss transmission* sebesar 6,25 dB. Sehingga nilai EIRP dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.16.

.

.

.]

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai EIRP yang diperoleh yaitu 71,35 dBm, sedangkan untuk nilai perhitungan diperoleh 71,31 dBm. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan sebesar 0,04 dBm.

1. *Isotropic Received Level*

*Isotropic Received Level* (IRL) merupakan nilai level daya *isotropic* yang diterima oleh stasiun penerima. Nilai ini dipengaruhi oleh rugi-rugi ruang bebas pada *link* tersebut. Besarnya nilai IRL dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.17 seperti dibawah ini.

.

.

.dB

1. *Received Signal Level*

Nilai *Received Signal Level* (RSL) level daya yang diterima oleh perangkat pengolah *decoding*. Besarnya nilai dari RSL ini dipengaruhi oleh nilai IRL, *gain* antena dan nilai *transmission loss*. nilai RSL dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.18.

.

.

.

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai RSL yang diperoleh yaitu sebesar -19,22 dBm sedangkan untuk hasil perhitungannya diperoleh -19,27 dBm, sehingga selisih dari hasil simulasi dengan perhitungan yaitu sebesar 0,05 dBm.

1. *Fading Margin*

*Fading Margin* merupakan nilaicadangan daya untuk mempertahanan level sinyal yang diterima agar tetap berada diatas ambang daya terima (*threshold*). Nilai *fading margin* ini dipengaruhi oleh nilai RSL dan Rx *threshold*. Untuk mencari nilai *fading margin* digunakan persamaan 2.19 seperti dibawah ini.

.

.

.

Berdasarkan hasil simulasi Pathloss, nilai *fading margin* yang diperoleh yaitu sebesar 100,78 dB sedangkan untuk perhitungan diperoleh nilai sebesar 100,73 dB. Sehingga untuk selisih antara hasil simulasi dan perhitungan yaitu sebesar 0,05 dB.

1. *Unavailability* dan *Availability*

*Unavailability* merupakan kegagalan sistem dalam mengirimkan sinyal. nilai *unavailability* ini dipengaruhi oleh faktor kekerasasan bumi, faktor iklim, frekuensi, jarak antara kedua *site* dan cadangan daya. Nilai dari *unavailability* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.20.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan *link budget*, nilai ketidakhandalan sistem yaitu 4,7224x10-13 yang artinya ketidakhandalan sistem kurang dari 1, sehingga nilai *availability* pada perancangan ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.21.

.

.

.

Berdasarkan hasil perhitungan *link budget* nilai *availability* yaitu 99,99999 % yang artinya kehandalan sistem tersebut baik dan sesuai dengan hasil simulasi.

### **Analisis Perancangan *Site Reflector* – *Site* Pemalang**

Langkah selanjutnya adalah melakukan perancagan dari *site Reflector* menuju *Site* Pemalang. Penempatan *reflector* ini berada pada titik koordinat lintang selatan 7°13'54.45" S dan bujur timur 109°17'57.82'' T. Sedangkan *Site* Pemalang berada pada titik kordinat lintang selatan 6°54'50.50" S dan bujur timur 109°27'41.50" T. Sehingga untuk melihat *path profile* dari *link* *microwave* tersebut dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.7 Path Profile Site Reflector – Site Pemalang

Dari gambar 4.7 dapat dilihat bahwa *link microwave* tersebut dalam kondisi *Line of Sight* yang artinya memenuhi syarat perancangan jaringan. Sehingga sinyal yang dikirim dapat diterima dengan baik oleh *receiver*. Untuk melihat hasil parameter yang sudah dikonfigurasi dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.7 Hasil Report Simulasi Site Reflector – Site Pemalang

