

ANALISIS *LINK BUDGET* PADA PEMBANGUNAN BTS *ROOFTOP* CEMARA IV SISTEM TELEKOMUNIKASI SELULER BERBASIS GSM

Kevin Kristian Pinem, Naemah Mubarakah

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departement Teknik Elektro

Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara (USU)

Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 Indonesia

Email : kevinpinem@gmail.com

Abstrak

Teknologi informasi dan telekomunikasi merupakan teknologi yang pertumbuhannya sangat cepat. BTS merupakan jaringan yang dipakai untuk memenuhi kebutuhan telekomunikasi seluler. Salah satu yang harus diperhitungkan dalam membangun sebuah BTS adalah *link budget*. *Link budget* merupakan sebuah cara untuk menghitung mengenai semua parameter dalam transmisi sinyal mulai dari *gain* dan *loss* dari *transmitter* (Tx) sampai *receiver* (Rx) melalui media transmisi. Penelitian ini dilakukan pada BTS *Rooftop* yang berlokasi di Cemara IV. Adapun parameter yang dianalisis dalam *link budget* pembangunan BTS ini antara lain *Coverage*, *Fresnel Zone*, *Free Space Loss*, *Effective Isotropic Radiated Power* dan *Received Signal Level*. Analisis *link budget* dilakukan untuk memastikan bahwa *level* daya penerimaan lebih besar atau sama dengan *level threshold* ($RSL \geq R_{th}$). Setelah melakukan perhitungan seluruh parameter *link budget* maka diperoleh nilai RSL pada BTS pancing sebesar -31,2602 dBm dengan sensitivitas daya RAU (R_{th}) pada antena microwave BTS tersebut sebesar -76 dBm sedangkan nilai RSL pada MS sebesar -90,9799 dBm dengan sensitivitas MS (R_{th}) sebesar -101 dBm sehingga BTS Cemara IV layak *on air*.

Kata kunci : BTS, *Link Budget*, RSL

1. Pendahuluan

Teknologi informasi dan telekomunikasi merupakan salah satu teknologi yang pertumbuhannya sangat cepat. Hal ini ditandai dengan bertambahnya jutaan pelanggan sistem *wireless* (seluler) di dunia setiap tahunnya. *Global System for Mobile Communication* (GSM) adalah sebuah standar global untuk komunikasi bergerak digital. GSM merupakan teknologi infrastruktur untuk pelayanan telepon seluler digital. Jaringan GSM mempunyai arsitektur yang mengikuti standar *European Telecommunication Standard Institute* (ETSI) GSM 900 / GSM 1800. Performa jaringan GSM didukung oleh perangkat, salah satunya adalah *base transceiver station* [1].

BTS adalah salah satu infrastruktur yang cukup penting dalam menjaga kualitas jaringan (GSM). Dalam pembangunan suatu BTS diperlukan perhitungan yang tepat agar kualitas sinyal yang disampaikan ke pelanggan dari suatu operator jaringan seluler dapat diterima dengan

maksimal. Salah satu yang harus diperhitungkan dalam membangun sebuah BTS adalah *link budget*. *Provider* jaringan seluler memperhitungkan *link budget* dalam pembangunan BTS-nya [2]. Pada saat ini salah satu *provider* sedang melakukan pembangunan BTS di daerah pemukiman Cemara IV. Oleh karena pentingnya *link budget* pada suatu BTS maka peneliti tertarik untuk meneliti tentang *link budget* dalam pembangunan BTS *provider* operator jaringan seluler tersebut.

2. *Link Budget*

Link budget merupakan sebuah cara untuk menghitung mengenai semua parameter dalam transmisi sinyal, mulai dari *gain* dan *loss* dari Tx sampai Rx melalui media transmisi. *Link budget* ini dihitung berdasarkan jarak antara *transmitter* (Tx) dan *receiver* (Rx). *Link budget* juga dihitung karena adanya penghalang antara Tx dan Rx misal

gedung atau pepohonan. *Link budget* merupakan perhitungan level daya yang dilakukan untuk memastikan bahwa level daya penerimaan lebih besar atau sama dengan level *threshold* ($RSL \geq Rth$) [3].

Adapun parameter yang perlu diperhitungkan dalam perhitungan link budget antara lain *Coverage*, *Fresnel Zone*, *Free Space Loss*, *Effective Isotropic Radiated Power* dan *Received Signal Level* [4].

