

BAB III

METODOLOGI

Kajian yang digunakan dalam skripsi ini adalah kajian yang bersifat analisis, yaitu analisis terhadap performansi *Internet Protocol Television* (IPTV) pada jaringan *Long Term Evolution* (LTE) dengan mode *Time Division Duplex* (TDD). Dalam hal ini, penulis menitikberatkan pada kemampuan jaringan LTE dalam mengirimkan aplikasi IPTV yang terdiri dari paket IP video dan *audio*.

3.1. Studi Pustaka

Studi literatur ini dilakukan untuk mempelajari dan memahami konsep yang terkait dengan layanan IPTV dan jaringan LTE pada mode TDD. Studi literatur yang dilakukan adalah mengenai karakteristik, parameter, serta teori pengantar lain yang menunjang dalam penulisan skripsi ini.

3.2. Data Penelitian

Pengambilan data penelitian dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penyelesaian skripsi ini. Data-data yang diperlukan dalam skripsi ini berupa data sekunder karena kajian yang dilakukan bersifat analisis, yaitu berupa studi literatur yang bersumber dari buku referensi, jurnal, skripsi, internet, dan forum-forum resmi mengenai jaringan LTE, LTE TDD dan aplikasi IPTV. Adapun data sekunder yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Spesifikasi jaringan LTE yang dikeluarkan secara internasional melalui 3GPP *release 8*, meliputi parameter-parameter:
 - a. Teknik modulasi yang digunakan pada LTE adalah QPSK, 16 QAM, 64 QAM,
 - b. BER pada LTE kurang dari 10^{-3} ,
 - c. Nilai parameter yang akan dianalisis meliputi *signal to noise ratio*, *bit error rate*, kapasitas kanal, probabilitas *packet loss*, *throughput*, *delay end to end*,
 - d. Mode *duplex* yang digunakan adalah *Time Division Duplex* (TDD), dengan spektrum frekuensi *carrier* yang ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Spektrum TDD

Spektrum TDD	Bandwidth
2,6 GHz (2570 MHz – 2620 MHz)	50 MHz
2,3 GHz (2300 MHz – 2400 MHz)	100 MHz

(Sumber : Qualcomm, 2010)

e. Spesifikasi panjang header yang digunakan pada jaringan LTE :

- Panjang *header* MAC = 3 byte
- Panjang *header* PDCP= 2 byte
- Panjang *header* RLC = 2 byte
- Panjang *header* GTP = 8 byte

2. Spesifikasi data-data dalam penggunaan aplikasi IPTV, antara lain:

a. Menggunakan jenis *codec*:

- *Audio codec* menggunakan G.719 dengan *data rate* sebesar 32 kbps – 128 kbps, *delay codec* sebesar 40 ms, *frame rate* 33 ms.
- *Video codec* menggunakan H.264/AVC dengan *data rate* sebesar 1750 kbps dan *frame rate* 33 ms untuk jenis layanan televisi SD *multicast* dengan *delay codec* sebesar 150-300 ms.

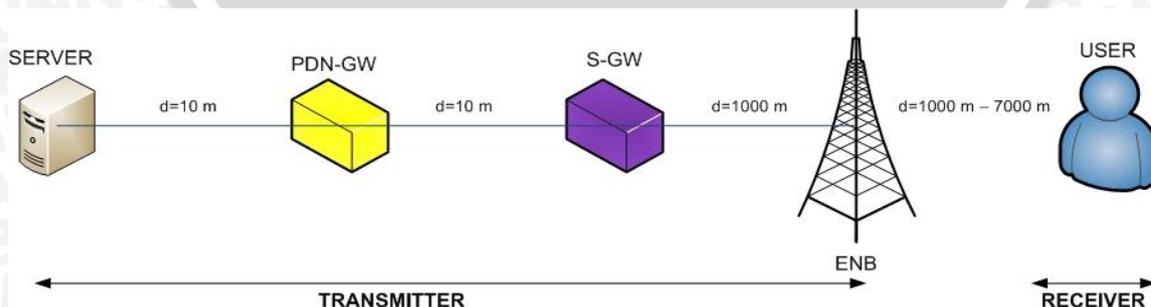
b. Panjang *header* RTP = 12 byte

c. Panjang *header* UDP = 8 byte

d. Panjang *header* IP = 40 byte

3.3 Pemodelan Sistem

Pemodelan sistem pada skripsi ini adalah pemodelan dari arsitektur sederhana pada jaringan Long Term Evolution (LTE).



