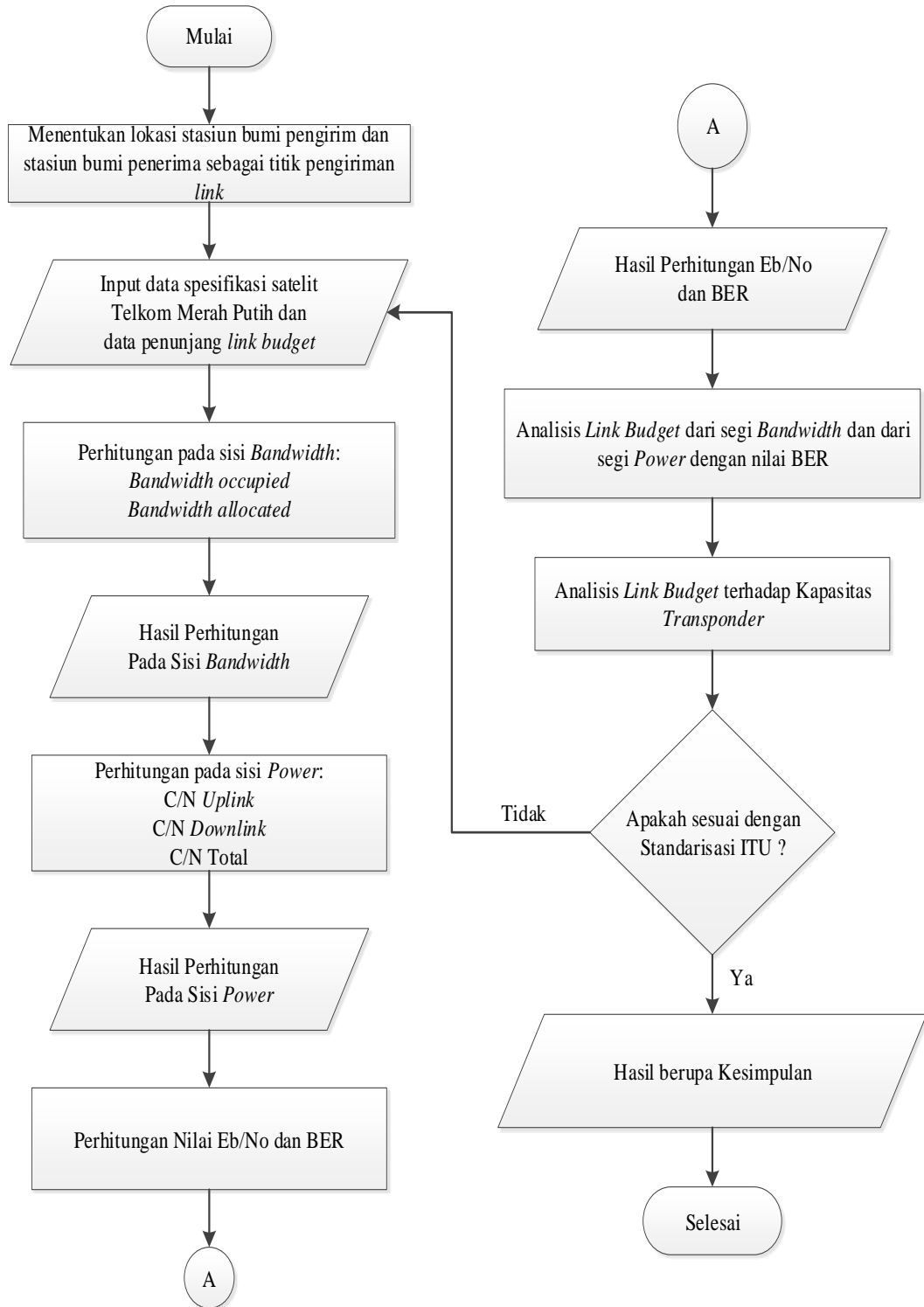


## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. ALUR PENELITIAN



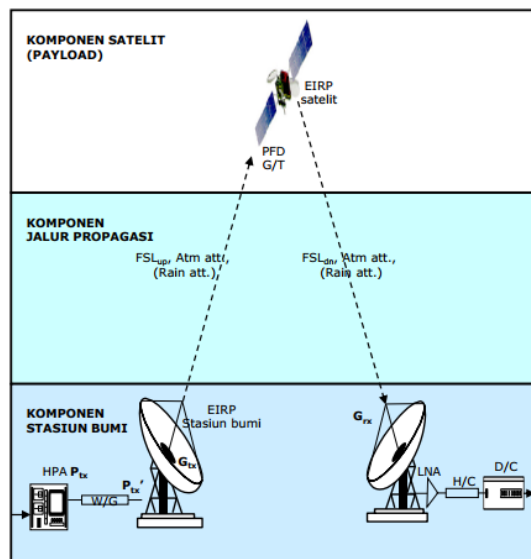
Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

### 3.2. ALAT YANG DIGUNAKAN

Pada penelitian ini menggunakan suatu perangkat lunak yang digunakan untuk mendapatkan nilai EIRP satelit operasi dan HPA *power* yaitu Satmaster. Untuk proses perhitungan *link budget* menggunakan *software Microsoft excel* baik dari segi *bandwidth* maupun dari segi *power*. Dalam segi *power* untuk mengetahui nilai C/N total. Sedangkan dari segi *bandwidth* untuk mengetahui hasil yang optimal yaitu dengan cara melakukan perhitungan pada modulasi BPSK, QPSK, 8PSK, dan 16QAM. Menggunakan modem comtech CDM 570A untuk mengetahui Eb/No threshold yang digunakan sesuai FEC yang terpakai. Menggunakan *software* MATLAB R2016a untuk menampilkan grafik yang diperoleh dari hasil perhitungan *link budget*.

### 3.3. KOMPONEN LINK BUDGET SATELIT

*Link budget* satelit merupakan suatu metode dalam perhitungan *link* dalam perencanaan dan pengoperasian jaringan komunikasi menggunakan satelit. Dengan menghitung setiap parameter yang terdapat didalamnya diharapkan akan diperoleh *link* satelit yang optimal dan efisien. Pada proses perhitungan ini ada beberapa komponen yang perlu diketahui, sehingga dapat mengetahui parameter-parameter dalam menghitung *link budget* satelit.