| **Parameter** | **Reflector** | **Pemalang** |
| --- | --- | --- |
| Latitude | 07 13 54.45 S | 06 54 50.50 S |
| Longitude | 109 17 57.82 E | 109 27 41.50 E |
| True azimuth (°) | 27.02 | 207.00 |
| Vertical angle (°) | -1.93 | 1.67 |
| Elevation (m) | 1293.52 | 11.97 |
| Tower height (m) | 10.00 | 52.00 |
| Antenna model | HSX15-59 (TR) | HSX15-59 (TR) |
| Antenna file name | 2450a | 2450a |
| Antenna gain (dBi) | 46.60 | 46.60 |
| Antenna height (m) | 8.00 | 50.00 |
| TX line model | EW52 | EW52 |
| TX line unit loss (dB/100 m) | 3.93 | 3.93 |
| TX line length (m) | 8.00 | 50.00 |
| TX line loss (dB) | 0.31 | 1.97 |
| Connector loss (dB) | 0.50 | 0.50 |
| Circulator branching loss (dB) | 3.00 | 3.00 |
| Frequency (MHz) | 6000.00 |
| Polarization | Vertical |
| Path length (km) | 39.47 |
| Free space loss (dB) | 139.95 |
| Atmospheric absorption loss (dB) | 0.34 |
| Net path loss (dB) | 56.37 | 56.37 |
| Radio model | MDR-4106E-A | MDR-4106E-A |
| Radio file name | 4106e-a | 4106e-a |
| TX power (dBm) | 31.00 | 31.00 |
| EIRP (dBm) | 73.79 | 72.13 |
| TX channel assignments | 1h 6182.415V | 1l 5930.375V |
| RX threshold criteria | 1E-6 BER | 1E-6 BER |
| RX threshold level (dBm) | -120.00 | -120.00 |
| Receive signal (dBm) | -25.37 | -25.37 |
| Thermal fade margin (dB) | 94.63 | 94.63 |
| Dispersive fade margin (dB) | 54.00 | 54.00 |
| Dispersive fade occurrence factor | 3.00 |
| Effective fade margin (dB) | 49.23 | 49.23 |
| Climatic factor | 2.00 |
| Terrain roughness (m) | 42.67 |
| C factor | 0.52 |
| Average annual temperature (°C) | 23.85 |
| Fade occurrence factor (Po) | 1.160E-001 |
| Worst month multipath availability (%) | 99.99986 | 99.99986 |
| Worst month multipath unavailability (sec) | 3.64 | 3.64 |
| Annual multipath availability (%) | 99.99995 | 99.9995 |
| Annual multipath unavailability (sec) | 16.37 | 16.37 |
| Annual 2 way multipath availability (%) | 99.99990 | 99.99990 |
| Annual 2 way multipath unavailability (sec) | 32.75 |

Perancangan awal *link microwave pada* *Site Reflector* – *Site* Pemalang mendapatkan kehandalan sistem yang optimal sehingga diperlukan perhitungan *link budget* untuk melihat kesesuaian hasil antara simulasi *report* pathloss 5.0 dengan hasil perhitungan *link budget* untuk memperhitungkan rugi-rugi dari sistem. Berikut merupakan teori perhitungan *link budget* pada site tersebut.

1. *Gain Antenna*

 Jenis antena yang digunakan pada perancangan Purbalingga – *Reflector* ini adalah ANDREW HSX15-59 dengan diameter antena 4,57 meter dan efisiensi 55%. Frekuensi kerja yang dipakai yaitu 6 GHz sehingga untuk *gain* antena diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.13.

.

.

−

.dBi

Berdasarkan hasil *report* pathloss, *gain* antena yang digunakan yaitu 46,60 dBi. Nilai *gain* tersebut dipilih karena merupakan gain tertinggi berdasarkan *range* frekuensi kerja yang digunakan, sehingga dapat diperoleh penguatan yang maksimal. Sehingga selisih antara hasil perhitungan dan simulasi hanya sebesar 0,04 dBi, yang artinya hasil simulasi mendekati nilai perhitungan *link budget.*

1. *Free Space Loss*

*Free Space Loss* (FSL)merupakan redaman yang ada disepanjang ruang antara antena pemancar dan penerima. Nilai sendiri dipengaruhi oleh frekuensi kerja yang dipakai, yaitu 6 GHz dan jarak antara *Site Reflector* – *Site* Pemalang yaitu 39,47 km. Sehingga untuk mencari nilai FSL digunakan persamaan 2.14.

.

.

.

.

Dari hasil *report* simulasi Pathloss, nilai *free space loss* antara *Site Reflector* – Pemalang yaitu sebesar 139,95 dB sedangkan untuk hasil perhitungan sebesar 139,93 dB. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan yaitu 0,02 dB.

1. *Effective Isotropic Radiated Power*

*Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) merupakan nilai yang dipengaruhi oleh *power* atau daya pancar sinyal sebesar 31 dB, *gain* sebesar 46,56 dBi dan nilai *transmission loss*. *Transmission loss* merupakan penjumlahan nilai *loss* yang terjadi pada sisi *transmitter* dan *receiver*. Nilai *transmitter loss* didapatkan dari penjumlahan *Branching Loss*, *Connector Loss* dan *Transmission Line Loss*. Sedangkan untuk sisi *receiver* juga sama, hanya saja ditambahkan dengan *Atmosphere Loss*. Perhitungan *Transmitter Lo*ss (LTX) dan *Receiver Loss* (LRX) dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.

