

---

---

## PERANCANGAN JARINGAN TRANSMISI GELOMBANG MIKRO PADA *LINK* SITE MRANGGEN 2 DENGAN SITE PUCANG GADING

Said Attamimi<sup>1</sup>, Rachman<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia  
Universitas Mercu Buana Jakarta  
Email: said@mercubuana.ac.id

**Abstrak** - Perencanaan link budget merupakan salah satu bagian penting dari pemasangan jaringan transmisi microwave ini. Analisa yang dilakukan secara menyeluruh dari tahap awal penentuan lokasi, yaitu site Mranggen 2 dengan site Pucang Gading,

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap path profil untuk lintasan transmisi untuk menghubungkan site Mranggen 2 dengan site Pucang Gading diperoleh daerah fresnel dalam keadaan bersih dari halangan. Sehingga untuk perencanaan jaringan dapat dilaksanakan dengan optimal. Desain link budget akan dilaksanakan dalam microwave radio link point-to-point dari site Mranggen 2 dengan site Pucang Gading hasil dengan jarak 2.76 km, Menggunakan *microwave* RTN950 Frekuensi 23 GHz dengan antenna A23S06HAC berdiameter 0,6 meter, dengan pemancar daya 20 dBm dan menerima tingkat sinyal -31,65 dBm,

Transmisi masih dapat bekerja dalam range KPI pada saat Power Transmit diturunkan ke 10 dBm *up link Fade margin* diperoleh 41,481 dB. saat *down link* diperoleh nilai *Fade margin* 41,870 dB.

**Keyword:** *microwave, link budget, Fade margin*

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi selular terus mengalami perkembangan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Dorongan bagi berkembangnya komunikasi bergerak terkait dengan faktor-faktor seperti adanya tuntutan dari segi kemudahan berkomunikasi dan kapasitas sistem, teknologi yang lebih murah, ukuran fisik sistem dan piranti yang lebih kecil dengan peningkatan kemampuan komunikasi sedapat mungkin mendekati kemampuan komunikasi yang menggunakan transmisi kabel, yang berdimensi multimedia (suara, data, grafik, dan gambar).

Salah satu dari beberapa jaringan komunikasi seluler GSM di wilayah Indonesia tepatnya Semarang ini, penggunaan transmisi *microwave* ini sangat tepat, hal ini disebabkan oleh kondisi geografis dan peta wilayahnya. Karena suatu kebutuhan dalam mengimplementasi teknologi GSM, maka diperlukan lagi penambahan link *microwave* antara BTS Mranggen 2 dengan BTS Pucang gading. Oleh karena itu perlu di persiapkan suatu data sebelum pemasangan link *microwave* ini dilakukan. Maka disini diperlukan survey *Line of Sight* (LOS) terlebih dahulu kemudian dilakukan analisa perencanaan *link budget*nya.

#### **Batasan Masalah**

Untuk menghindari meluasnya materi pembahasan Penelitian ini, maka peneliti membatasi permasalahan dalam Penelitian ini hanya mencakup hal-hal berikut :

1. Penetapan pemakaian frekuensi 23 GHz. Hal ini di dasarkan oleh hasil survey yang menunjukkan jarak antara kedua BTS tersebut sekitar 2760m serta perangkat yang digunakan.
2. Jalur transmisi komunikasi *microwave* yang di analisa adalah link antara site BTS Mranggen 2 ke arah site BTS Pucang gading
3. Analisis terhadap data propagasi *LOS* dan kalkulasi *link budget* sebagai analisa untuk mendapatkan kualitas sinyal transmisinya.
4. Menentukan Nilai *Received Signal Level* (RSL)

#### ***Fresnel Zone***

Daerah *Fresnel* adalah tempat kedudukan dimana titik-titik yang mempunyai selisih jarak tetap, dari dua buah lokasi yang tetap pula, yaitu kelipatan dari setengah panjang gelombang radio yang dioperasikan.

Daerah *fresnel* ini memegang peranan yang sangat penting dalam pentransmisi energi gelombang *mikro*, dimana bentuk daerah *fresnel* ini berupa *ellipsoid*.