Gambar 3.2 Komponen Sistem Komunikasi Satelit[23]

Komponen itu terdiri dari komponen satelit (*payload*), komponen jalur propagasi, dan komponen stasiun bumi. Dimana dalam komponen-komponen

tersebut terdapat parameter-parameter yang akan dihitung dan dianalisa sesuai dengan standar dari ITU-R. Parameter-parameter tersebut adalah EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*), *propagation loss*, *azimuth* dan *elevasi*, *slant range*, G/T, *antenna pointing loss*, IBO (*input backoff*) dan OBO (*output backoff*), pemilihan teknik modulasi, *carrier to noise*, Eb/No.

### 3.4. PENGUMPULAN DATA

Pada skripsi ini penulis melakukan penelitian pada satelit Merah Putih. Satelit Merah Putih merupakan satelit yang dioperasikan oleh PT. Telkom Tbk, dalam proses pengambilan data dilakukan pada Stasiun Pengendali Utama satelit (SPU). SPU merupakan tempat pengendali satelit yang ada di Indonesia dan salah satunya dimiliki oleh PT. Telkom Tbk. Dalam proses pengambilan data dilakukan diskusi dengan karyawan di SPU dan didukung bantuan *website* yang menentukan letak satelit dan penelitia-penelitian yang terkait dengan parameter yang dirumuskan sebelumnya. Selain itu, diketahui bahwa penggunaan satelit ini ditunjukan untuk menganalisis pengiriman data dari stasiun bumi Bogor, Jawa Barat ke penerima yang berada di Kupang, Nusa Tenggara Timur.

