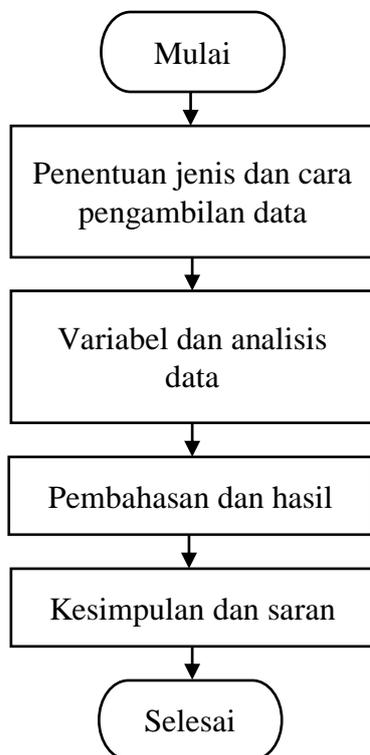


## BAB III METODE PENELITIAN

Kajian yang dilakukan dalam penelitian ini bersifat simulasi menggunakan *software Optisystem* yang berupa pengujian pengaruh perubahan cuaca terhadap kinerja sistem komunikasi *Radio over FSO* (RoFSO) mengacu pada studi literatur. Parameter penerapan yang dikaji meliputi pengaruh variasi *bit rate*, *line coding*, jarak transmisi, dan cuaca terhadap kinerja sistem komunikasi *Radio over FSO* (RoFSO) ditinjau dari parameter BER dan *Q-factor*. Adapun metodologi yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada diagram alir *Gambar 3.1*



*Gambar 3.1* Diagram Alir Langkah Penelitian

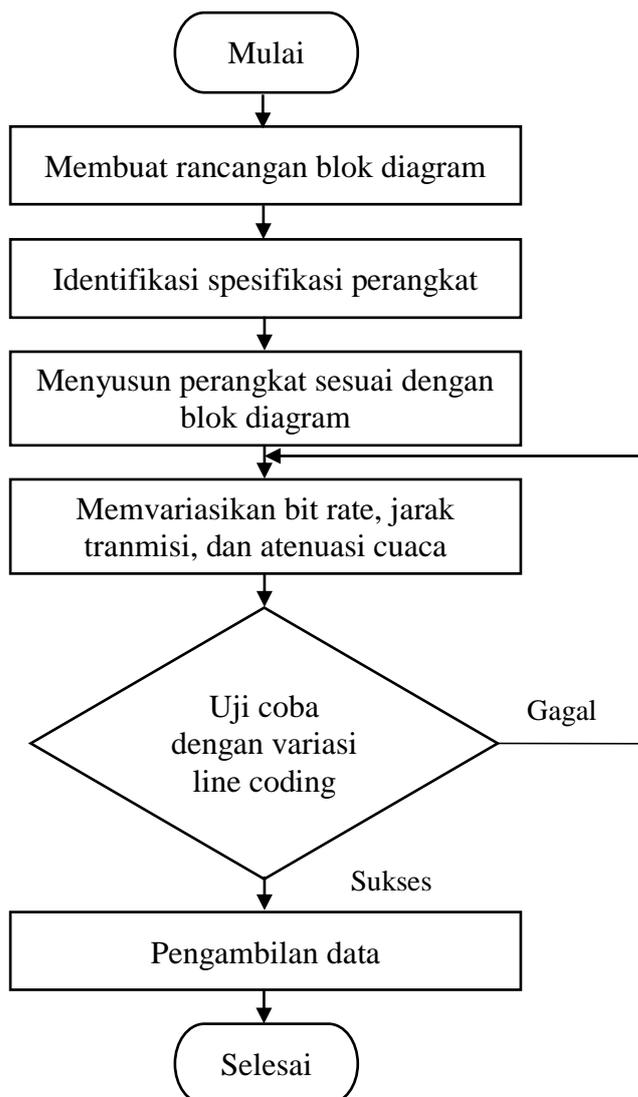
### 3.1 Penentuan Jenis dan Cara Pengambilan Data

Jenis data yang diperlukan dalam penelitian kali ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Pengambilan data digunakan untuk mendukung analisis suatu sistem. Data primer didapatkan dari hasil pengujian dan pengukuran sistem. Sedangkan data sekunder

didapatkan dari teori yang bersumber dari buku referensi, jurnal, penelitian, dan internet dari sumber terpercaya.

