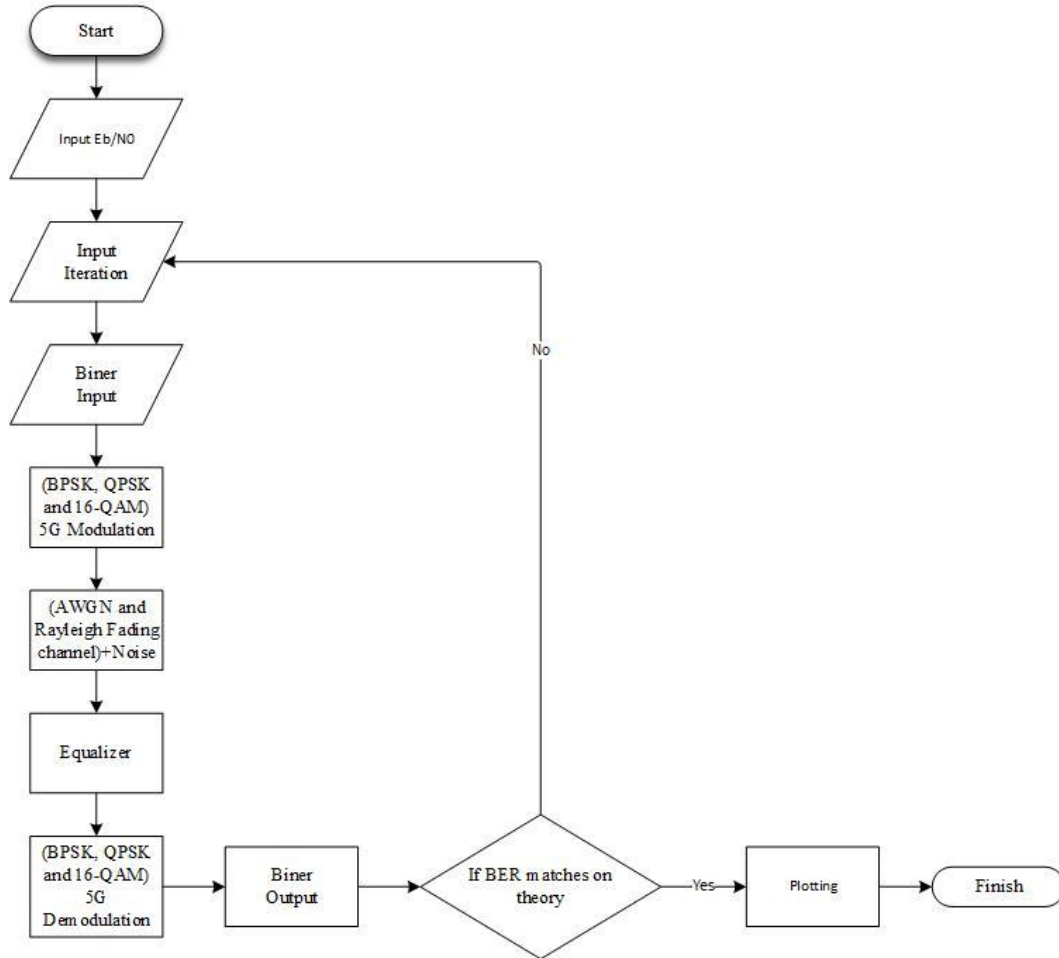


## BAB 3

### METODE PENELITIAN

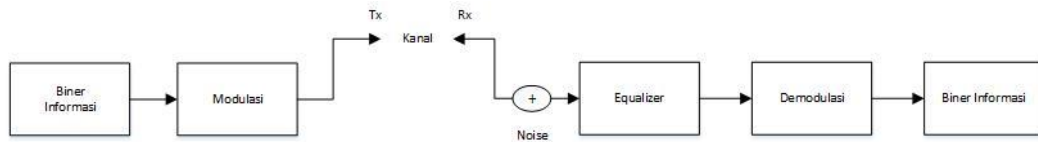
#### 3.1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai alur diagram penelitian pada gambar 3.1 dengan proses yang berurutan untuk mendapatkan nilai BER yang sesuai dengan membandingkan BER yang di dapatkan dengan simulasi dan teori BER pada setiap modulasi. Secara sederhana alur diagram di atas dalam implementasi komunikasi seperti gambar 3.2 di mana blok diagram biner informasi masuk ke blok diagram modulasi kemudian di transmisikan dan terkena kanal AWGN atau *frequency-flat Rayleigh fading*, lalu di terima *receiver* dan ketika di *receiver* pasti banyak terkena *noise* secara acak, jadi sebelum di demodulasikan sinyal yang diterima diekualisasikan sehingga kerusakan yang terjadi pada sinyal diminimalisir. Setelah

itu sinyal yang diterima didemodulasikan dan kembali menjadi biner informasi. Biner informasi setelah di kirimkan di dibandingkan dengan biner informasi sebelum di kirimkan sehingga di dapat BER untuk mengetahui kualitas dari modulasi tersebut.