#### 3.4.1. Parameter Satelit

Satelit Telkom 4 (Merah Putih) memiliki *coverage* Indonesia dan Asia Tenggara yang mencakup wilayah *C-Band*. Dengan memiliki jumlah *transponder* 60 *transponder*. Berdasarkan perumusan yang diuraikan pada bab 2, maka dapat dilakukan analisis dengan mengacu pada data teknik Satelit Telkom 4 sebagai berikut:

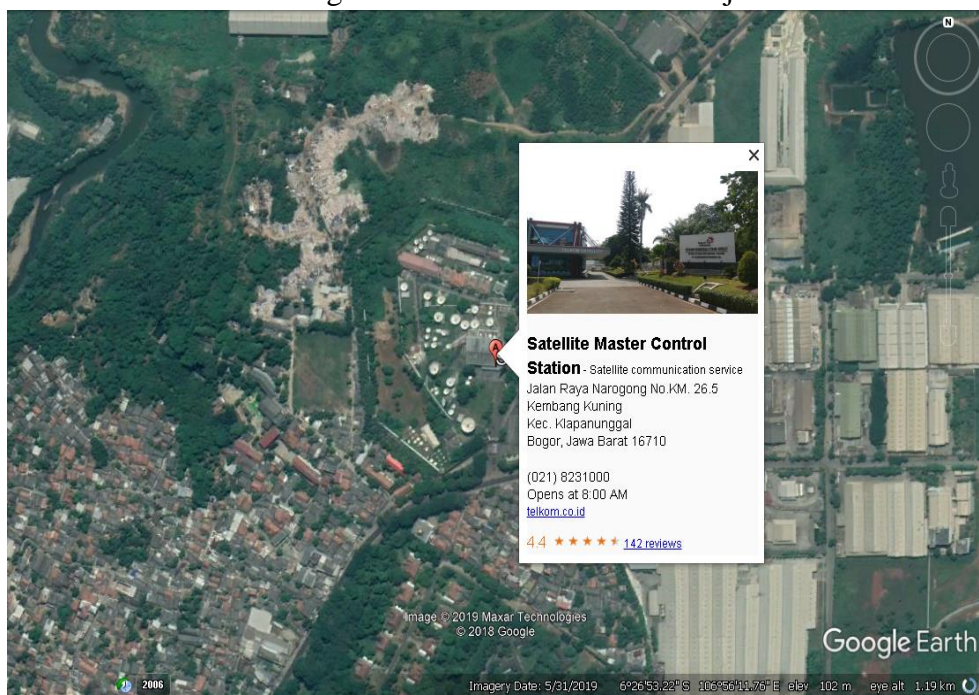
Tabel 3.1 Parameter Satelit Telkom 4 (Merah Putih)

No	Item	Specification
1	Nama Satelit	Merah Putih
2	Platform	SSL-1300
3	Pabrik Pembuatan	Space System Loral, USA
4	Waktu Peluncuran	7 Agustus 2018
5	Massa Satelit	2047 kg
6	Posisi Satelit	108 BT
7	<i>Life Time</i>	15 Tahun

8	Frekuensi	6/4 GHz
9	Kapasitas <i>Transponder</i>	Std C-band 24 xpdr Ext C-band 12 xpdr Std C-band 24 xpdr (beam Asia Selatan)
10	<i>Bandwidth Transponder</i>	36 MHz
11	EIRP	42 dBW
12	SFD	-100 dBW/m <sup>2</sup>
12	G/T Transmit	2,61 dB/K
13	G/T <i>Receive</i>	3,38 dB/K
14	PAD	10 dB
15	IBO	3 dB
16	OBO	1 dB
17	<i>Bandwidth Alokasi</i>	0,01 MHz
18	Sistem Margin	1 dB

### 3.4.2. Stasiun bumi Bogor

Stasiun bumi Bogor merupakan tempat dimana data dikirimkan yang terletak di daerah provinsi Jawa Barat. Stasiun bumi ini yang dapat mengontrol satelit Merah Putih, satelit Telkom 3s maupun satelit Telkom 2. Padapenulis mengambil lokasi penelitian pada daerah Bogor. Pada gambar dibawah ini merupakan posisi dimana stasiun bumi pengirim (Tx) berada yang tertelak pada koordinat 6°26'53.22" lintang selatan dan 106°56'11.76" bujur timur.