### 3.2 Pengambilan Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengukuran kinerja sistem secara langsung. Pada penelitian ini data primer didapatkan dari hasil pengukuran BER dan  $Q$ -factor berdasarkan pengaruh jenis *bit rate* dan jarak transmisi terhadap performansi sistem komunikasi *Radio over FSO* (RoFSO) saat kondisi cuaca cerah dan hujan lebat di daerah tropis. Parameter yang diamati dari penelitian ini adalah BER dan  $Q$ -factor. *Gambar 3.2* menunjukkan diagram alir metode pengambilan data melalui simulasi.



*Gambar 3.2* Diagram Alir Pengambilan Data

Diagram alir dimulai dengan membuat rancangan blok diagram penelitian pada simulasi. Memvariasikan parameter panjang gelombang yang digunakan 1550 nm, variasi

*bit rate*, jarak transmisi dan atenuasi cuaca cerah dan hujan lebat di daerah tropis. Dilakukan uji coba dengan memvariasikan komponen *line coding*. Kemudian data primer didapatkan dari hasil pengukuran BER dan *Q factor*.

### 3.3 Pengambilan Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari teori yang bersumber dari buku referensi, jurnal, penelitian, dan internet dari sumber terpercaya. Data tersebut digunakan sebagai acuan terhadap konsep-konsep yang terkait dengan *Free Space Optic*, *line coding*, CWlaser, *photodetector*, dan modulator.

Data sekunder yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini adalah:

- a. Konsep dasar FSO, digunakan untuk mengetahui prinsip kerja dan arsitektur FSO sehingga mempermudah pemahaman mengenai perhitungan performansi sistem.
- b. Parameter teknologi FSO, digunakan untuk mengetahui nilai variabel yang akan digunakan dalam perhitungan yaitu meliputi daya pancar, sudut divergensi, diameter aperture pemancar, diameter aperture penerima dan responsivitas penerima.

Perhitungan dan analisis data dalam makalah ini meliputi kinerja berikut:

- a. Pengaruh variasi *bit rate* dan jarak transmisi pada panjang gelombang 1550 nm terhadap performansi sistem komunikasi *Radio over FSO*
- b. Pengaruh variasi komponen *line coding* pada parameter BER dan *Q factor* dalam sistem komunikasi *Radio over FSO*
- c. Pengaruh atenuasi cuaca cerah dan cuaca hujan pada parameter BER dan *Q factor* dalam sistem komunikasi *Radio over FSO*

Berikut data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- a. Standarisasi sistem untuk *Free Space Optic* (FSO) berdasarkan ITU-R (*International Telecommunication Union-Radiocommunication*) sebagai berikut :  
Berdasarkan standard IEC825/EN60825, keamanan pada laser dapat dioperasikan pada daya  $3.4 < P < 27$  dBm.
- b. Parameter pada performansi sistem komunikasi FSO yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1  
Spesifikasi Sistem Komunikasi FSO

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Panjang gelombang	$\lambda$	1550	Nm
Transmitter aperture diameter	$d_1$	2.5	Cm
Receiver aperture diameter	$D_2$	16	Cm
Divergensi beam	$\theta$	2	mrad

- c. Sumber Optik yang digunakan yaitu *Continous Wave* (CW) laser. CW laser dipilih karena memiliki daya keluaran yang lebih besar dan *spectrum* yang lebih kecil pada pola radiasi lebih kecil. Pada penelitian ini digunakan CW laser type DS-7009 yang bekerja pada panjang gelombang 1550 nm memiliki spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2  
Spesifikasi CW Laser

