

Perhitungan Link Budget Satelit Telkom-1

Roesdy Saad¹, Kun Fayakun¹, & Harry Ramza¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA, Jakarta.
Jalan Limau II, Kebayoran Baru, Jakarta 12130. Indonesia.
Telp: +62-21-7256659, Fax: +62-21-7256659, Hp.+6281808345715

Abstrak

Paper ini menerangkan tentang Link Budget yang merupakan parameter penting dalam perancangan link komunikasi satelit. Untuk menghitung suatu link budget maka komponen yang harus diperhatikan adalah payload satelit, stasiun bumi dan jalur propagasi. Perhitungan link budget akan menentukan kualitas dari komunikasi. Data yang dihasilkan berupa nilai-nilai yang terdapat pada komponen-komponen satelit yaitu Gain antenna, EIRP, G/T, C/N yang dipengaruhi oleh redaman seperti hujan, ruang bebas, redaman atmosfer, pointing loss.

Kata kunci : Satelit Telkom I, Link Budget

1 PENDAHULUAN

Link Budget dapat dilakukan secara manual untuk memastikan kecocokan dari hasil yang telah didapat dari perangkat lunak. Perhitungan Link Budget menentukan tingkat keberhasilan dari sebuah komunikasi yang dilakukan. Nilai yang didapatkan merupakan hasil perhitungan dari beberapa komponen yang dimiliki oleh satelit ataupun lingkungan sekitar yang dipengaruhi oleh hujan, ruang bebas, redaman atmosfer serta pointing loss.

2 PENGERTIAN LINK BUDGET

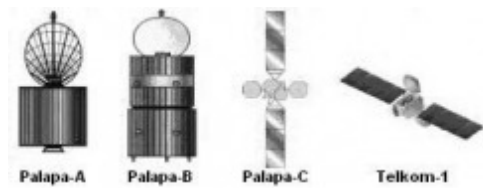
Perhitungan link budget merupakan perhitungan level daya yang dilakukan untuk memastikan bahwa level daya penerimaan lebih besar atau sama dengan level daya yang dikirrimkan. Tujuannya untuk menjaga keseimbangan gain dan loss dari antenna pemancar (Tx) ke antenna penerima (Rx).

Parameter-parameter pada link budget:

- EIRP (Effective Isotropic Radiated Power) merupakan daya maksimum
- gelombang sinyal mikro pada antenna pemancar(Tx).
- G/T merupakan antara penguatan penerimaan antenna dengan noise temperature system penerimaan yang menunjukkan kualitas suatu system penerimaan sinyal.

- FSL (Free Space Loss) merupakan redaman yang muncul akibat perambatan sinyal dari pemancar ke penerima melalui ruang hampa pada komunikasi satelit.
- Rain attenuation (redaman hujan) yang dipengaruhi oleh frekuensi yang digunakan, curah hujan dan jarak lintasan propagasi yang melalui hujan.
- SFD (Saturated Flux Density) merupakan rapat daya maksimum yang diterima oleh antenna satelit dari stasiun bumi yang menghasilkan nilai EIRP saturasi dari system satelit
- PFD (Power Flux Density) menunjukkan besar daya yang dipancarkan suatu dari terminal bumi yang dapat diterima satelit.
- PAD (Programmable Attenuation Device) merupakan redaman transponder yang ditambahkan pada rapat daya densitas (PFD) yang diterima satelit.
- IBO dan OBO (Input Back Off dan Output Back Off) menunjukkan penempatan titik kerja dibawah saturasi, yang masih berada pada kelinieran daerah kerja dari penguat transponder satelit.
- C/N (Carrier To Noise) merupakan perbandingan antara daya sinyal pembawa dengan derau yang diterima.
- Gain merupakan penguatan daya pada antenna baik pemancar (Tx) maupun penerima (Rx).

Pada gambar 1 dibawah ini, merupakan Satelit-satelit yang dioperasikan oleh PT. TELKOM berupa Palapa A, Palapa B, Palapa C dan Telkom-1.



<http://belajarvsat.files.wordpress.com/2008/12/satelit2.jpg>

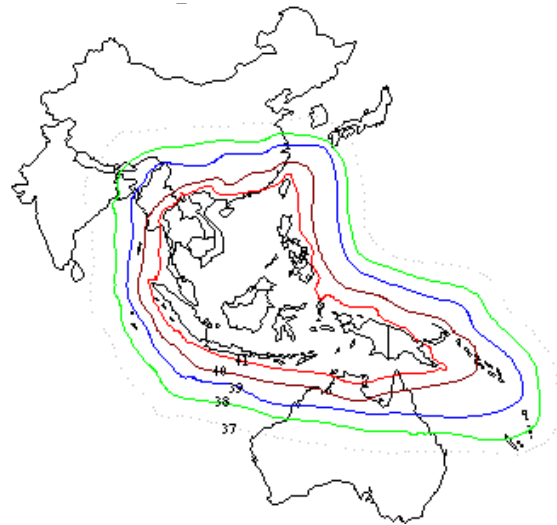
Gambar 1 Satelit Telkom 1

Gambar diatas merupakan perbandingan satelit yang digunakan PT. TELKOM dari Palapa A dan B yang memiliki solar sel pada badannya dan satelit Palapa C dan Satelit TELKOM-1 yang memiliki solar sel pada bagian sayapnya, yang berfungsi sebagai penggerak satelit.