2.1 Coverage

Coverage merupakan jarak cakupan dari suatu BTS terhadap pengguna disekitar BTS tersebut. Pada perhitungan *coverage* terdapat parameter yang mempengaruhi kondisi propagasi suatu kanal *wireless* yaitu *Path Loss*. *Path loss* merupakan komponen penting dalam perhitungan dan analisis *link budget* sistem telekomunikasi seluler GSM. *Path Loss* adalah *loss* yang terjadi ketika data / sinyal melewati media udara dari antenna pemancar ke antenna penerima dalam jarak tertentu. *Path loss* dapat timbul disebabkan oleh banyak faktor, seperti kontur tanah, lingkungan yang berbeda, medium propagasi (udara yang kering atau lembab), jarak antara antenna pemancar dengan penerima, lokasi dan tinggi antenna. Persamaan Okumura-Hata digunakan untuk daerah urban, baik pada *downlink* dan *uplink* yang ditunjukkan dalam persamaan berikut ini [5] :

$$L_{50} = [69,55 + 26,16 \times \log(f)] - 13,82 \times \log(ht) - A(hr) + [44,9 - 6,55 \times \log(ht)] \times \log(d) \quad (1)$$

Dimana :

$$A(hr) = 3,2 \times [\log(11,75) \times hr]^2 - 4,97 \quad (2)$$

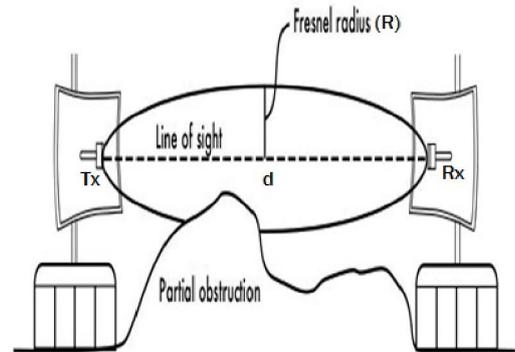
Keterangan :

- L_{50} : *Path Loss* Okumura Hata (dB)
- f : Frekuensi (MHz)
- ht : Tinggi Antena (m)
- d : Jarak Tx-Rx (km)
- $A(hr)$: Faktor Koreksi (m)
- hr : Tinggi Antena Penerima (m)

2.2 Fresnel Zone

Fresnel Zone adalah area di sekitar garis lurus antar alat yang digunakan untuk rambatan gelombang. *Fresnel zone* merupakan tempat kedudukan titik sinyal tidak langsung yang berbentuk elips dalam lintasan propagasi gelombang radio, *Fresnel* pertama merupakan

daerah yang mempunyai *fading multipath* terbesar, sehingga diusahakan untuk daerah *Fresnel* pertama dijaga agar tidak dihalangi oleh *obstacle* dimana R merupakan jari-jari *Fresnel* pertama yang bebas dari *obstacle* atau zona aman agar kedua antenna *microwave* yang telah LOS dapat saling bertransmisi dengan baik, d merupakan jarak kedua antenna seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Daerah *Fresnel Zone*

Secara matematis daerah *Fresnel* dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini [6] :

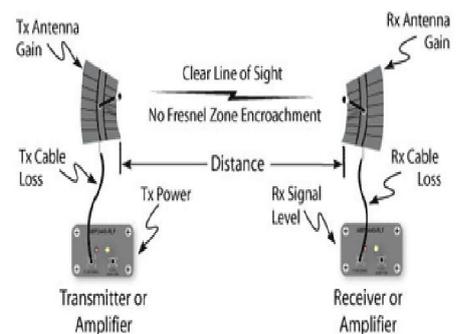
$$R = 17,32 \times \sqrt{\frac{d}{4f}} \quad (3)$$

Keterangan :

- R : Radius dari *Fresnel Zone* (m)
- d : Jarak antara Tx-Rx (km)
- f : Frekuensi (GHz)

2.3 Free Space Loss (FSL)

FSL merupakan redaman ruang bebas dimana terjadi penurunan daya gelombang radio selama merambat di ruang bebas. Redaman ini dipengaruhi oleh besar frekuensi dan jarak antara titik antenna pengirim dan antenna penerima *base station* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 *Free Space Loss*

Untuk memperoleh nilai *free space loss* digunakan persamaan berikut ini [2] :

$$FSL = 32,45 + 20 \log f + 20 \log d \quad (4)$$

Keterangan :

FSL : Rugi-rugi Propagasi di Udara (dB)
 f : Frekuensi Operasi (MHz)
 d : Jarak Tx – Rx (Km)

2.4 Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)

Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) merupakan nilai daya yang dipancarkan oleh antenna isotropis untuk menghasilkan puncak daya yang diamati pada arah radiasi maksimum penguatan antenna.