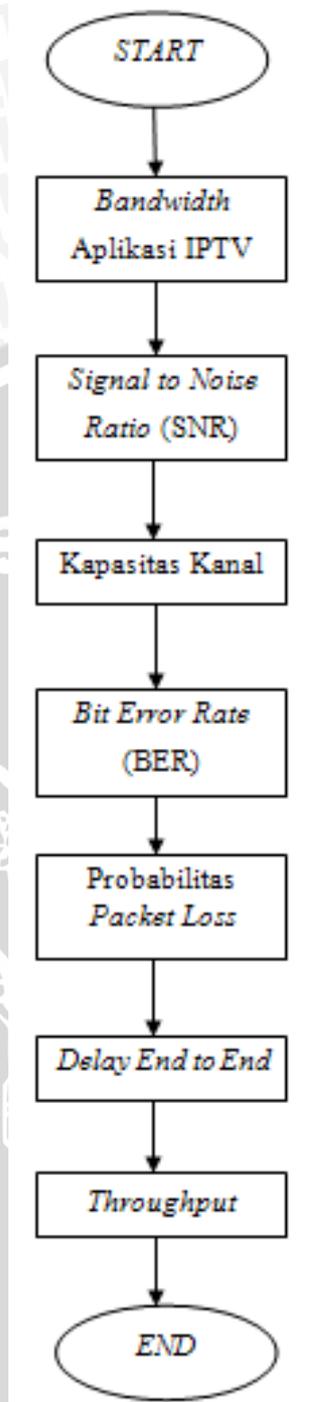
Gambar 3.1 Pemodelan Sistem

(Sumber : Perancangan, 2013)

Pada pemodelan sistem di atas, jaringan LTE dimulai dari server sampai user. *Transmitter* dimulai dari server sampai dengan ENB. *User* berlaku sebagai *receiver*. Pemodelan sistem ini menggunakan cara pengiriman secara *multicast* yang merupakan bentuk komunikasi *one to many*. Pada *multicast*, informasi yang dikirimkan berasal dari satu sumber atau satu titik kepada semua penerima yang menginginkan informasi tersebut. *Server* akan mengirimkan ke *user* yang memesan program layanan sesuai permintaan *user*. Pemodelan sistem ini dibuat untuk memudahkan perhitungan dan analisis data *end to end*. Parameter yang akan diamati meliputi, *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Bit Error Rate* (BER), Kapasitas kanal, *Packet Loss*, *Delay* dan *Throughput*. Panjang jarak pada sistem ini diasumsikan tetap mulai dari *server* sampai ENB. Itu dikarenakan letak *server* sampai S- GW dalam satu ruangan dan letak S – GW ke ENB dalam satu wilayah yang masih dekat dengan *central*. Dari *server* ke PDN-GW 10 m, dari PDN – GW ke S – GW 10 m, dari S – GW ke ENB 1000 m. Jadi total panjang jarak dari *server* ke ENB yang diasumsikan tetap adalah 1020 m. Sedangkan panjang jarak dari ENB ke *user* diasumsikan tidak tetap dikarenakan letak antar ENB ke *user* di luar ruangan dan letak *user* yang berbeda – beda. Panjang jarak yang digunakan 1000 m, 2000 m, 3000 m, 4000 m, 5000 m, 6000 m, 7000 m. *Physical interface* yang digunakan dari *server* ke PDN – GW, PDN – GW ke S – GW memakai kabel UTP kategori 5e dengan jarak jangkauan maksimal 100 m dan kecepatan data mencapai 1 Gbps, dari S - GW ke ENodeB memakai kabel fiber dengan jenis monomode fiber dengan jarak maksimal 5000 m dan kecepatan data mencapai 1 Gbps.