Tabel 1 Alokasi frekuensi yang digunakan oleh satelit.

Frekuensi	Keunggulan	Kekurangan
C-Band	<ul style="list-style-type: none"> World wide availability Teknologi yang termurah Tahan dari redaman hujan 	<ul style="list-style-type: none"> Antena berukuran relatif lebih besar Rentan terhadap interferensi dari satelit tetangga dan terrestrial microwave
Ku-Band	<ul style="list-style-type: none"> Kapasitas relatif besar Antena berukuran relatif lebih kecil (0,6 – 1,8 m) 	<ul style="list-style-type: none"> Rentan dari redaman hujan Availability terbatas (faktor regional)

Cakupan TELKOM 1

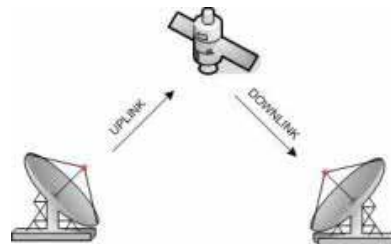


Gambar 2. Daerah Penerimaan Frekuensi Satelit TELKOM-1

Cakupan Satelit Telkom-1 meliputi seluruh Indonesia dan Asia Tenggara, hingga ke Hongkong, Taiwan, Papua Nugini dan Australia Utara.

Tabel 2. Perbandingan Sistem Satelit Domestik Indonesia

Nama	Palapa-A	Palapa-B	Palapa-C	Telkom-1
Type	HS-333	HS-376	HS-601	LM-A2100
Kapasitas	12 Transponder	24 Transponder	34 Transponder	36 Transponder
EIRP	30 dBW	33 dBW	37 dBW	38/41 dBW
G/T	1 dBK	1 dBK	1 dBK	1 dBK
Reliability	0.7	0.7	0.75	0.8
Life Time	7 Tahun	9 Tahun	12 Tahun	15 tahun
Peluncur	Delta 2914	Space Shuttle	Ariane-4	Ariane-5
Gambaran Visual				



<http://belajarvsat.files.wordpress.com/2008/12/updwn.jpg>

Gambar 3. Sistem Transmisi Satelit

Gambar di atas menunjukkan cara kerja system transmisi satelit yaitu Antena Pemancar (Tx) mengirimkan data melalui sinyal IF kemudian sinyal tersebut diterima oleh Satelit yang berfungsi sebagai penguat sinyal yang dikirimkan agar dapat sampai ke antenna penerima (Rx), kemudian antenna penerima (Rx) menerima data yang dikirimkan dari satelit.

3 PERHITUNGAN LINK BUDGET SATELIT TELKOM-1

PARAMETER SATELIT TELKOM 1

Posisi	108 bujur timur
EIRP	41 dBw
SFD	-105 dBw/Hz
G/T	2dB
PAD	10 dB
IBO	3 dB
OBO	2.5 dB
EIRP	41 dBw
Frekuensi Up-Link	5925 Mhz
Frekuensi Down-Link	3700 Mhz
Jumlah Transponder	36
Jarak dari Bumi	36.000 km
Burst rate	2048 kbps
FEC	$\frac{3}{4}$
Mod. RF	QPSK

Parameter- parameter diatas merupakan standar nilai yang dimiliki satelit Telkom-1 yang akan digunakan untuk menghitung Link Budget satelit tersebut.

Antenna up-link berdiameter 7 meter dan down-link 10 meter, masing- masing efisiensi antenna adalah 60%. Jarak bumi ke satelit 36.000 km Temperature system 70⁰ K. Redaman Atmosfer 0,02 dB. Redaman Hujan Up-Link 0,17 dB dan Redaman Hujan Down-Link 0,5 dB. Maka perhitungannya adalah