Jari-jari daerah *fresnel*, pada titik sembarang antara dua titik pemancar dan titik penerima, dimana:

$$F(m) = \sqrt{\frac{\lambda \cdot d_1 \cdot d_2}{D}}$$

$$F1 = 17,3 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{f \cdot d}} \text{ m}$$

Dimana :

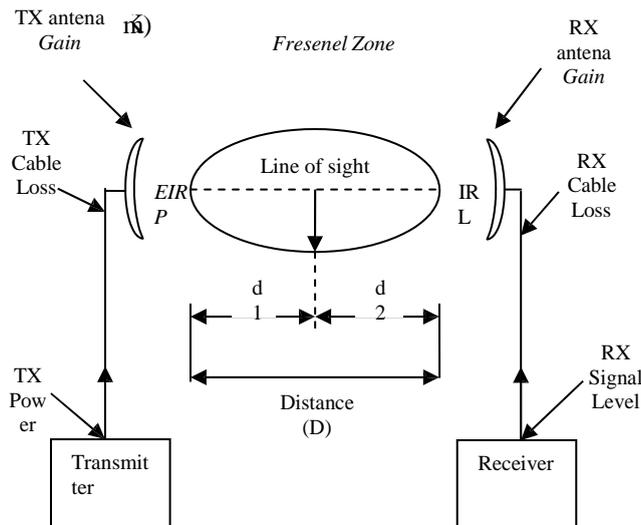
$F$  =Diameter *fresnel zone* (m)

$f$  = Frekuensi kerja (GHz)

$d_1$ =Jarak dari penghalang ke pemancar terdekat (Km)

$d_2$ =Jarak dari penghalang ke penerima terdekat (Km)

$D$  = Jarak total dari pemancar ke penerima



**Kalkulasi Link budget**

Path analisis (*link budget*) adalah analisis perhitungan panjangnya suatu lintasan (*link*) yang dimaksud disini adalah untuk menetapkan parameter-parameter operasi yang digunakan seperti misalnya *power output* pemancar, diameter antena, *noise figure* penerimaan dan lain-lain. dapat menghubungkan kinerja (*performance*) yang diinginkan dengan tingkatan sinyal penerima (*Receive Signal Level / RSL.*)

**Gain Antena**

*Gain* antena adalah parameter pokok dalam teknik radio link. *Gain* biasanya ditunjukkan dalam bentuk *decibel* ( dB ) dan merupakan penggambaran dari konsentrasi Secara teoritis, *Gain* antena (G) ditunjukan oleh persamaan :

$$G(db) = 10 \log \frac{4\pi A \eta}{\lambda^2}$$

$$[ = 10 \log 4\pi + 10 \log \pi \frac{(d)}{2} + 10 \log \eta - (10 \log c - 10 \log f) ]$$

$$= 20 \log f_{(ghz)} + 20 \log d_{(m)} + 17,8$$

Dimana :

$G$  = *Gain* antena (dB)

$f$  = frekuensi ( GHz )

$d$  = diameter antena ( m )

**Effectif Isotropic radiated power (EIRP)**

*EIRP* adalah menghitung penjumlahan dalam satuan *decibel* : *output power* pemancar (dalam dBm atau dBW), redaman saluran transmisi dalam dB (bernilai *negative* karena merupakan redaman) dan *Gain antenna* dalam dB.

Secara rumus tertulis sebagai berikut :

$$EIRP_{(dBW)} = P_o + G_t - L_t.....$$

(2.3)

Dimana :

**P<sub>o</sub>** = output power RF transmitter (dBw)

**G<sub>t</sub>** = Gain antenna pemancar (dB)

**L<sub>t</sub>** = redaman saluran transmisi (dB)

**Free space loss (FSL)**

FSL didefinisikan sebagai loss yang terjadi oleh sebuah gelombang elektromagnetik yang dipropagasikan dalam suatu garis lurus melalui sebuah vacuum dengan tidak ada penyerapan atau refleksi energi dari objek terdekat. Ekspresi untuk FSL diberikan sebagai berikut:

$$FSL = \left[ \frac{4\pi D}{\lambda} \right]^2 = \left[ \frac{4\pi f D}{c} \right]^2$$

dimana :