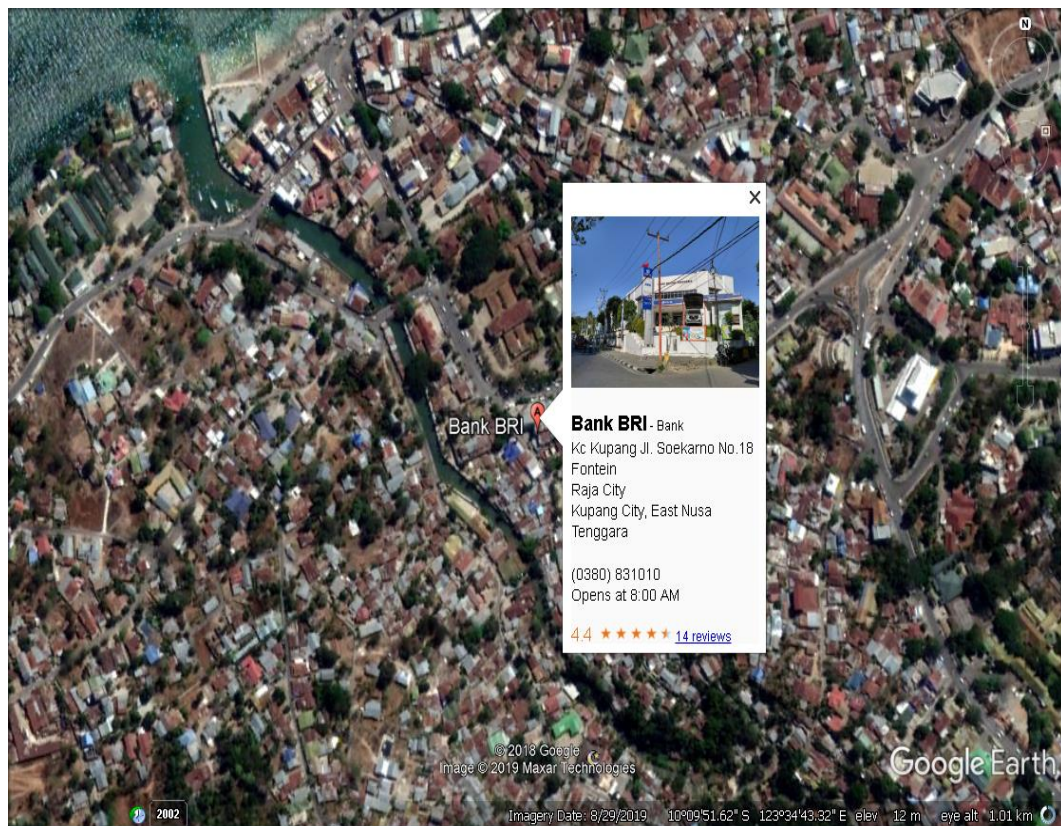
Gambar 3.3 Stasiun Bumi Pengirim Bogor[24]

Tabel 3.2 Parameter Stasiun Bumi Pengirim

No	Parameter	Nilai
1	<i>Latitude</i>	6°26'53.22" LS
2	<i>Longitude</i>	106°56'11.76" BT
3	<i>Altitude</i>	-
4	Frekuensi Kerja	6,265 GHz
5	Polarisasi	Vertikal
6	Efisiensi Antena	60 %
7	Redaman Saluran, L <sub>SAL</sub>	0,3 dB
8	<i>Gain Antena</i>	-
9	Diameter Antena	9 m

### 3.4.3. Stasiun bumi kota Kupang

Pada penelitian ini data akan dikirimkan ke Rx yang berada di kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Letak stasiun bumi penerima (Rx) berada pada koordinat 10°09'51.62" Lintang Selatan dan 123°34'43.32" Bujur Timur atau dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.4 Stasiun Bumi Penerima Kota Kupang[25]

Dari gambar tersebut dapat diartikan bahwa kota Kupang berada di selatan garis katulistiwa sebesar  $10^\circ$  dan berada  $123^\circ$  dari garis bujur ke arah timur. Letak koordinat ini sangat penting dalam melakukan perhitungan *link budget* karena mempengaruhi sudut Elevasi pada *pointing* antena yang bersangkutan. Karena perhitungan sudut Elevasi ini akan berpengaruh pada perhitungan *slant range* untuk posisi kota terhadap satelit.