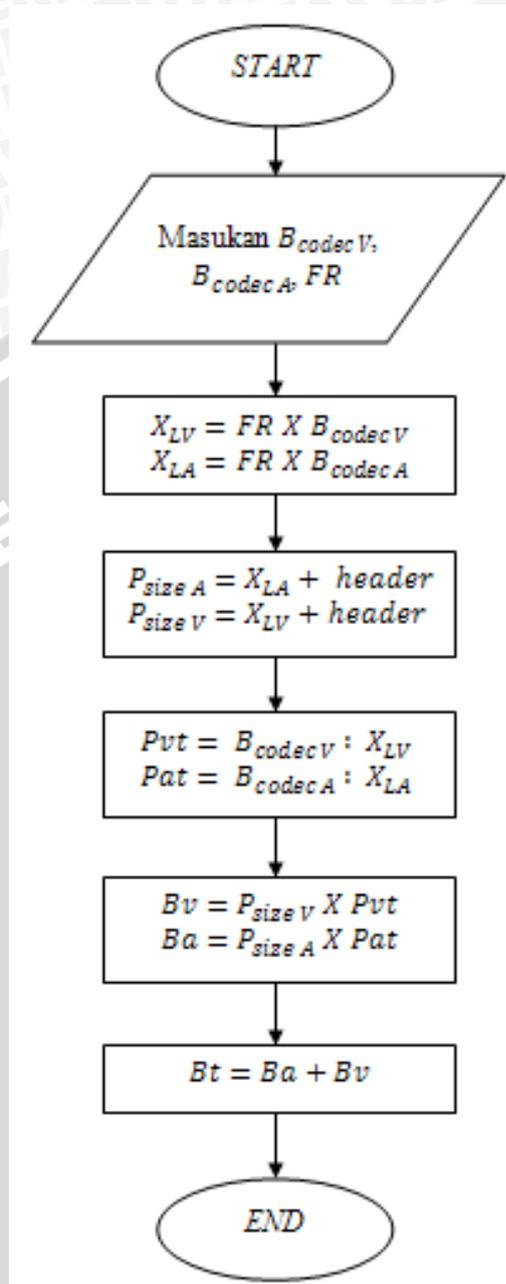
3.4. Metode Analisis Data

Analisis data berupa pengumpulan beberapa nilai parameter dari data sekunder sesuai dengan standar yang digunakan dan melakukan perhitungan matematis sesuai dengan persamaan-persamaan yang didapat. Kemudian melihat sejauh mana jaringan LTE dengan spektrum frekuensi pada TDD tersebut mampu mengirimkan aplikasi IPTV yang terdiri dari paket IP video dan *audio*. Analisis perhitungan yang dilakukan meliputi:



Gambar 3.2 Diagram Alir Utama Perhitungan

3.4.1 Diagram alir perhitungan *bandwidth* aplikasi IPTV



Gambar 3.3 Diagram alir perhitungan *bandwidth* aplikasi IPTV

Dengan :

B_t : *Bandwidth* total (bps).

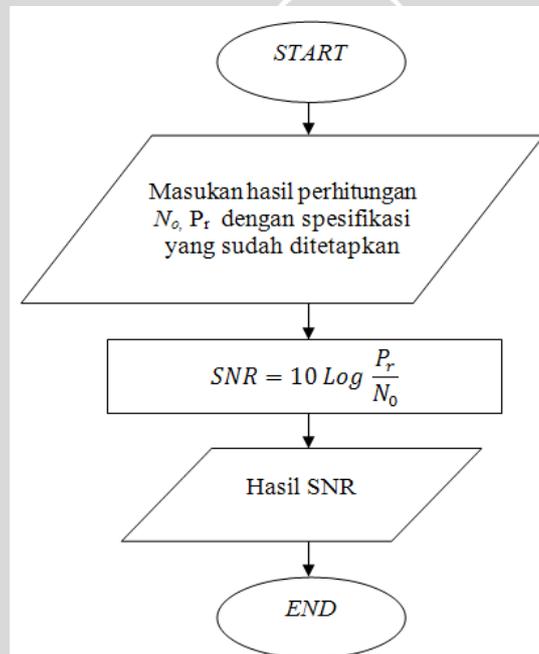
B_a : *Bandwidth* audio (bps).

B_v : *Bandwidth* video (bps).

$P_{size V}$: Besar tiap paket video (bit/paket).