1. Analisis Up-Link

- Jumlah Gelombang pembawa = 36 buah
 $10 \log \text{jumlah transponder} = \dots\dots\dots(1)$
 $10 \log 36 = 15,56 \text{ dB}$
- IBO/gelombang pembawa
 $\text{IBO} - \text{jumlah gel. Pembawa} \dots\dots\dots(2)$
 $-3 - 15,56 = 18,56 \text{ dB}$
- Fluks Density Satelit

$$\begin{aligned} \text{Fluks Density} &= \text{FD} \\ \text{FD} &= \text{SFD} - \text{IBO/gel. Pembawa} \dots\dots(3) \\ \text{FD} &= -105 - 18,56 = -123,56 \text{ dBw/m}^2 \end{aligned}$$

- $\text{FD} = \text{EIRP} - 10 \log (4\pi R^2) \dots\dots\dots(4)$
 $\text{FD} = \text{EIRP} - 10 \log (4\pi (36000000^2))$
 $= \text{EIRP} - 162,12$
- $\text{EIRP} = -123,56 + 162,12$
 $= 38,56 \text{ dBw}$
- $\text{Gain up-link} = 20,4 + 20 \log D + 20 \log F + 10 \log \mu \dots\dots\dots(5)$
 $= 20,4 + 20 \log 7 + 20 \log 5,925 + 10 \log 0,6$
 $= 20,4 + 16,9 + 15,45 + (-2,22)$
 $= 50,53 \text{ dB}$
- Power HPA yg dibutuhkan :
 $P = \text{EIRP} - \text{Gain Up-Link} + \text{Loss yang terjadi} \dots\dots\dots(6)$
 $= 38,56 - 50,53 + (0,02 + 0,17)$
 $= -11,78 \text{ dBw}$
 $P = 10^{1,178}$
 $= 15,07 \text{ watt}$
- $\text{Free Space Loss (FSL)} = 32,44 + 20 \log D + 20 \log F \dots\dots\dots(7)$
 $= 32,44 + 20 \log 36000 + 20 \log 5925$
 $= 32,44 + 91,13 + 75,45$
 $= 199,02 \text{ dB}$
- $\text{C/N} = \text{EIRP} - L_{fs} + G_r/T - L - k \dots\dots(8)$
 $= 38,56 - 199,02 - 2 - 0,19 + 228,6$
 $= 65,95 \text{ dB}$

2. Analisa Down-Link

- EIRP satelit : 41 dBw
- OBO Gelombang pembawa =
 $\text{OBO} - \text{jumlah gel. Pembawa} \dots\dots\dots(9)$
 $-2,5 - 15,56 = -18,06 \text{ dB}$
- EIRP setiap gelombang pembawa =
 $\text{EIRP} - \text{OBO gel.pembawa} \dots\dots\dots(10)$
 $41 - 18,06 = 22,94 \text{ dBw}$
- $\text{Gain down-link} = 20,4 + 20 \log D + 20 \log F + 10 \log \mu$
 $= 20,4 + 20 \log 10 + 21$

$$\begin{aligned} & \log 3,7 + 10 \log 0,6 \\ & = 20,4 + 20 + 11,36 + \\ & \quad (-2,22) \\ & = 49,54 \text{ dB} \end{aligned}$$

- G/T di penerima :

$$\begin{aligned} G/T &= Gr/Ts \dots \dots \dots (11) \\ &= Gr - 10 \log Ts \text{ (dB/K)} \\ &= 49,54 - 10 \log 70 \\ &= 49,54 - 18,45 \\ &= 31,09 \text{ dB} \end{aligned}$$

- Free Space Loss (FSL)

$$\begin{aligned} &= 32,44 + 20 \log \\ & \quad D + 20 \log F \\ &= 32,44 + 20 \\ & \quad \log 36000 + 20 \log 3700 \\ &= 32,44 + 91,13 + 71,36 \\ &= 194,93 \text{ dB} \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned} C/N &= EIRP - Lfs + Gr/T - L - k \\ &= 22,94 - 194,93 + 31,09 - (0,02 + \\ & \quad 0,5) + 228,6 \\ &= 87,15 \text{ dB} \end{aligned}$$

3. C/N Sistem =

$$\frac{1}{C/N} = \frac{1}{(C/N)_{up}} + \frac{1}{(C/N)_{dw}} \dots \dots \dots (12)$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{\frac{3,936 \times 10^6}{2,54 \times 10^{-7}} + \frac{5,18 \times 10^8}{1,93 \times 10^{-9}}} \\ &= \frac{1}{2,5593 \times 10^{-7}} \\ (C/N)_o &= \frac{1}{2,5593 \times 10^{-7}} \\ &= 3,9 \times 10^6 \\ &= 10 \log 3,9 \times 10^6 \\ &= 65,91 \text{ dB} \end{aligned}$$

4. Eb/No = C/No x 1/Rbs.....(13)

$$\begin{aligned} &= 65,91 - 1/(2048 \times 10^3) \times \frac{1}{2} \\ &= 65,91 - (10 \log 9,766 \times 10^{-7}) \\ &= 65,91 - 60,1 \\ &= 5,81 \text{ dB} \end{aligned}$$