Tabel 3.3 Parameter Stasiun Bumi Penerima

No	Parameter	Nilai
1	<i>Latitude</i>	$10^\circ 09' 51.62''$ LS
2	<i>Longitude</i>	$123^\circ 34' 43.32''$ BT
3	<i>Altitude</i>	-
4	Frekuensi Kerja	4,040 GHz
5	Polarisasi	Horizontal
6	Efisiensi Antena	60 %
7	Redaman Saluran, $L_{SAL}$	0,3 dB
8	<i>Gain</i> Antena	-
9	Diameter Antena	2,4 m

#### 3.4.4. Parameter Inisialisasi *Link*

Parameter inisialisasi *link* adalah parameter yang biasa digunakan pada satelit Telkom 4 dalam melakukan analisis hubungan data *link* komunikasi satelit, yaitu:

$r$  = Jari-jari *geostationer* (42.164,2 km)

$H$  = Ketinggian satelit terhadap bumi (35.786 km)

$K$  = Konstanta Boltzman ( $1,38 \times 10^{-23}$  J/K), dimana ( $10 \log K = 228,6$  dB)

$R_e$  = Jari-jari Bumi (6378 km)

$c$  = Kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s)

### 3.5. PERHITUNGAN KAPASITAS DARI SEGI *BANDWIDTH*

#### 3.5.1. Perhitungan Kebutuhan *Bandwidth*

Kebutuhan *bandwidth* pada suatu sistem komunikasi satelit dapat di tentukan dengan *information rate* yang dikirimkan. Untuk kebutuhan *bandwidth* ini dapat disimbolkan dengan  $BW_{occ}$ . Perhitungan  $BW_{occ}$  terdapat pada

persamaan 2.23, nilai  $BW_{OCC}$  dipengaruhi juga oleh penggunaan teknik modulasi dan FEC. Adapun parameter *roll of factor* dari satelit itu sendiri dapat mempengaruhi  $BW_{OCC}$ , setelah nilai  $BW_{OCC}$  didapatkan maka akan mempengaruhi nilai alokasi *bandwidth* yang dapat disimbolkan dengan  $BW_{ALL}$ . Untuk mencari nilai tersebut dapat menggunakan persamaan 2.24. Jika nilai  $BW_{ALL}$  didapat maka jumlah *carrier* yang ada pada *transponder bandwidth* dapat diketahui. Untuk rumus pencarian dari jumlah *carrier* dapat menggunakan persamaan 2.32.

### 3.5.2. Pemilihan Teknik Modulasi

Karena keterbatasan *power* dan *bandwidth*, pemilihan modulasi menjadi hal yang perlu dipertimbangkan karena berpengaruh terhadap alokasi *power* dan *bandwidth*. Dalam penelitian ini teknik modulasi yang digunakan yaitu modulasi BPSK, QPSK, 8PSK dan 16QAM. Perbedaan dari 4 modulasi ini dapat menunjukkan pengaruh yang berbeda ketika modulasi diterapkan. Dengan pendekatan menggunakan perhitungan *link budget* diharapkan dapat menemukan modulasi yang optimal untuk ayanan komunikasi satelit.

### 3.5.3. Pengaruh Nilai FEC

Jika *power* yang dipancarkan tidak menghasilkan  $E_b/N_0$  yang memadai, maka BER akan lebih besar dari yang dikehendaki. Untuk mengatasi keterbatasan dari pancar tersebut maka dapat dilakukan penerapan FEC. Penerapan FEC memungkinkan diperolehnya BER tertentu dengan  $E_b/N_0$  yang lebih kecil. Hal ini yang perlu dipertimbangkan dengan penerapan FEC adalah *bit rate* yang dihasilkan akan menjadi lebih besar, sehingga membutuhkan *bandwidth* yang lebih besar pula. Jika system bersifat *bandwidth limited*, hal ini dapat menjadi masalah.

## 3.6. PERHITUNGAN KAPASITAS DARI SEGI POWER

### 3.6.1. Perhitungan Pada Stasiun Bumi (*Uplink*)

Dalam perhitungan *link budget* pada sistem komunikasi satelit terdapat perhitungan di sisi *ground segment* dimana perhitungan ini merupakan parameter untuk menentukan *link budget* dari sisi stasiun bumi. Untuk menentukan nilai di perhitungan stasiun bumi yaitu diameter antena, lokasi stasiun bumi,  $EIRP_{SB}$ ,  $loss_{propagation_{up}}$ ,  $G/T_{satelit}$ ,  $K$  (Konstanta Boltzmann) dan  $B$  (*Bandwidth Allocated*).