- P_{vt} : Jumlah paket video yang dihasilkan tiap detik (paket/detik).
- X_{LV} : *Payload* tiap paket video (bit).
- B_{codecV} : *Bandwidth codec* video (bps).
- $P_{size A}$: Besar tiap paket *audio* (bit/paket).
- P_{at} : Jumlah paket *audio* yang dihasilkan tiap detik (paket/detik).
- X_{LA} : *Payload* tiap paket *audio* (bit).
- B_{codecA} : *Bandwidth codec audio* (bps).
- FR (Frame Rate): Waktu pembentukan tiap frame pada *audio* atau video (s).
- header* : Total *header* tiap paket *audio* atau video (60 byte).

3.4.2 Diagram alir perhitungan *Signal to Noise Ratio*

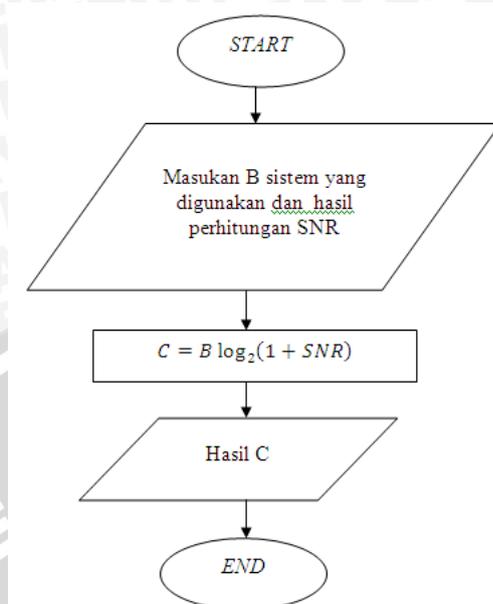


Gambar 3.4 Diagram alir perhitungan *Signal to Noise Ratio*

Dengan :

- SNR : *signal to noise ratio* (dB)
- P_r : daya yang diterima oleh penerima (mW)
- N_o : daya *noise* pada saluran transmisi (mW)

3.4.3 Diagram alir perhitungan Kapasitas Kanal



Gambar 3.5 Diagram alir perhitungan Kapasitas Kanal

Dengan :

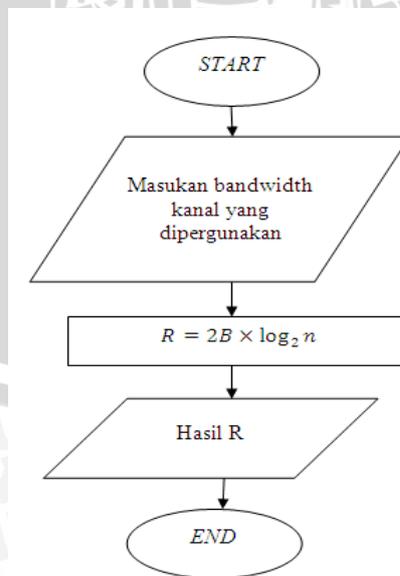
C ; Kapasitas kanal (Mbps)

B : *bandwidth* sistem (Hz)

SNR : *Signal to Noise Ratio* sistem

3.4.4 Diagram alir perhitungan *Bit Error Rate* (BER)

1. Menghitung *bit rate* pada modulasi



Gambar 3.6 Diagram alir *bit rate* pada modulasi

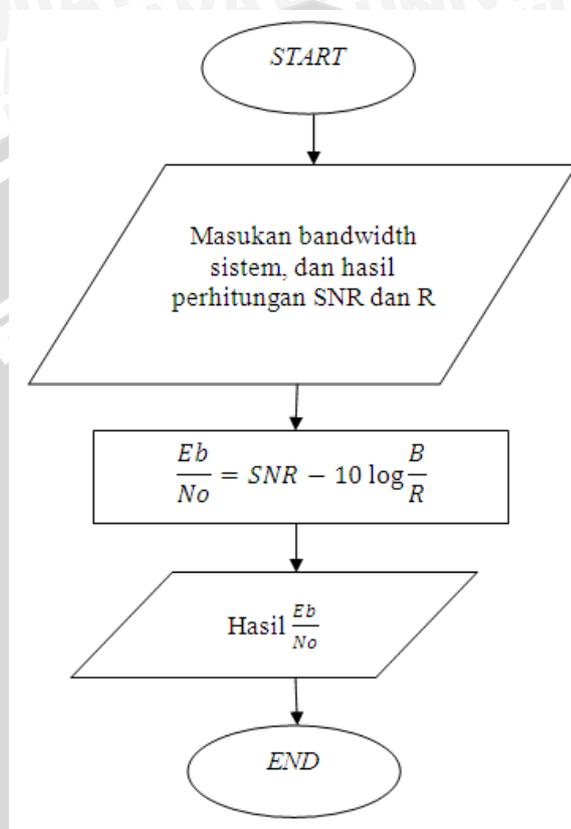
dengan:

n : banyaknya bit pada suatu jenis modulasi

B : *bandwidth* kanal yang dipergunakan (Hz)

R : *bit rate* (bps)

1. Menghitung *Energy Bit-to-Noise Ratio*



Gambar 3.7 Diagram alir *Energy Bit-to-Noise Ratio*

Dengan:

$\frac{E_b}{N_o}$ = perbandingan energi bit terhadap *noise* (dB)

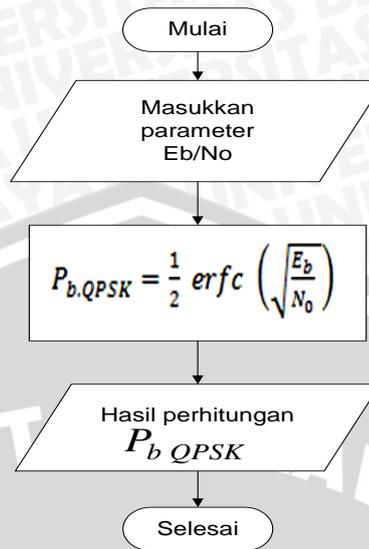
SNR = *signal to noise ratio* sistem (dB)

B = *bandwidth* sistem (Hz)

R = *bit rate* (bps)

2. Menghitung *Bit Error Rate* (BER)

a. Modulasi QPSK



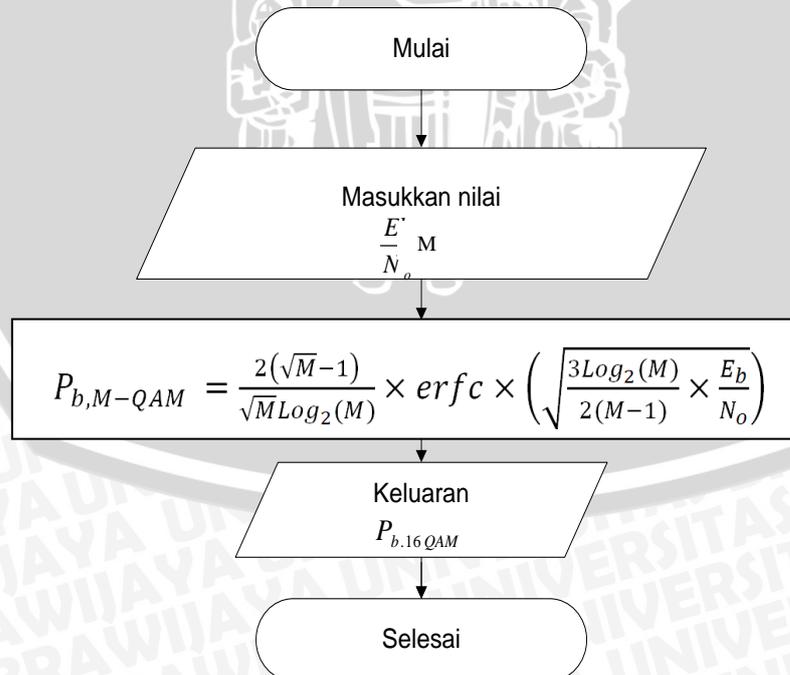
Gambar 3.8 Diagram alir BER pada Modulasi QPSK

Dengan :

$\frac{E_b}{N_0}$: *energy bit to noise* (dB)