Untuk memperoleh nilai EIRP digunakan persamaan berikut ini [2] :

$$EIRP = P_{TX} + G_{TX} - L_{TX} \quad (5)$$

Keterangan :

EIRP : *Effective Isotropic Radiated Power* (dBm)
 P_{TX} : Daya Pancar (dBm)
 G_{TX} : Penguatan Antena Pemancar (dBi)
 L_{TX} : Rugi-rugi Transmisi (dB)

2.5 Received Signal Level (RSL)

RSL (*Received Signal Level*) adalah level sinyal yang diterima di penerima dan nilainya harus lebih besar dari sensitivitas perangkat penerima ($RSL \geq R_{th}$). Sensitivitas perangkat penerima merupakan kepekaan suatu perangkat pada sisi penerima yang dijadikan ukuran *threshold* [4].

Nilai RSL yang dapat diterima oleh antenna *microwave* dapat dihitung dengan persamaan berikut ini [2] :

$$RSL = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - Path Loss + G_{RX} - L_{RX} \quad (6)$$

Nilai RSL yang dapat diterima oleh antenna *mobile* (MS) dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$RSL = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - FSL + G_{RX} - L_{RX} \quad (7)$$

Keterangan :

RSL : *Received Signal Level* (dBm)
 P_{TX} : Daya Antena Pemancar (dBm)
 L_{TX} : Rugi-rugi Kabel pada Antena Pemancar (dB)

G_{TX} : Penguatan Antena *Transmitter* (dBi)

G_{RX} : Penguatan Antena *Receiver* (dBi)

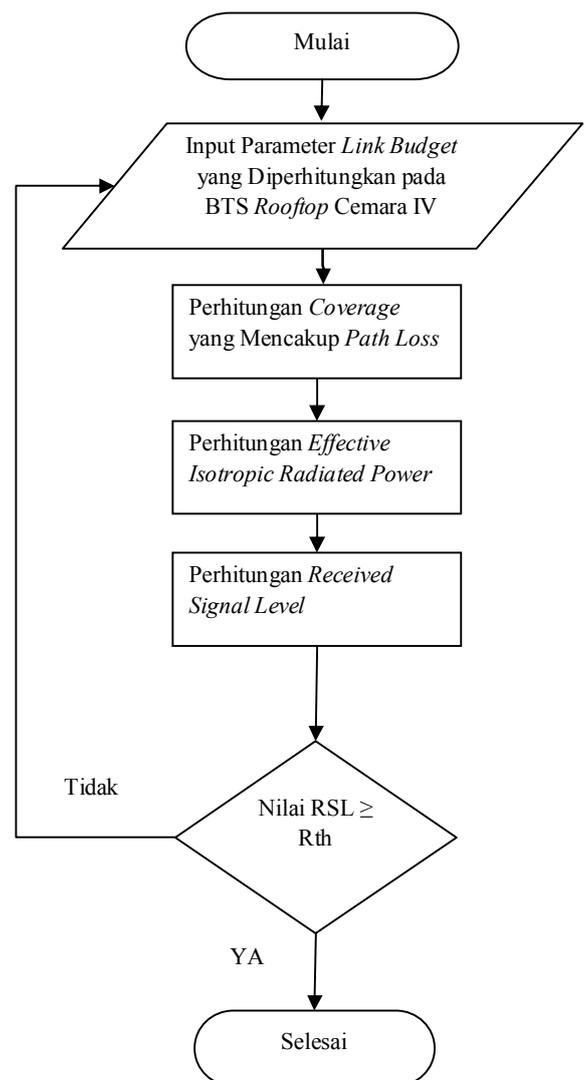
L_{RX} : Rugi-rugi Kabel pada Antena Penerima (dB)

FSL : Rugi-rugi Propagasi Ruang Bebas antara BTS-BTS (dB)