Dari perhitungan nilai LTX, diperoleh nilai sebesar 3,81 dB, nilai tersebut merupakan *loss* yang ada pada sisi *transmitter* yaitu *Site Reflector* , sedangkan untuk nilai LRX dapat dilihat pada perhitungan berikut.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh nilai LRX sebesar 5,81 dB. Nilai *loss* tersebut merupakan nilai pada sisi penerima yaitu *Site* Pemalang. Dan untuk mencari nilai EIRP menggunakan Tx Power sebesar 31 dB, *gain* antena 46,56 dB dan *loss transmission* sebesar 3,81 dB. Sehingga nilai EIRP dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.16.

.

.

.]

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai EIRP yang diperoleh yaitu 73,79 dBm, sedangkan untuk nilai perhitungan diperoleh 73,75 dBm. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan sebesar 0,04 dBm.

1. *Isotropic Received Level*

*Isotropic Received Level* (IRL) merupakan nilai level daya *isotropic* yang diterima oleh stasiun penerima. Nilai ini dipengaruhi oleh rugi-rugi ruang bebas pada *link* tersebut. Besarnya nilai IRL dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.17 seperti dibawah ini.

.

.

.dB

1. *Received Signal Level*

Nilai *Received Signal Level* (RSL) level daya yang diterima oleh perangkat pengolah *decoding*. Besarnya nilai dari RSL ini dipengaruhi oleh nilai IRL, *gain* antena dan nilai *transmission loss*. nilai RSL dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.18.

.

.

.

Berdasarkan hasil *report* simulasi Pathloss, nilai RSL yang diperoleh yaitu sebesar -25,37 dBm sedangkan untuk hasil perhitungannya diperoleh -25,43 dBm sehingga selisih dari hasil simulasi dengan perhitungan yaitu sebesar 0,06 dBm.

1. *Fading Margin*

*Fading Margin* merupakan nilaicadangan daya untuk mempertahanan level sinyal yang diterima agar tetap berada diatas ambang daya terima (*threshold*). Nilai *fading margin* ini dipengaruhi oleh nilai RSL dan Rx *threshold*. Untuk mencari nilai *fading margin* digunakan persamaan 2.19 seperti dibawah ini.

.

.

.

Berdasarkan hasil simulasi Pathloss, nilai *fade margin* yang diperoleh yaitu sebesar 94,63 dB sedangkan untuk perhitungan diperoleh nilai sebesar 94,57 dB. Sehingga untuk selisih antara hasil simulasi dan perhitungan yaitu sebesar 0,06 dB.

1. *Unavailability* dan *Availability*

*Unavailability* merupakan kegagalan sistem dalam mengirimkan sinyal. nilai *unavailability* ini dipengaruhi oleh faktor kekerasasan bumi, faktor iklim, frekuensi, jarak antara kedua *site* dan cadangan daya. Nilai dari *unavailability* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.20.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan *link budget*, nilai ketidakhandalan sistem yaitu 2,0127x10-11 yang artinya ketidakhandalan sistem kurang dari 1, sehingga nilai *availability* pada perancangan ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.21.

.

.

.

Berdasarkan hasil perhitungan *link budget* nilai *availability* yang diperoleh yaitu 99,99999 % yang artinya kehandalan sistem tersebut baik dan sesuai dengan hasil simulasi.

### **Analisis Hasil Perancangan Menggunakan *Double Plane Reflector***

Perancangan jaringan menggunakan *Double Plane Reflector* ini dilakukan dengan cara menggabungkan *file* perancangan dari *Site* Purbalingga – *Site* *Reflector* dan *Site Reflector* – *Site* Pemalang. perancangan ini menggunakan *reflector* dengan lebar 3,65 m x 4.87 m. Dari hasil simulasi menggunakan software Pathloss frekuensi yang digunakan yaitu 6 GHz. Untuk melihat hasil *path profile* dari perancangan menggunakan *double plane reflector* dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Path Profile Menggunakan Double Plane Reflector