$P_{b,QPSK}$: probabilitas bit salah pada modulasi QPSK

b. Modulasi 16 QAM



Gambar 3.9 Diagram alir BER pada Modulasi 16 QAM

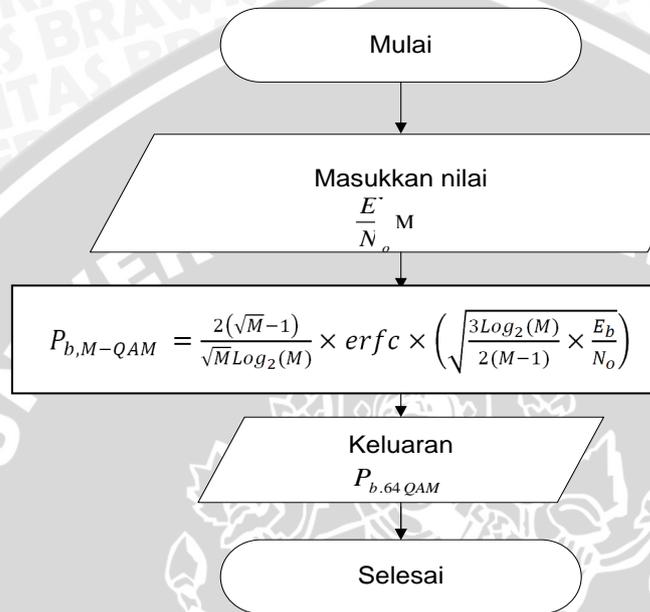
Dengan :

$\frac{E_b}{N_o}$: energy bit to noise (dB)

$P_{b,M-QAM}$: probabilitas bit salah pada modulasi QAM

M : jumlah sinyal, untuk modulasi 16-QAM nilai $M = 2^4 = 16$

c. Modulasi 64QAM



Gambar 3.10 Diagram alir BER pada Modulasi 64 QAM

Dengan :

$\frac{E_b}{N_o}$: energy bit to noise (dB)

$P_{b,M-QAM}$: probabilitas bit salah pada modulasi QAM

M : jumlah sinyal, untuk modulasi 64-QAM nilai $M = 2^6 = 64$

Dan nilai $erfc(x)$ atau *complementary error function* (x) didefinisikan sebagai fungsi kesalahan dari variabel (x) dapat dinyatakan sebagai:

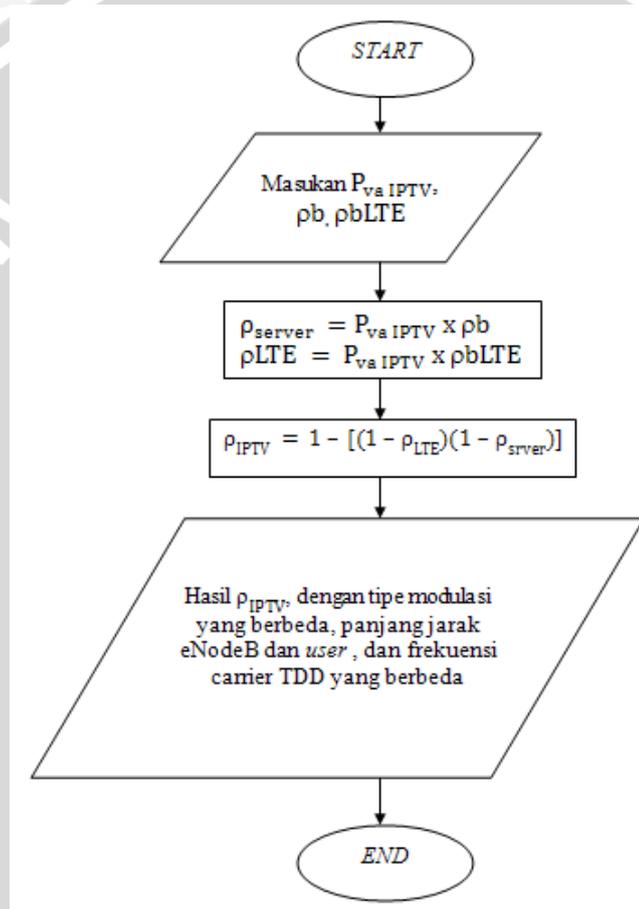
$$erfc(x) \approx \frac{1}{\sqrt{\pi}x} e^{-x^2}$$

erfc = error function complementary

3.4.5. Diagram alir perhitungan Probabilitas *Packet Loss*

Cara untuk menghitung *Packet Loss* :