**FSL** = free space loss (dB)

**D** = jarak (Km)

**f** = frekuensi (GHz)

**λ** = panjang gelombang (m)

**c** = kecepatan cahaya (3 x 10<sup>8</sup> m/s)

Dalam decibel, dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$FSL(db) = 10 \log \frac{4\pi D}{c} = 20 \log \frac{4\pi}{c} + 20 \log f + 20 \log D$$

**Isotropic Receive Level (IRL)**

IRL adalah batasan RF power level pada antenna penerima. Dapat

juga dikatakan sebagai power yang diukur pada sebuah isotropic antenna penerima.

Secara rumus dapat ditulis sebagai berikut:

$$IRL_{(dBW)} = EIRP_{(dBW)} - FSL_{(dB)}$$

**Receive Signal Level (RSL)**

RSL adalah power level yang memasuki tingkatan pertama aktif pada penerima :

$$RSL_{(dBW)} = IRL_{(dBW)} + G_r_{(dB)} - L_t_{(dB)}$$

Dimana :

**G<sub>rx</sub>** = Gain antenna penerima (dB)

**L<sub>t</sub>** = Redaman saluran pada penerima (dB)

**IRL** = Kemampuan antenna untuk menerima sinyal (dBW)

**Fade Margin (FM)**

Pada perambatan gelombang radio akan terjadi pemantulan oleh permukaan bumi, sehingga pada penerima akan menerima dua gelombang yang berbeda yaitu gelombang langsung dan gelombang pantul yang jarak tempuh dan waktu perambatan yang berbeda sehingga menimbulkan level daya yang diterima berbeda pada ujung penerima. Perbedaan level daya

terima untuk daya pancar yang tetap inilah disebut *fading margin*

$$FM_{(dB)} = RSL_{(dBW)} - Nth_{(dBW)}$$

Faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya fenomena *fading* adalah pembiasan, pantulan, *difraksi*, hamburan dan redaman gelombang *radio*. Jenis umum yang terjadi pada *frekuensi* dibawah 10 GHz adalah *Multipath Fading*, serta sangat berpengaruh pada lintasan lebih dari 5 KM dan pada curah hujan lebih dari 50 mm/h (Sistem Komunikasi Mikrowave LOS, 2010, PT Aplikanusa Lintasarta)

**Parameter Parameter Performasi dalam Perancangan *Link budget***

Ttable KPI (*Key Performance Indicator*) target pada perencanaan *link budget* Frekuensi kerja 23GHZ KPI *Link budget* Frekuensi 23 GHZ

| Jarak (km) | Radio dan System Modulation | Diameter Antena (m) | Power Transmit Max (dBm) |
|------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------|
| 1.75       | 23G_XMC2_16QAM_28M_84M      | 0,3                 | 21                       |
| 2.5        | 23G_XMC2_16QAM_28M_84M      | 0,6                 | 21                       |

Acuan *Link budget*:

- Freq 23GHz---- *Fade margin* >40 dB/RSL 33-38dBm/*Annual Anvibility* 99.996

- Untuk Config 1+1 *connector loss* 0.5dB dan *branching loss* 1.7 dB

**Penentuan Lokasi**

Peta rute dibuat untuk melihat jalur yang akan digunakan untuk jaringan radio microwave dan juga melihat kondisi geografisnya secara umum. Lokasi yang akan dijadikan stasiun berjumlah 2 Site dengan koordinatnya seperti terlihat pada

**Daftar Lokasi Site**

|                  | Site 1            | Site 2            |
|------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Nama Site</b> | Mranggen 2        | Puncang Gading    |
| <b>Longitude</b> | 110° 30' 49.90" E | 110° 29' 27.60" E |
| <b>Latitude</b>  | 07° 02' 51.07" S  | 07° 02' 14.78" S  |
| <b>Elevasi</b>   | 35                | 35                |