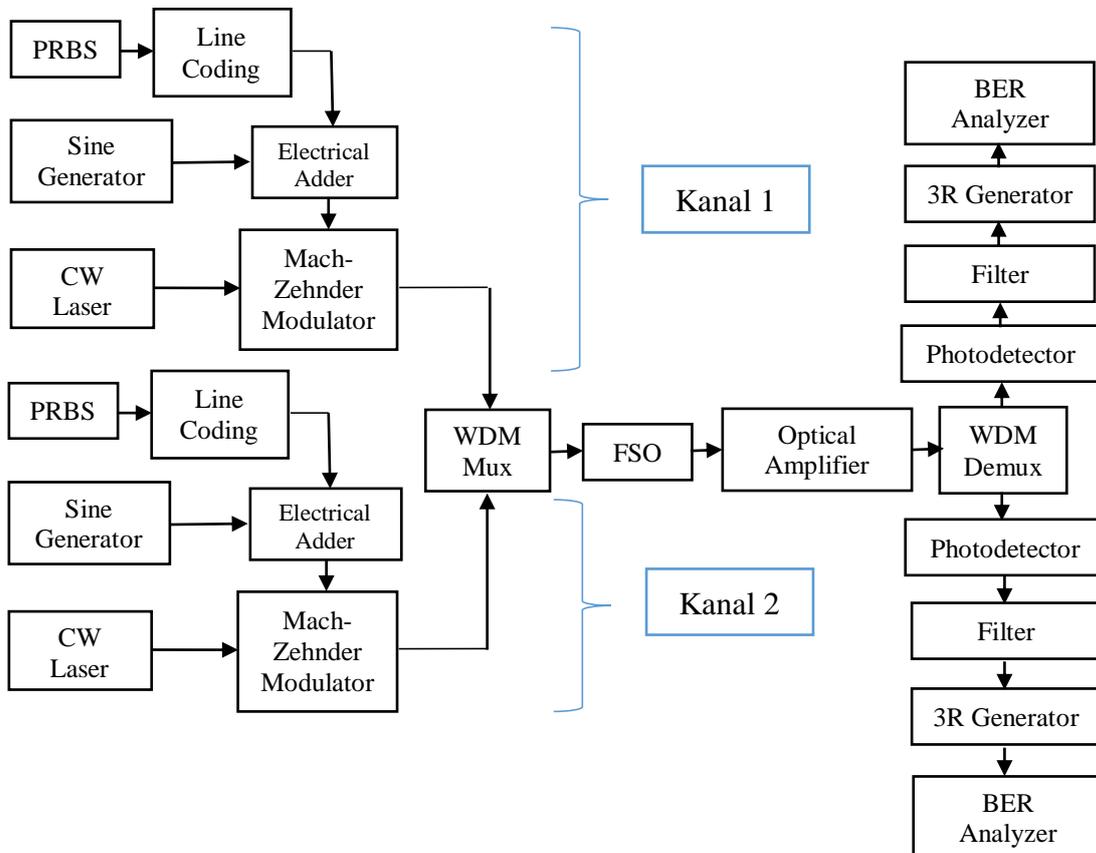
Parameter	Nilai
Frekuensi	193.1 Thz
Daya output	40-100 mW
Linewidth	1 MHz
Temperature	-40-85°C

Sumber : *Datasheet* CW Laser Type DS-7009

- d. Media transmisi yang digunakan adalah ruang bebas. Referensi dari BMKG Indonesia digunakan untuk menentukan atenuasi saat kondisi hujan lebat di indonesia. Data dari BMKG Indonesia menyatakan bahwa intensitas hujan lebat di daerah Indonesia adalah 10-20 mm/jam.
- e. Menggunakan modulasi eksternal *Mach-Zehnder* karena prosesnya lebih cepat dan dapat digunakan dengan sumber laser yang memiliki daya yang tinggi.
- f. Jenis *coding* yang digunakan adalah NRZ dan RZ karena jenis *coding* ini tidak memerlukan *bandwidth* yang lebar. *Retun to Zero* (RZ) dan *Non Return to Zero* (NRZ) merupakan skema format modulasi yang banyak digunakan dalam sistem komunikasi FSO komersial karena kemudahan implementasi dan efisiensi *bandwidth* (Liu et al., 2008).

- g. Spesifikasi detektor optik yang digunakan adalah *Avalanche Photodiode (APD)* dengan bahan *InGaAsP* karena memiliki responsivitas, penguatan, dan arus cahaya yang lebih besar dibandingkan *Photodiode Positive Intrinsic Negatif (PIN)* dengan waktu jangkit 0,1 ns

Selain itu data sekunder juga digunakan untuk menentukan aspek perancangan konfigurasi perangkat sistem komunikasi *Radio over FSO*. *Gambar 3.3* merupakan rancangan konfigurasi sistem komunikasi *Radio over FSO*.