1. Menghitung Pr, No
2. Menghitung SNR
3. Menghitung *bit rate* pada modulasi
4. Menghitung *Energy Bit-to-Noise Ratio*
5. Menghitung *Bit Error Rate (BER)*
6. Menghitung Probabilitas *Packet Loss*



Gambar 3.11 Diagram alir perhitungan Probabilitas *Packet Loss*

dengan :

P_{IPTV} = probabilitas *packet loss* IPTV

P_{LTE} = probabilitas *packet loss* pada jaringan LTE

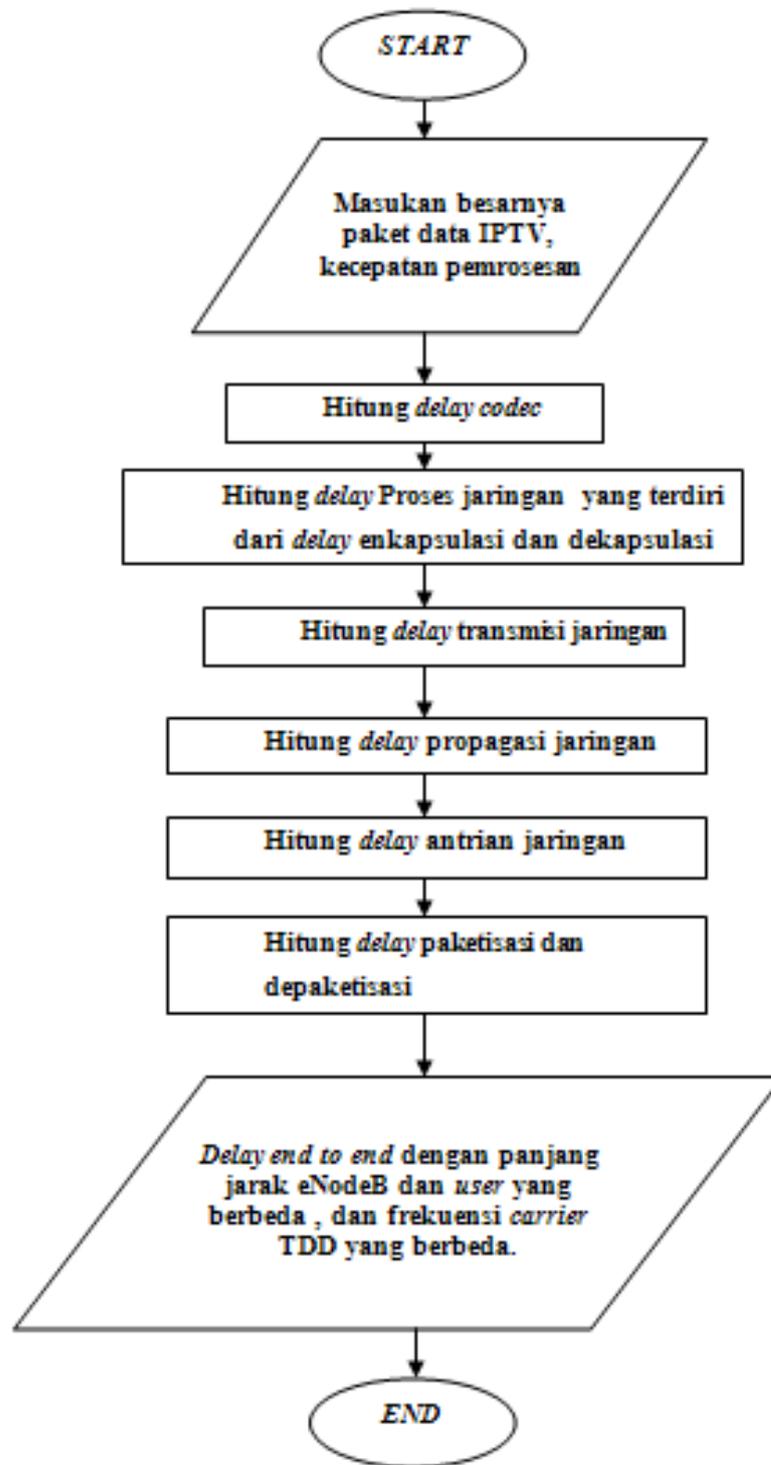
P_{server} = probabilitas *packet loss* pada *server*