Gambar 3.2 Blok diagram komunikasi

### 3.2 Alat Yang Digunakan

Penelitian ini dilakukan simulasi modulasi 5G BPSK, QPSK dan 16-QAM terhadap skenario kanal awgn dan *frequency-flat rayleigh fading* menggunakan menggunakan *software* matlab. Skenario pertama menggunakan kanal awgn dan skenario kedua menggunakan kana *frequency-flat rayleigh fading*. Karena modulasi yang akan disimulasikan ada 3, untuk mensimulasikannya dilakukan secara bergantian.

### 3.3 Parameter Input

Penelitian ini dilakukan sesuai prosedur yang ada pada diagram alur penelitian gambar 3.1 dengan proses pertama memasukan  $E_b/N_0$  sesuai dengan skenarionya pada tabel 3.1 dan tabel 3.2 kemudian masukan iterasi dan biner sesuai dengan tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3.1 Parameter *input* kanal AWGN

$E_b/N_0$	1 - 16 dB
Iterasi	min. 1000000x
Jumlah Biner	1000 bit
Modulasi	BPSK, QPSK dan 16-QAM

Tabel 3.2 Parameter *input* kanal *frequency-flat Rayleigh fading*

$E_b/N_0$	1 - 50 dB
Iterasi	min. 100000x
Jumlah Biner	1000 bit

Modulasi	BPSK, QPSK dan 16-QAM
----------	-----------------------

### 3.4 Sistem Model

#### 3.4.1 Modulasi BPSK

Modulasi BPSK memiliki 2 simbol untuk membentuk sinyal termodulasinya di mana dalam setiap simbol terdapat 1 bit informasi. Dalam modulasi BPSK 5G, hanya memiliki  $b(i)$  yang dipetakan dengan simbol angka modulasi kompleks  $d(i)$  sebagai berikut:

$$d(i) = \frac{1}{\sqrt{2}} [(1 - 2b(i)) + j(1 - 2b(i))] \quad (2.4)$$

Contoh perhitungan misalkan biner inputnya 1:

$$d(i) = \frac{1}{\sqrt{2}} [(1 - 2 * 1) + j(1 - 2 * 1)]$$

$$d(i) = -\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} j$$

#### 3.4.2 Modulasi QPSK

Modulasi QPSK memiliki 4 simbol untuk membentuk sinyal termodulasinya di mana dalam setiap simbol terdapat 2 bit informasi. Dalam modulasi QPSK 5G, memiliki beberapa pasang,  $b(i)$ ,  $b(i+1)$ , yang dipetakan dengan simbol angka modulasi kompleks  $d(i)$  sebagai berikut:

$$d(i) = \frac{1}{\sqrt{2}} [(1 - 2b(i)) + j(1 - 2b(i+1))] \quad (2.6)$$

Contoh perhitungan misalkan biner inputnya 10:

$$d(i) = \frac{1}{\sqrt{2}} [(1 - 2 * 1) + j(1 - 2 * 0)]$$

$$d(i) = -\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} j$$

#### 3.4.3 Modulasi 16-QAM

Modulasi BPSK memiliki 16 simbol untuk membentuk sinyal termodulasinya di mana dalam setiap simbol terdapat 4 bit informasi. Dalam

modulasi 16-QAM 5G, memiliki beberapa pasang  $b(i), b(i+1), b(i+2), b(i+3)$  yang dipetakan dengan simbol angka modulasi kompleks  $d(i)$  sebagai berikut:

$$d(i) = \frac{1}{\sqrt{10}} \{(1-2b(i))[2-(1-2b(i+2))] + j(1-2b(i+1))[2-(1-2b(i+3))]\} \quad (2.11)$$

Contoh perhitungan misalkan biner inputnya 1010:

$$d(i) = \frac{1}{\sqrt{10}} \{(1-2*1)[2-(1-2*1)] + j(1-2*0)[2-(1-2*0)]\}$$

$$d(i) = \frac{1}{\sqrt{10}} \{(-1)[2] + j(1)[1]\}$$

$$d(i) = \frac{1}{\sqrt{10}} \{-2 + j\}$$

$$d(i) = -\frac{2}{\sqrt{10}} + \frac{1}{\sqrt{10}} j$$

#### 3.4.4 Kanal AWGN

Nilai teori BER AWGN yang digunakan dalam transmisi BPSK dapat menggunakan skema sebagai berikut:

$$BER_{BPSK\_AWGN} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(\sqrt{E_b/N_0}) \quad (2.20)$$