*Gambar 3.3* Blok Diagram Sistem RoFSO

Berdasarkan blok diagram *Gambar 3.3* PRBS membangkitkan sinyal informasi dengan urutan biner secara acak dan *bit rate* diatur 10 Gbps dan 40 Gbps. Keluaran dari PRBS menuju ke *Pulse Generator* yang berfungsi membangkitkan pulsa yang berbentuk kotak dimana sinyal acak dari keluaran PRBS dialah di dalam *pulse generator*. Pada penelitian ini *pulse generator* yang dipakai ada 2 macam yaitu NRZ dan RZ. Tugas dari *sine generator* adalah membangkitkan sinyal RF (*Radio Frequency*) yang kita inginkan. Pada penelitian ini hanya memakai frekuensi 100 GHz. Komponen *Electrical Adder* berfungsi untuk memodulasi sinyal informasi dari *pulse generator* dan sinyal *carrier* dari *sine generator* yang kemudian diteruskan pada *mach-zehnder modulator*. *Mach-Zehnder* merupakan sebuah

interferometer yang bekerja menurut prinsip elektro-optik, dimana medan listrik yang diberikan dapat mempengaruhi karakteristik cahaya yang melewatinya. Sinyal dari *electrical adder* dan CW LASER dimodulasi di dalam *mach-zehnder* untuk kemudian ditransmisikan ke serat optik. Pada skripsi ini menggunakan 2 kanal. Proses dilakukan masing-masing kanal. *Continous Wave Laser* membangkitkan sinyal optik dengan panjang gelombang 1555 nm untuk kanal 1 dan 1556 nm untuk kanal 2. Kemudian kedua kanal tersebut dilewatkan dalam WDM Mux. *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) Mux merupakan suatu teknologi *multiplexing* yang bekerja dengan membawa sinyal informasi yang berbeda pada satu serat optik menggunakan panjang gelombang berbeda. Transmisi dilakukan di medium ruang bebas (*free space optic*) dengan variasi cuaca cerah dan cuaca hujan . Proses transmisi *Free Space Optic* menggunakan variasi jarak 1 km dan 5 km. Untuk menjaga tingkat daya informasi saat proses transmisi agar ketika sampai di penerima sinyal tetap pada kondisi yang baik maka diperlukan komponen yang bernama *optical amplifier*. Setelah itu, sinyal dipisahkan kembali menjadi dua kanal menggunakan WDM Demux. *Photodetector* pada sisi penerima optik mengubah cahaya menjadi listrik melalui efek fotolistrik. Skripsi ini menggunakan *photodetector* APD karena rata-rata penerima APD memiliki sensitivitas 10 dB lebih besar daripada penerima PIN. *Low pass filter* dibutuhkan untuk memfilter atau meloloskan frekuensi rendah dengan kata lain menghilangkan *noise* frekuensi tinggi. BER *Analyzer* merupakan komponen untuk menghitung dan menampilkan nilai *bit error rate* dan *Q-factor* (faktor mutu) pada sistem secara otomatis ketika simulasi sudah menggunakan *software Optisystem*.

### 3.4 Variabel dan Cara Analisis Data

Variabel-variabel pada penelitian ini ditekankan pada parameter kinerja, yaitu BER dan *Q-factor*. Variabel bebas yang digunakan adalah variasi *bit rate*, jarak transmisi, dan atenuasi cuaca yang akan memberikan konsekuensi pada kinerja sistem. Analisis data dilakukan dengan pendekatan matematis yang disesuaikan dengan konsep dasar dari data sekunder.