Dengan adanya *reflector* ini dapat membantu memantulkan sinyal yang dikirimkan sehingga dapat diterima oleh sisi *receiver*. Scdangkan untuk hasil *report* simulasi menggunakan *double plane reflector* dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Report Simulasi dengan menggunakan Double Plane Reflector

| **Parameter** | **Purbalingga** | **Pemalang** |
| --- | --- | --- |
| Latitude | 07 22 40.69 S | 06 54 50.50 S |
| Longitude | 109 22 22.19 E | 109 27 41.50 E |
| True azimuth (°) | 333.36 | 207.00 |
| Vertical angle (°) | 3.68 | 1.66 |
| Elevation (m) | 47.69 | 11.97 |
| Antenna model | HSX15-59 (TR) | HSX15-59 (TR) |
| Antenna file name | 2448a | 2448a |
| Antenna gain (dBi) | 46.60 | 46.60 |
| Antenna height (m) | 70.00 | 50.00 |
| TX line model | EWP52 | EWP52 |
| TX line unit loss (dB/100 m) | 3.93 | 3.93 |
| TX line length (m) | 70.00 | 50.00 |
| TX line loss (dB) | 2.75 | 1.97 |
| Connector loss (dB) | 0.50 | 0.50 |
| Circulator branching loss (dB) | 3.00 | 3.00 |
| Frequency (MHz) | 6000.00 |
| Polarization | Vertical |
| Path length (km) | 57.53 |
| Free space loss (dB) | 273.15 |
| Passive gain (dB) | 97.47 |
| Atmospheric absorption loss (dB) | 0.49 |
| Net path loss (dB) | 94.69 | 94.69 |
| Radio model | MDR-4106E-A | MDR-4106E-A |
| Radio file name | 4106e-a | 4106e-a |
| TX power (dBm) | 31.00 | 31.00 |
| EIRP (dBm) | 71.35 | 72.13 |
| TX channel assignments | 1h 6182.415V | 1l 5930.375V |
| RX threshold criteria | 1E-6 BER | 1E-6 BER |
| RX threshold level (dBm) | -120.00 | -120.00 |
| Receive signal (dBm) | -63.69 | -63.69 |
| Thermal fade margin (dB) | 56.31 | 56.31 |
| Dispersive fade margin (dB) | 54.00 | 54.00 |
| Dispersive fade occurrence factor | 3.00 |
| Effective fade margin (dB) | 48.45 | 48.45 |
| Climatic factor | 2.00 |
| Terrain roughness (m) | 42.67 |
| C factor | 0.52 |
| Average annual temperature (°C) | 23.07 |
| Fade occurrence factor (Po) | 1,27E+02 |
| Worst month multipath availability (%) | 99,99982 | 99,99982 |
| Worst month multipath unavailability (sec) | 4.78 | 4.78 |
| Annual multipath availability (%) | 99,99993 | 99,99993 |
| Annual multipath unavailability (sec) | 21.07 | 21.07 |
| Annual 2 way multipath availability (%) | 99,99987 |
| Annual 2 way multipath unavailability (sec) | 42.14 |

Dari hasil *report* simulasi didapatkan *gain* sebesar 46,60 dBi dengan frekuensi yang dipakai sebesar 6 GHz. Untuk nilai FSL 273,15 dB dan *passive gain* sebesar 97,47 dB, *Fading margin* sebesar 56,31 dB. Berikut merupakan hasil perhitungan *link budget* secara teori untuk membandingkan antara hasil simulasi dan perhitungannya.

1. *Gain* Antenna

Jenis antena yang digunakan dalam perancangan ini adalah ANDREW HSX15-59 dengan diameter antena 4,57 meter dan efisiensi 55%. Frekuensi kerja yang dipakai yaitu 6 ghz sehingga untuk gain antena diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.13.

.

.

.

.

Sedangkan untuk luas bidang *reflector* yang dipakai yaitu 3,65 m x 4,87 m dengan sudut pantul sebesar 10º. Sehingga untuk mencari nilai *gain reflector* diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.23.

.

.

-

.

Berdasarkan report hasil simulasi nilai *gain* pada antena bernilai 46,60 dB sedangkan dari hasil perhitungan diperoleh 46,56 dB. Sehingga diperoleh selisih 0,04 dB. Dan untuk nilai *gain reflector* pada simulasi diperoleh sebesar 97,47 dB sedangkan pada hasil perhitungan diperoleh nilai sebesar 97,70 dB dengan selisih nilai sebesar 0,23 dB.

1. *Free Space Loss*

F*ree Space Loss* (FSL)merupakan redaman yang ada disepanjang ruang antara antena pemancar dan penerima. Nilai sendiri dipengaruhi oleh frekuensi kerja yang dipakai, yaitu 6 GHz. Untuk mencari nilai FSL pada *double plane reflector* sama seperti pada perhitungan FSL *double back to back*.