ρ_b = BER (10^{-8})

$P_{va\ IPTV}$ = panjang paket data IPTV (bit)

ρ_{bLTE} = BER LTE pada saat transmisi

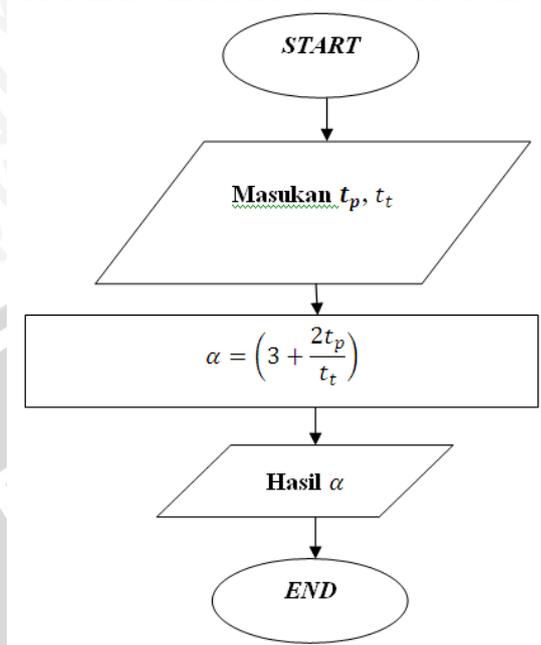
3.4.6. Diagram alir perhitungan *delay end to end*



Gambar 3.12 Diagram alir perhitungan *delay end to end*

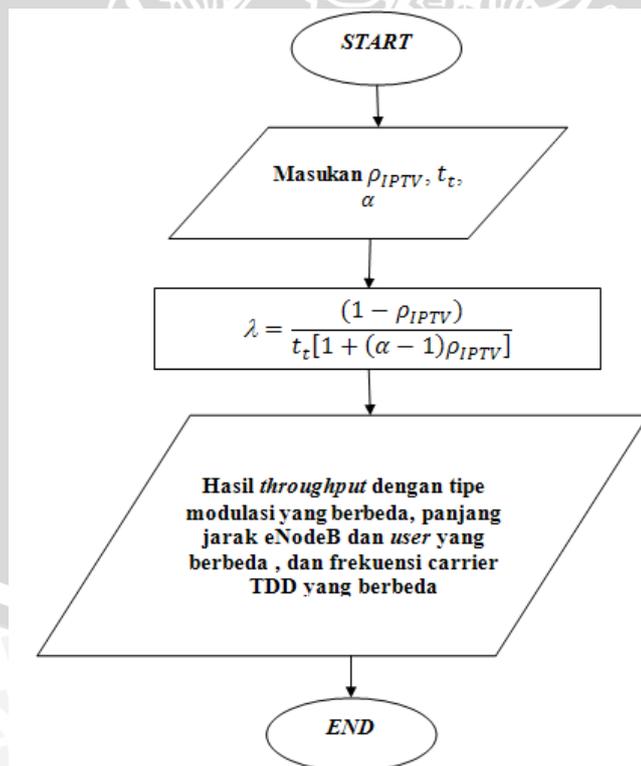
3.4.7 Diagram alir perhitungan *Throughput*

1. Menghitung α



Gambar 3.13 Diagram alir konstanta propagasi

2. Menghitung *throughput*



Gambar 3.14 Diagram alir perhitungan *Throughput*

Dengan :

λ : *Throughput* (paket/s)

ρ_{IPTV} : probabilitas *packet loss*

t_t : *delay* transmisi (s)

α : konstanta propagasi

t_p : *delay* propagasi(s)

3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan dari teori, hasil perhitungan serta analisis. Dan juga dilakukan pemberian saran yang dimaksudkan kepada pembaca yang akan melakukan studi tentang skripsi ini, ataupun sebagai pendukung dari penelitiannya.