5 MENGHITUNG SUDUT ELEVASI DAN AZIMUT

Tabel 3 Daerah Cakupan Satelit TELKOM-1 Berdasarkan Sudut Longitude dan Latitude

No	Kota	Longitude	Latitude
1	Banda Aceh	95,42 E	5,51 N
2	Medan	98,75 E	3,65 N
3	Padang	100,35 E	0,86 S
4	Palembang	104,65 E	2,86 S
5	Jambi	103,65 E	1,63 S
6	Bengkulu	102,31 E	3,8 S
7	Pekanbaru	101,43 E	0,41N
8	Bandar Lampung	105,44 E	5,33S
9	Jakarta	106,85 E	6,26 S
10	Bandung	107,5 E	6,86 S
11	Semarang	110,36 E	6,90 S
12	Yogyakarta	110,36 E	7,8 S
13	Surabaya	112,76 E	7,35 S
14	Denpasar	111,98 E	8,46 S
15	Mataram	116,10 E	8,55 S
16	Kupang	123,65 E	10,15 S
17	Dilli	125,55 E	8,44 S
18	Samarinda	117,15 E	0,35 S
19	Pontianak	109,36 E	0,07 S
20	Banjarmasin	114,72 E	3,43 S
21	Palangkaraya	113,93 E	2,26 S
22	Makasar	119,53 E	5,05 S
23	Manado	124,92 E	1,55 N
24	Kendari	122,58 E	3,93 S
25	Palu	120,11 E	0,98 S
26	Ambon	128,08 E	3,7 S
27	Jayapura	140,53 E	2,57 S
28	Merauke	140,38 E	8,46 S
29	Singapura	103,83 E	1,3 N
30	Kualalumpur	101,7 E	3,18 N
31	Bd Sribegawan	114,93 E	4,95 N
32	Manila	120,95 E	14,36 N
33	Bangkok	100,52 E	13,75 N
34	Phnom Penh	104,54 E	11,57 N
35	Port Moresby	147,13 E	9,45 S
36	Hongkong	113,87 E	22 N

37	Darwin	58,97 W	51,87 S
38	Taipe	121,48 E	25 S

Jakarta 6,26 LS 106,85 BT
 SATELIT TELKOM I 108 BT

I. Cari Longitude Difference

$$L = 106,85 - 108 = -1,15$$

II. Cari Sudut Azimut

$$\text{Elevasi} = \arctan \cos 6,26 \cos 1,15 = 0,151$$

$$\text{Art tan } \frac{\sqrt{1 - \cos^2 6,26} \cos^2 1,15}{\sqrt{1 - \cos^2 1,15}} = 0,99404$$

$$1 + \cos 2(6,26) = 1 + \cos 12,52 = 1 + 0,97622$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} = 0,98811$$

$$1 + \cos 2(1,15) = 1 + \cos 2,3 = 1 + 0,99919$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} = 0,99959$$

$$0,98811 \times 0,99959 = 0,98771$$

$$\sqrt{1 - 0,98771} = \sqrt{0,01129} = 0,10625$$

$$= \arctan 0,84283$$

$$= \arctan 0,10625$$

$$= 82,815^\circ$$

III. Cari Sudut Azimut

$$\text{Azimut} = \arctan \tan 1,15$$

$$= \arctan \frac{\sin 6,26}{0,02007}$$

$$= \arctan 0,10904$$

$$= 10,429^\circ$$

6 SIMPULAN

1. Satelit TELKOM-1 memiliki orbit 108° BT
2. Cakupan satelit TELKOM-1 cukup luas sehingga dapat menunjang aktifitas telekomunikasi antar daerah ataupun negara dengan menentukan arah antena penerima sesuai dengan sudut azimut dan elevasinya
3. HPA yang harus diberikan sebesar 15,07 watt
4. C/N up-link yang dimiliki sebesar 65,95 dB
5. C/N down-link yang dimiliki sebesar 87,15 dB
6. C/N yang dimiliki satelit TELKOM-1 dari C/N up-link dan down-link sebesar 65,91 dB
7. Eb/No yang didapat dari perhitungan di atas 5,81 dB

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Uplatda Makassar, "Operasi dan Pemeliharaan Transmisi Satelit", Telkom Training Center
- [2] <http://elreg-05.blogspot.com/.../analisa-interferensi-fm-terhadap-link.html>
- [3] <http://www.ittelkom.ac.id/.../index.php?view...satelit>
- [4] <http://www.ittelkom.ac.id/library/index.php?option=com>
- [5] <http://www.elektroindonesia.com/elektro/ut25.html>
- [6] <http://belajarvsat.files.wordpress.com/2008/12/satelit2.jpg>