Untuk mengetahui nilai  $C/N_{up}$  dapat menggunakan persamaan 2.29. Pada setiap stasiun bumi memiliki *longitude* dan *latitude* yang berbeda, posisi dari stasiun bumi berpengaruh dalam melakukan *pointing antena* sebagai *interface* antara satelit dan antena penerima yang sifatnya *downlink*.

### 3.6.2. Perhitungan Pada Satelit (*Downlink*)

Satelit sebagai salah satu *segment* pada komunikasi satelit. Satelit berfungsi untuk meneruskan sinyal informasi ke stasiun bumi tujuan. Dan peristiwa meneruskan sinyal informasi ke stasiun bumi merupakan *downlink*. Dalam perhitungan *downlink* ada beberapa parameter yang mempengaruhi perhitungan *link budget* yaitu  $EIRP_{satelit}$ ,  $loss\ propagation_{downlink}$ ,  $G/T_{SB}$ ,  $K$  (Konstanta Boltzmann) dan  $B$  (*Bandwidth Allocated*). Untuk mengetahui nilai  $C/N_{downlink}$  terdapat pada persamaan 2.30.

### 3.6.3. Perhitungan *Loss Propagation*

*Loss Propagation* adalah akumulasi dari rugi-rugi sepanjang lintasan. Perhitungan ini menunjukkan berapa besar daya yang hilang saat terjadinya pancaran. Nilai *loss propagation* dapat diketahui bila sudut Elevasi pada stasiun bumi diketahui, untuk mengetahui sudut Elevasi pada stasiun bumi dapat dilihat pada persamaan 2.6 kemudian untuk menemukan jarak kemiringan antara satelit dengan stasiun bumi terdapat pada persamaan 2.7. Setelah didapatkan kedua nilai tersebut maka nilai FSL dapat dicari, FSL merupakan redaman ruang bebas. Untuk mencari nilai FSL terdapat pada persamaan 2.12. Dalam pengiriman informasi menggunakan satelit rentan terhadap cuaca hujan sehingga perlu melakukan pencarian redaman hujan secara berturut-turut dengan menggunakan persamaan 2.13 sampai persamaan 2.22. Untuk mengetahui jumlah nilai *propagation loss* atau jumlah rugi-rugi lintasan yaitu dapat dicari menggunakan persamaan 2.27. Dari keadaan satelit sangat memungkinkan adanya redaman *atmospheric*, akan tetapi satelit yang digunakan untuk meneliti menggunakan *C-band* maka pengaruh redaman *atmospheric* dapat diabaikan. Hal-hal tersebut yang menjadi parameter.



#### **3.6.4. Perhitungan C/N(Carrier To Noise) Pada Link Budget**

Dalam perhitungan *carrier-to-noise* merupakan perbandingan antara daya sinyal pembawa dengan daya derau yang diterima. Dalam sistem komunikasi satelit terdapat tiga buah jenis C/N yaitu  $C/N_{up}$ ,  $C/N_{downlink}$ ,  $C/N_{total}$  dan *interface*. Untuk mengetahui nilai  $C/N_{total}$  terdapat pada persamaan 2.31, nilai dari C/N akan menunjukkan kualitas suatu *link*. Karena nilai *carrier per noise* sebagai indikasi baik atau buruknya suatu *link* komunikasi satelit.

#### **3.7. HASIL LINK BUDGET DAN KAPASITAS TRANSPONDER**

Analisis *link budget* dan pemilihan modulasi merupakan suatu cara untuk menyimpulkan pengaruh yang terjadi terhadap pemilihan modulasi. Menganalisis nilai-nilai yang telah didapatkan melalui perhitungan dibandingkan dengan nilai yang telah direkomendasikan oleh pihak ITU-R. Untuk pemilihan modulasi, analisa dilakukan dengan berbagai macam perbandingan, yaitu dengan membandingkan *power*, *bandwidth*, modulasi dan FEC yang sama. Nilai yang telah didapatkan kemudian akan dianalisa dengan menggunakan standar  $E_b/N_0$ . Kemudian nilai  $E_b/N_0$  yang telah didapatkan kemudian diteruskan dengan nilai BER yang telah ditetapkan. Setelah nilai didapatkan dapat dianalisis dan dapat diketahui modulasi yang paling layak digunakan berdasarkan BER dan  $E_b/N_0$ .