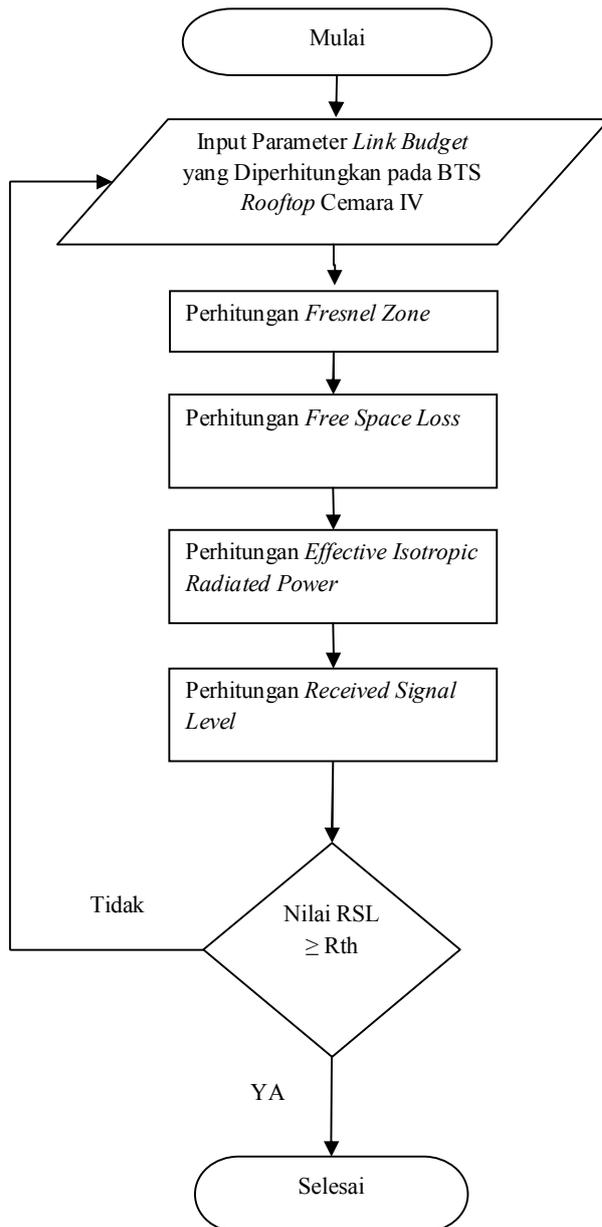
Path Loss : Rugi-rugi Propagasi Ruang Bebas antara BTS-MS (dB)

3. Metode Penelitian

Adapun diagram alir dari proses *link budget* dijelaskan dalam bentuk *flowchart* seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Flowchart Analisis Link Budget Antara BTS dengan MS (Antena Sektoral)



Gambar 4 Flowchart Analisis Link Budget Antara BTS dengan BTS (Antena Microwave)

4. Data dan Analisis

Link budget dilakukan pada setiap BTS yang dibangun dengan cara menyesuaikan setiap parameter BTS yang mempengaruhi pengiriman dan penerimaan sinyal. Oleh karena pentingnya penyesuaian link budget tersebut, provider telah menetapkan nilai dari beberapa parameter link budget untuk kemudian dijadikan acuan standarisasi pembangunan BTS. Adapun

parameter-parameter link budget yang sudah menjadi ketetapan standarisasi pembangunan BTS dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai Parameter Link Budget yang Menjadi Standarisasi Pembangunan BTS salah satu provider jaringan seluler.

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Power RRU	46,02	dBm
2	Power RAU	10	dBm
3	Power MS	30	dBm
4	Sensitivitas RRU (Rth Antena Sektoral)	-107	dBm
5	Sensitivitas RAU (Rth Antena Microwave)	-76	dBm
6	Sensitivitas MS (Rth Antena Mobile)	-101	dBm
7	Gain Antena Sektoral Tong Yu TDQ182020DE-65F	20	dBm
8	Gain Antena Microwave 0.6D 23 GHz	36,6	dBi
9	Gain MS	2	dB
10	Tinggi Antena MS	1,5	M
11	Frekuensi Antena Sektoral Tong Yu TDQ182020DE-65F	1825	MHz
12	Frekuensi Antena Microwave 0.6D 23 GHz	23	GHz
13	Loss Konektor Antena Sektoral	0,2	dB
14	Loss Konektor RRU	0,2	dB
15	Loss Body MS	0,2	dB

Penelitian ini dilakukan pada BTS Rooftop salah satu provider jaringan seluler yang berlokasi di Cemara IV yang terhubung langsung dengan BTS terdekatnya yaitu BTS Pancing. Adapun parameter yang dianalisis dalam link budget pembangunan BTS pada paper ini adalah Coverage (Path Loss), Fresnel Zone, Free Space Loss (FSL), Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) dan Received Signal Level (RSL). Analisis link budget dilakukan untuk menghitung level daya penerimaan (received signal level) dengan memastikan bahwa level daya penerimaan (received signal level) lebih besar atau sama dengan level threshold ($RSL \geq Rth$).