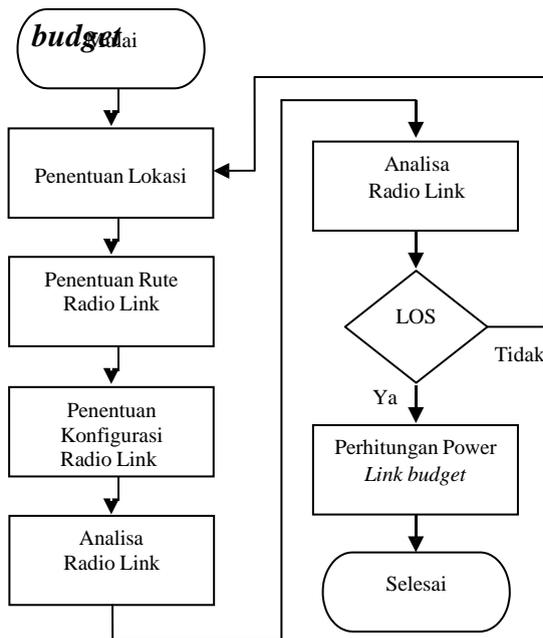
**Penentuan Rute Radio *Link***

Tahapan kedua menentukan rute dengan menghubungkan titik-titik yang sudah ditentukan, maka di dapat *radio link* yang menghubungkan Mranggen 2 – Puncang . Tujuan yang lain adalah untuk mendapatkan data seperti jarak, *azimuth*, kontur dan titik tinggi *obstacle* di sepanjang lintasan.

**Daftar Radio *Link***

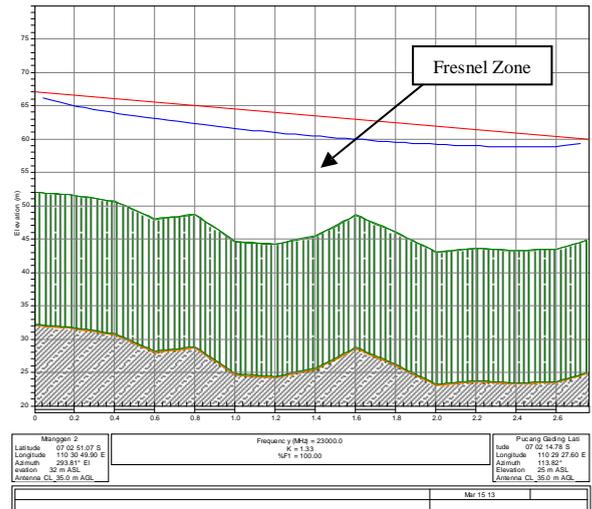
|                   |            |                |
|-------------------|------------|----------------|
| <b>ma Site</b>    | Mranggen 2 | Puncang Gading |
| <b>Jarak (km)</b> | 2.76       |                |
| <b>Keterangan</b> | LOS        |                |

**Flowchart Perencanaan Link**



**Analisa Profil Lintasan Transmisi Yang di Rencanakan**

Dengan analisa *path profil* berdasarkan peta map info, dapat diketahui kondisi wilayah tempat pengalihan jaringan transmisi *microwave link* yang akan direncanakan, yaitu SITE MRANGGEN 2 dihubungkan ke SITE PUCANG GADING. perencanaan ini bisa dilakukan dengan dengan baik. Berdasarkan data dilapangan maka dapat dianalisis sebagai berikut :



Daerah *Fresnel zone* aman dari halangan, artinya tinggi halangan berupa pohon dengan ketinggian 20 meter yang ada dijalur lintasan masih jauh berada dibawah daerah *fresnel zone*.