Contoh perhitungan misalkan  $E_b/N_0 = 0$  dB:

$E_b/N_0$  dirubah ke numerik

$$E_b/N_0 = 0 \text{ dB}$$

$$= 0^{(0/10)}$$

$$= 1$$

$$BER_{BPSK\_AWGN} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(\sqrt{1})$$

$$BER_{BPSK\_AWGN} = 0.078$$

Nilai teori BER AWGN yang digunakan dalam transmisi QPSK dapat menggunakan skema sebagai berikut:

$$BER_{QPSK\_AWGN} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(\sqrt{E_b/N_0}) \quad (2.21)$$

Contoh perhitungan misalkan  $E_b/N_0 = 0$  dB:

$E_b/N_0$  dirubah ke numerik

$$E_b/N_0 = 0 \text{ dB}$$

$$= 0^{(0/10)}$$

$$= 1$$

$$BER_{QPSK\_AWGN} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(\sqrt{1})$$

$$BER_{QPSK\_AWGN} = 0.078$$

Nilai teori BER AWGN yang digunakan dalam transmisi 16-QAM dapat menggunakan skema sebagai berikut:

$$BER_{16QAM\_AWGN} = \frac{3}{8} \operatorname{erfc}\left(\sqrt{\frac{2}{5} E_b/N_0}\right) - \frac{9}{64} \operatorname{erfc}^2\left(\sqrt{\frac{2}{5} E_b/N_0}\right) \quad (2.22)$$

Contoh perhitungan misalkan  $E_b/N_0 = 0 \text{ dB}$ :

$E_b/N_0$  dirubah ke numerik

$$E_b/N_0 = 0 \text{ dB}$$

$$= 0^{(0/10)}$$

$$= 1$$

$$BER_{16QAM\_AWGN} = \frac{3}{8} \operatorname{erfc}\left(\sqrt{\frac{2}{5} 1}\right) - \frac{9}{64} \operatorname{erfc}^2\left(\sqrt{\frac{2}{5} 1}\right)$$

$$BER_{16QAM\_AWGN} = 0.119$$

### 3.4.5 Kanal Rayleigh Fading

Nilai teori BER Rayleigh fading yang digunakan dalam transmisi BPSK dapat menggunakan skema sebagai berikut:

$$BER_{BPSK\_FADING} = \frac{1}{2} \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{E_b/N_0}}} \right] \quad (2.23)$$

Contoh perhitungan misalkan  $E_b/N_0 = 0 \text{ dB}$ :

$E_b/N_0$  dirubah ke numerik

$$E_b/N_0 = 0 \text{ dB}$$

$$= 0^{(0/10)}$$

$$= 1$$

$$BER_{BPSK\_FADING} = \frac{1}{2} \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{1}}} \right]$$

$$BER_{BPSK\_FADING} = 0.146$$

Nilai teori BER Rayleigh fading yang digunakan dalam transmisi QPSK dapat menggunakan skema sebagai berikut:

$$BER_{QPSK\_FADING} = \frac{1}{2} \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{E_b/N_0}}} \right] \quad (2.24)$$

Contoh perhitungan misalkan  $E_b/N_0 = 0$  dB:

$E_b/N_0$  dirubah ke numerik

$$E_b/N_0 = 0 \text{ dB}$$

$$= 0^{(0/10)}$$

$$= 1$$

$$BER_{QPSK\_FADING} = \frac{1}{2} \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{1}}} \right]$$

$$BER_{QPSK\_FADING} = 0.146$$

Nilai teori BER *Rayleigh* fading yang digunakan dalam transmisi 16-QAM dapat menggunakan skema sebagai berikut:

$$BER_{16QAM\_FADING} = \frac{3}{8} \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 5/(2E_b/N_0)}} \right] \quad (2.25)$$

Contoh perhitungan misalkan  $E_b/N_0 = 0$  dB:

$E_b/N_0$  dirubah ke numerik

$$E_b/N_0 = 0 \text{ dB}$$

$$= 0^{(0/10)}$$

$$= 1$$

$$BER_{16QAM\_FADING} = \frac{3}{8} \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 5/(2*1)}} \right]$$

$$BER_{16QAM\_FADING} = 0.174$$

### 3.4.6 BER

Persamaan umum dari fungsi BER dapat dituliskan seperti pada persamaan berikut:

$$BER = (\text{Jumlah bit error})/(\text{Jumlah total bit kirim}) \quad (2.19)$$

Contoh perhitungan misalkan:

$$\text{Jumlah bit error} = 2$$

$$\text{Jumlah total bit kirim} = 100$$

$$BER = 2/100$$

$$BER = 0.020$$