Berdasarkan analisis link budget yang dilakukan, diperoleh nilai dari setiap parameter yang diteliti. Nilai path loss Okumura-Hatta saat downlink sebesar 168,41998 dB dengan jarak cakupan antena sektoral sejauh 5,98252 Km dan nilai path loss Okumura-Hatta saat uplink sebesar 158,39995 dB dengan jarak cakupan antena MS

sejauh 3,17281 Km. Nilai jari-jari *Fresnel* dari perhitungan *Fresnel Zone* pertama yang mutlak tidak ada gangguan *obstacle* adalah sebesar 1,13418 m. Nilai FSL antara BTS Cemara IV ke BTS Pancing adalah sebesar 114,4602 dB. Daya maksimum (EIRP) yang dapat dipancarkan oleh antena sektoral sebesar 65,62 dBm dan daya maksimum (EIRP) yang dapat dipancarkan antena *microwave* sebesar 46,61 dBm. Setelah melakukan perhitungan seluruh parameter *link budget* maka diperoleh nilai RSL pada BTS pancing sebesar -31,2602 dBm dengan sensitivitas daya RAU pada antena *microwave* BTS tersebut sebesar -76 dBm sedangkan nilai RSL pada MS sebesar -90,9799 dBm dengan sensitivitas MS sebesar -101 dBm sehingga BTS Cemara IV *on air*.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis pada tugas akhir yang berjudul "Analisis *Link Budget* Pada Pembangunan BTS *Rooftop* Cemara IV Sistem Telekomunikasi Seluler Berbasis GSM", Penulis dapat menarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. *Link budget* merupakan perhitungan level daya yang dilakukan untuk memastikan bahwa level daya penerimaan (*received signal level*) lebih besar atau sama dengan level daya *threshold* ($RSL \geq Rth$).
2. Parameter *link budget* yang dapat mempengaruhi *received signal level* dalam membangun sebuah BTS *provider* adalah *coverage*, *fresnel zone*, *free space loss*, dan *effective isotropic radiated power*.
3. Perhitungan FSL dapat dilakukan jika kedua antena *microwave* BTS yang terhubung dalam kondisi *Line Of Sight* (LOS) dan jari-jari *Fresnel* pertama pada kedua antena *microwave* BTS tersebut bebas dari *obstacle* atau LOS.
4. Berdasarkan analisis perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai RSL pada BTS pancing sebesar -31,2602 dBm dengan sensitivitas daya RAU pada antena *microwave* BTS tersebut sebesar -76 dBm sedangkan nilai RSL pada MS sebesar -90,9799 dBm dengan sensitivitas MS sebesar -101 dBm.
5. Berdasarkan nilai RSL yang diperoleh melalui analisis *link budget* BTS Cemara IV,

diperoleh nilai RSL lebih besar daripada nilai *Rth* sehingga BTS Cemara IV *on air*.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Herry Pinem dan Sadarita Sitepu selaku orang tua Penulis, PT. Wahana Multitron dan Pihak Provider untuk data dan dukungan yang diberikan, Ir. Zulfin MT dan Dr. Ali Hanafiah Rambe ST, MT selaku dosen penguji serta teman-teman penulis yang sudah memberikan dukungan selama pembuatan tulisan ini.

7. Daftar Pustaka

- [1] Mikko Saily, Guillaume Sbire, Dr. Eddie Riddington. 2009. *GSM/EDGE Evolution and Performance*. Willey.
- [2] Freeman, Roger L. 1991. *Telecommunication Transmission Handbook Third Edition*. New York: John Willey & Sons, Inc.
- [3] Anonim. 2012. Modul 3. "*Link Budget*". Universitas Mercu Buana.
- [4] Anonim. 2012. Modul 5. "*Perhitungan Daya Terima*". Universitas Mercu Buana.
- [5] Kosala, Akhmad. "*Memahami Fresnel Zone*"<http://akhmadkosala.blogspot.com/2014/01/memahami-fresnel-zone.html>. Tanggal Akses : 8 Juni 2014.