Dimana antena *site A* pada ketinggian 35m dari permukaan tanah dan antena *site B* pada ketinggian 35 m dari permukaan tanah. Berikut perhitungan nilai *fresnel zone*, dapat di ketahui dengan

- Frekuensi kerja untuk : 23000 GHz
- d1 ( jarak SITE PUCANG GADING ke *obstacle* ) : 1,38 Km
- d2 ( jarak SITE MRANGGEN 2 *obstacle*): 1,38 Km
- D (jarak lintasan didapat dari *path profile*): 2,76 Km

$$F = 17,3 \sqrt{\frac{(d_1 \times d_2)}{f_{(GHz)} \times D_{(km)}}$$

$$F = 17,3 \frac{\sqrt{(1.38 \times 1.38)}}{(23 \times 2,76)}$$

$$F = 17,3 \times 0.173 = 2.99$$

meter

$$\text{Clearance} = 0,6 \times F = 0,6 \times 2.99 \text{ meter} = 1.794 \text{ meter}$$

Dengan demikian perencanaan *link budget* jalur jaringan transmisi radio dapat dilakukan.

### Sistem Radio

Jaringan transmisi radio link yang direncanakan, menggunakan frekuensi 23 GHz dengan *range* frekuensi 21,200 – 23,600 GHz, antena type A23S06HAC. Menggunakan media transmisi *Coaxial cable* untuk mengirim data berupa sinyal digital dari *In door unit* (IDU) ke *out door unit* (ODU) atau sebaliknya. juga berfungsi sebagai saluran daya DC untuk memberi catu daya pada ODU. Jadi semua proses radio berada didalam ODU. Radio *link* Frekuensi terdiri dari beberapa jenis menurut frekuensinya yaitu 7,13,15,18,23,26 sampai 38GHz, mempunyai kapasitas transmisi 4 x 2 Mbps sampai dengan 63 x 2 Mbit/s. Dengan kapasitas transmisi 16 x 2 Mbit/s, menggunakan modulasi

28M\_16QAM *receiver threshold level* pada BER  $10^{-6} = -79,50$  dBm, sedangkan daya *output trasmitter* = 20 dBm. *bit rate* 84 Mbps.

### Analisa *link budget* dari SITE MRANGGEN 2 menuju SITE PUCANG GADING (*up link*)

Pada bagian ini akan dihitung perencanaan *up link budget* dari SITE MRANGGEN 2 menuju SITE PUCANG GADING dengan diameter antena 0.6 m.

### Perhitungan *Gain Antena*

Untuk frekuensi operasi 22,022 GHz dan diameter antena 0,6 meter. Maka diperoleh penguatan antena sebagai berikut : *Gain* antena pemancar dan penerima dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$G = 20 \log (f) + 20 \log (d) + 17,8$$

$$= 26,857 + (-4,436) + 17,8$$

$$G = 40,221 \text{ dB}$$

### *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP)

EIRP adalah daya pancar sebuah sistem transmisi yang telah mengalami redaman pada konektor

serta kabel penghubung kemudian dikuatkan oleh penguat antenna.

*Transmitter output range (P<sub>tx</sub>)* : 20 dBm

Antena ( parabolic diameter) : 0,6 m

*Range Frequency* : 21,2 – 23,6 GHz

Loss feeder <sub>tx</sub> : diabaikan = 0

Frekuensi Kerja : 22,022 GHz

Maka nilai EIRP dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.3) :

$$\begin{aligned} \mathbf{EIRP} &= P_{Tx} \text{ (dBm)} + G_{Tx} \text{ (dB)} - L_{fTx} \text{ (dB)} \\ &= 20 \text{ dBm} + 40,221 \text{ dB} - 0 \\ &= 60,221 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Jadi besar daya yang dipancarkan oleh sistem Pemancar adalah 60,221 dBm.

### **Free Space Loss (FSL)**

FSL adalah redaman yang terjadi diudara bebas, besarnya sendiri tergantung pada besarnya frekuensi yang digunakan dan panjangnya lintasan, untuk jarak 2.76 Km dan frekuensi 22,022 GHz, maka redaman pada ruang bebas diperoleh dengan persamaan

$$\begin{aligned} \mathbf{FSL} \text{ (dB)} &= 32,4 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log D_{(km)} \\ &= 32,4 + 20 \log (22022) + 20 \log (2.76) \end{aligned}$$

$$= 128,075 \text{ dB}$$

### **Isotropic Receive Level (IRL)**

IRL adalah *level* daya penerimaan antenna di SITE PUCANG GADING adalah sebagai berikut :

**EIRP** : 60,221 dBm

**FSL** : 128.075 dB

**IRL** = **EIRP** – **FSL**

$$= 60,221 \text{ dBm} - 128,075 \text{ dB}$$

$$= - 67,854 \text{ dBm}$$

Jadi penerimaan daya oleh antenna penerima sebesar -67,854 dBm.