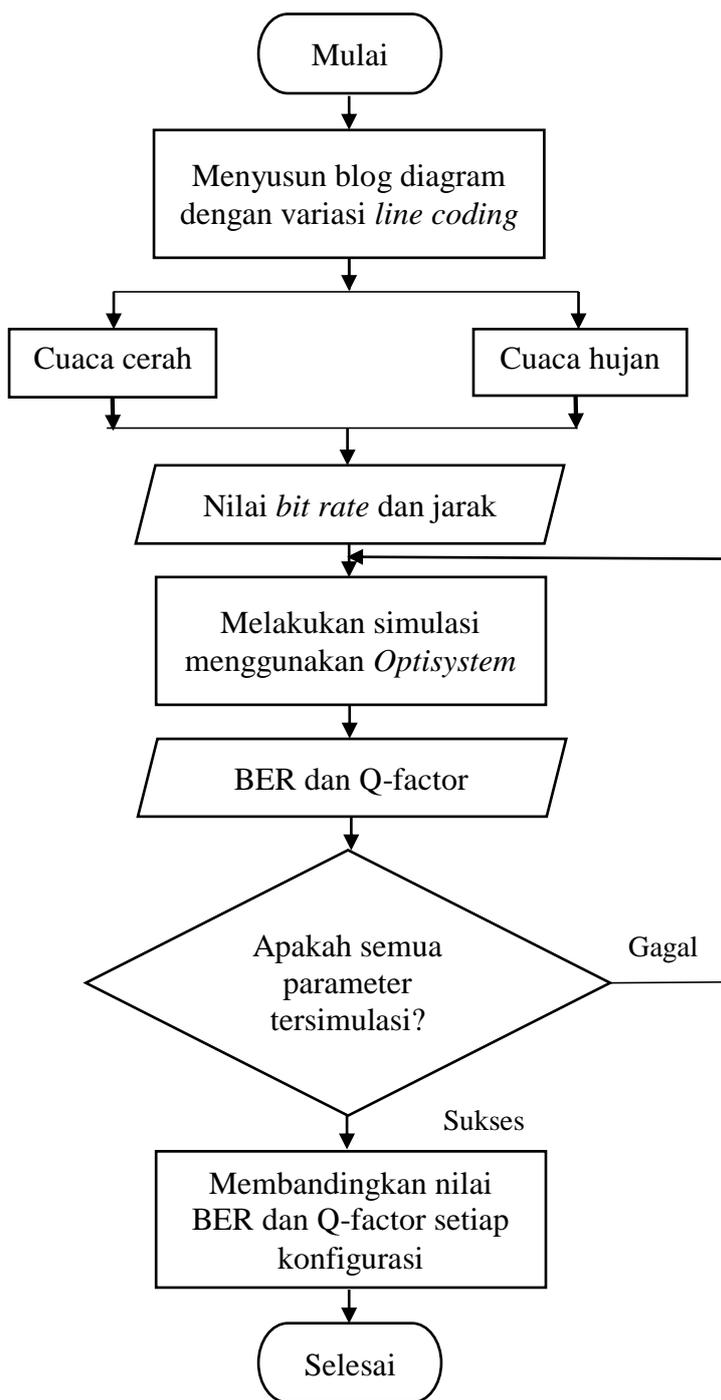
### 3.5 Kerangka Solusi Masalah

Kerangka solusi masalah pada penelitian ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dalam bentuk diagram alir. Solusi kerangka masalah yang dimaksudkan dalam skripsi ini adalah tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dalam bentuk diagram alir. Parameter kinerja sistem FSO yang digunakan yaitu *bit error rate* dan *Q-factor*. Langkah-langkah untuk mendapatkan parameter

kinerja yang diinginkan dijelaskan pada sub bab berikutnya.

### 3.5.1 Pengujian Variasi *Bit Rate* terhadap Jarak Transmisi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak maksimum yang digunakan masing-masing bit rate. Bit rate yang digunakan adalah 10 Gbps dan 40 Gbps. *Gambar 3.4* menunjukkan diagram alir langkah pengujian *bit rate* terhadap jarak transmisi. Langkah pertama menyusun blok diagram sesuai dengan penelitian. Blok diagram merupakan variasi dari setiap komponen yang diteliti. Pada skripsi ini memvariasikan komponen *line coding* (RZ dan NRZ). Konfigurasi ini menggunakan panjang gelombang 1550 nm dan 1552 nm, jarak 1 km pada atenuasi cuaca hujan lebat, jarak 5 km untuk atenuasi cuaca cerah di daerah tropis. Atenuasi dihasilkan melalui empat proses perhitungan, pertama menghitung batasan kecepatan hujan ( $V_a$ ), kedua menghitung distribusi hujan ( $N_a$ ), kemudian ketiga menghitung koefisien scattering hujan ( $\beta_{rain\ scat}$ ), dan terakhir menghitung redaman hujan ( $\tau$ ). Kemudian dilakukan simulasi dengan menggunakan bit rate 10 Gbps dan 40 secara bergantian. Analisis dilakukan dengan menghitung nilai BER dan *Q-factor* untuk tiap bit rate dan jarak yang digunakan. Kemudian membandingkan nilai BER dan *Q-factor* pada setiap konfigurasi.



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengujian *Bit Rate* terhadap Jarak Transmisi