.

.

.

Berdasarkan *report* simulasi Pathloss 5.0, nilai FSL yang diperoleh sebesar 273.15 dB, sedangkan berdasarkan perhitungan *link budget* diperoleh nilai 273,11 dB. Sehingga selisih antara hasil simulasi dan perhitungan *link budget* sebesar 0,04 dB.

1. *Effective Isotropic Radiated Power*

*Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) merupakan nilai yang dipengaruhi oleh *power* atau daya pancar sinyal sebesar 31 dBm, *gain* sebesar 46,56 dB dan nilai *transmission loss*. *Transmission loss* merupakan penjumlahan nilai loss yang terjadi pada sisi *transmitter* dan *receiver*. Nilai *transmitter loss* didapatkan dari penjumlahan *branching loss*, *connector loss* dan *transmission line loss*. Sedangkan untuk sisi *receiver* juga sama, hanya saja ditambahkan dengan *atmosphere loss*. Besarnya nilai EIRP pada *Site* Purbalingga dapat dihitung dengan meggunakan persamaan 2.16.

.

.

.

Dan untuk besarnya nilai EIRP pada *Site* Pemalang juga dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.16.

.

.

.

Berdasarkan hasil *report* simulasi, nilai EIRP pada *Site* Purbalinga dan Pemalang memiliki nilai yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan keduanya memiliki nilai Tx *Line Loss* yang berbeda, nilai *line loss* tersebut dipengaruhi oleh panjang *feeder*. Semakin panjang kabel maka *loss*-nya juga semakin besar. Pada *Site* Purbalingga nilai EIRP hasil simulasi diperoleh sebesar 71,35 dBm dan untuk perhitungannya sebesar 71,31 dBm. Sedangkan pada *Site* Pemalang EIRP hasil simulasi bernilai 72,13 dBm dan untuk perhitungannya sebesar 71,67 dBm.

1. *Isotropic Received Level*

*Isotropic Received Level* (IRL) merupakan nilai level daya *isotropic* yang diterima oleh stasiun penerima. Nilai ini dipengaruhi oleh rugi-rugi ruang bebas pada *link* tersebut. Besarnya nilai IRL pada *Site* Purbalingga dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.17 seperti dibawah ini.

.

.

.\

Sedangkan nilai IRL pada *Site* Pemalang dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.17 juga.

.

.

.

1. *Received Signal Level*

Nilai *Received Signal Level* (RSL) level daya yang diterima oleh perangkat pengolah *decoding*. Besarnya nilai dari RSL ini dipengaruhi oleh nilai IRL, *gain* antena dan nilai *transmission lo*ss. nilai RSL dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut ini.

.

.9

.

Nilai RSL yang diperoleh pada simulasi yaitu -63,69 dBm sedangkan hasil perhitungan *link budget* diperoleh nilai sebesar -63,5 dBm. Sehingga selisih antara keduanya yaitu 0,19 dBm.

1. *Fading Margin*

*Fading Margin* merupakan nilaicadangan daya untuk mempertahanan level sinyal yang diterima agar tetap berada diatas ambang daya terima (*threshold*). Nilai *fading margin* ini dipengaruhi oleh nilai RSL dan Rx *threshold*. Untuk mencari nilai *fading margin* digunakan persamaan 2.19 seperti dibawah ini.

.

.

.

Berdasarkan hasil *report* simulasi dengan *menggunakan double reflector* nilai *fading margin* yang diperoleh sebesar 56,31 dB, sedangkan berdasarkan hasil perhitungan secara teori diperoleh nilai sebesar 56,5 dB. Sehingga selisih antara hasil simulasi dengan perhitungan sebesar 0,19 dB.

1. *Unavailability* dan *Availability*

*Unavailability* merupakan kegagalan sistem dalam mengirimkan sinyal. nilai *unavailability* ini dipengaruhi oleh faktor kekerasasan bumi, faktor iklim, frekuensi, jarak antara kedua *site* dan cadangan daya. Nilai dari *unavailability* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.20.

.

.

.

Berdasarkan perhitungan *link budget*, nilai ketidakhandalan sistem yaitu 3,9963x10-7 yang artinya ketidakhandalan sistem kurang dari 1, sehingga nilai *availability* pada perancangan ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.21.

.

.

.

Berdasarkan hasil perhitungan *link budget* nilai *availability* yaitu 99,99999% yang artinya kehandalan sistem tersebut baik dan untuk hasil simulasi diperoleh nilai *availability* sebesar 99,99987%.