### **Receive Signal Level (RSL)**

Besar daya yang diterima pada *receiver* di SITE PUCANG GADING adalah

**Gain antenna Rx** : 40,224 dB

**Loss feeder** : diabaikan =0

**IRL** : -67.854 dBm

Maka nilai RSL dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

**RSL** = **IRL** + **G<sub>Rx</sub>** – **L<sub>t</sub>**

$$= - 67,854 \text{ dBm} + 40,224 - 0$$

$$= -27,63 \text{ dBm}$$

### **Fade Margin ( FM )**

*Fade margin* dihitung dengan mempertimbangkan *receiver threshold* pada suatu *bit-error rate*

(BER) yang dikehendaki, Fade margin merupakan selisih daya penerimaan terhadap *threshold*, untuk daya penerimaan (RSL) = -27,63 dBm dengan *threshold* (-79,50 dBm) maka dapat dihitung dengan persamaan (2.8) :

$$\begin{aligned}
 FM &= RSL - Nth \\
 &= -27,63 \text{ dBm} - (-79,5 \text{ dBm}) \\
 &= 51,87 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

**Hasil Analisis Link budget**

Setelah dihitung dengan menggunakan persamaan – persamaan pada Bab II, hasil perhitungan sebagai berikut :

**Hasil perhitungan Link budget**

| NO | PARAMETER   | HASIL PERHITUNGAN       |                              |
|----|-------------|-------------------------|------------------------------|
|    |             | UP LINK<br>(22.022 GHz) | DOWN<br>LINK<br>(23.030 GHz) |
| 1  | GAIN ANTENA | 40.221dBi               | 40.609 dBi                   |
| 2  | EIRP        | 60.221 dBm              | 60.609 dBm                   |
| 3  | FSL         | 128.075 dB              | 128.463 dB                   |
| 4  | IRL         | -67,854 dBm             | -67.854 dBm                  |
| 5  | RSL         | -27.63 dBm              | -27.245 dBm                  |
| 6  | FADE MARGIN | 51.87 dB                | 52.255 dB                    |

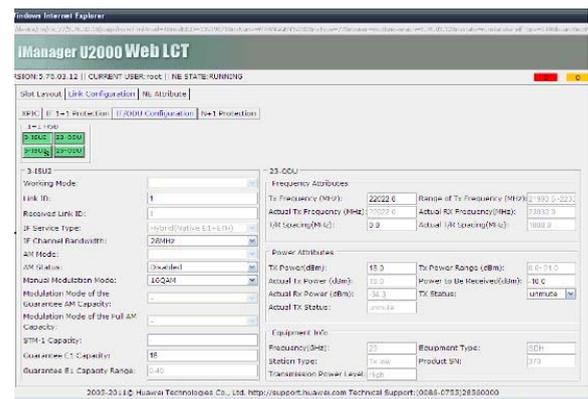
**Hasil Pengukuran Link budget dari Site Mranggen 2 menuju Site Pucang Gading**

Dari hasil pengukuran di lapangan Site Mranggen 2 to Pucang Gading dengan memasukkan data sesuai

dengan Link budget yang sudah direncanakan di awal, dimana site Mranggen 2 sebagai TX low sebagai berikut :

**Table Parameter Site Mranggen 2 to Pucang Gading**

| No | Parameter        | Keterangan |
|----|------------------|------------|
| 1  | Channel          | 28 MHZ     |
| 2  | Jenis Modulation | 16 QAM     |
| 3  | Frekuensi Kerja  | 22022 MHZ  |
| 4  | Power Transmit   | 18 dBm     |
| 5  | Equipment Type   | SDH        |



Gambar Link Configuration Site Mranggen 2 ke Site Pucang gading Didapatkan RSL (actual RX Power) - 34,3 dBm, masih masuk dalam range yang diharapkan sekitar ± 3dBm

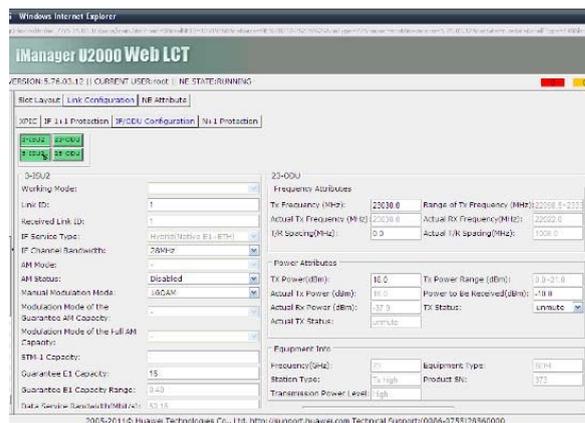
**Hasil Pengukuran Link budget dari Site Pucang Gading menuju Site Mranggen 2**

Untuk Hasil pengukuran di lapangan Site Pucang Gading to Site Mranggen 2 dengan memasukkan

data sesuai dengan *Link budget* yang sudah direncanakan di awal, dimana site Mranggen 2 sebagai *TX High* sebagai berikut :

Table Parameter Site Pucang Gading to Site Mranggen 2

| No | Parameter      | Keterangan |
|----|----------------|------------|
| 1  | <i>Channel</i> | 28 MHZ     |
| 2  | Jenis          | 16 QAM     |
| 3  | Frekuensi      | 23030 MHZ  |
| 4  | Power          | 18 dBm     |
| 5  | Equipment      | SDH        |



*Link Configuration* Site Pucang gading ke Site Mranggen 2

Didapatkan RSL (actual *RX Power*) - 37,9 dBm, Tidak masuk dalam range yang diharapkan sekitar  $\pm 3$ dBm

**DAFTAR PUSTAKA**

1. -----, “MW Network Planning Using Pathloss 4.0”. 2008 . PT. HUAWEI TECH.

2. -----.”Transmission Network Planning TNP COOK BOOK V1,1”. 2012. PT. HCPT.

3. ----- .”OPTIX RTN 950 V100R001C02 Product Documentation”. 2010. PT HUAWEI TECH.

4. *Imam Santoso*, Ajub Ajulian, Zahra Al Anwar. 2008. “Perancangan Jalur Gelombang Mikro 13 Ghz Titik Ke Titik Area Prawoto–Undaan Kudus”. Semarang: Teknik Elektro UNDIIP.

5. Sabilah Rusdy, 2009. “Analisa Perencanaan *Link Budget* Pada Jaringan Transmisi Gelombang Mikro Pada BTS BKKBN\_Halim Dengan BTS Trikora“. Jakarta :Teknik Elektro Universitas Suryadarma.

6. -----.Sistem Komunikasi Mikrowave LOS, 2010, PT Aplikanusa Lintasarta

7. Roger L.Freeman,”Telecommunication Transmission Handbook”, 1998, Wiley Int.Science

8. Gunnar Heine. 1998 “GSM Networks: Protocols, Terminology, and Implementation”, London
9. Simanjuntak, Tiur, Dasar-dasar Telekomunikasi , 1993 , ALUMNI Bandung
10. Rifki hartikas,ummi azizah s (2014) “Sistem Telekomunikasi Menggunakan Gelombang Mikro”, Jurnal Teknik Elektro ,Politeknik Negeri Malang Juni 2014
11. Sugeng Purbawanto (2011) “Pengaruh Fading Pada Sistem Komunikasi Gelombang Mikro Tetap Dan Bergerak” Jurnal Teknik Elektro Vol. 3 No.1 33 Januari - Juni 2011