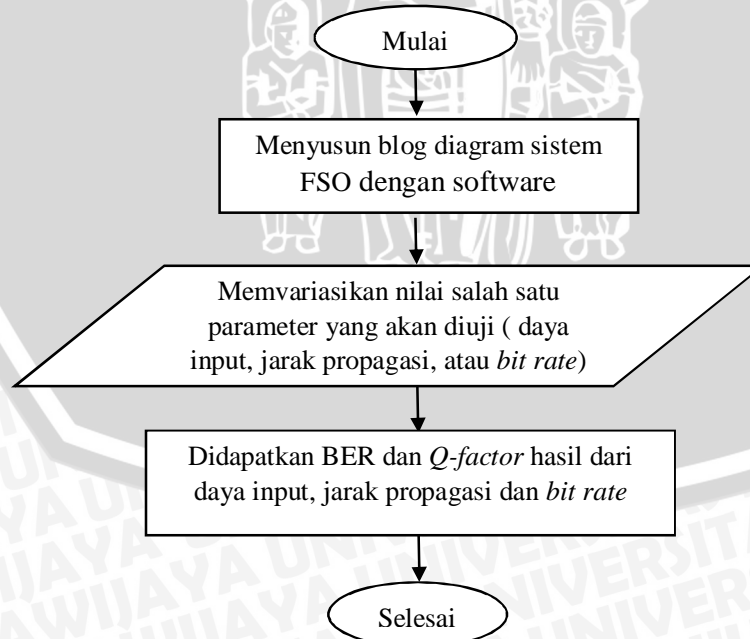


### BAB III METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian yang bersifat simulasi, yakni menguji dan menganalisa kinerja dari sistem komunikasi *Free Space Optic (FSO)* pada panjang gelombang 850 nm dan 1550 nm dengan variasi daya input, jarak propagasi, dan *bit rate* saat kondisi hujan lebat dengan menggunakan jenis fotodetektor PIN detektor dan APD.

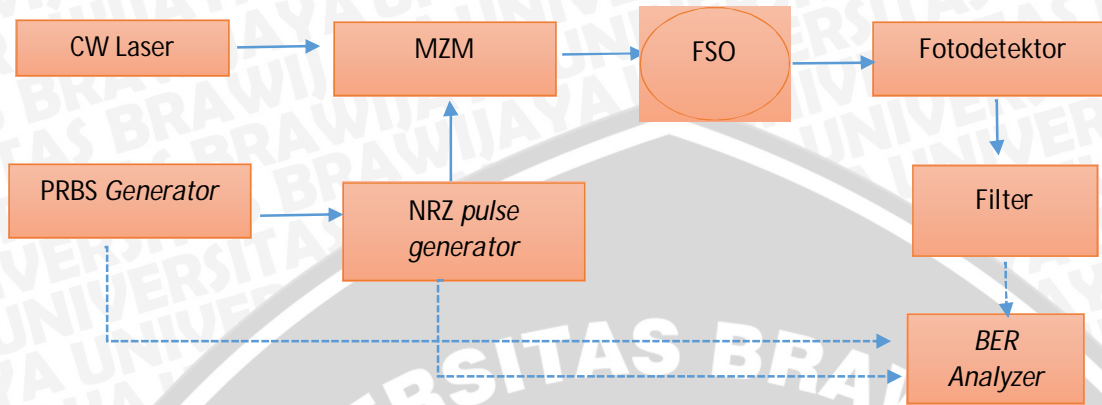
#### 3.1. Penentuan Jenis dan Cara perolehan Data

Data-data yang diperlukan dalam kajian penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data hasil pengukuran pengaruh daya input optik, jarak propagasi FSO, dan variasi *bit rate* terhadap performansi fotodetektor pada sistem komunikasi FSO (*Free Space optic*) dilihat dari BER dan *Q-factor*. Pada Gambar 3.2 ditampilkan diagram alir metode pengambilan data primer melalui simulasi.



Gambar 3.1 Langkah Pengambilan data Simulasi

Rancangan konfigurasi perangkat simulasi ditunjukkan dalam bentuk blok diagram pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Blok diagram komponen sistem FSO

Blok diagram pada gambar 3.2 menunjukkan komponen konfigurasi sistem FSO pada percobaan. Sumber cahaya yang digunakan adalah jenis CW laser, yang akan memancarkan gelombang cahaya secara kontinyu dengan amplitudo yang konstan. Sedangkan *Pseudo Random Binary Sequence* (PRBS) keluarannya adalah aliran bit dari pulsa *binary* yang selanjutnya akan di *coding* oleh NRZ. Keluaran NRZ berupa sinyal elektrik yang akan bersama-sama dengan keluaran dari CW laser masuk kedalam *Machzehnder Modulator* (MZM) untuk dimodulasi secara eksternal. Keluaran dari MZM berupa sinyal optik. Selanjutnya, ditransmisikan melalui medium udara. Sesampainya di penerima, sinyal diterima oleh fotodetektor untuk diubah kembali menjadi sinyal elektrik. Sinyal *noise* frekuensi tinggi akan dihilangkan dengan *Low Pass Filter* (LPF) jenis *Bessel*. Selanjutnya akan didapat nilai BER dan *Q-factor* melalui *BER Analyzer*. Garis lurus yang menghubungkan antar komponen menunjukkan jalannya sinyal dari satu komponen menuju komponen selanjutnya untuk dilakukan proses lanjutan. Garis putus-putus menunjukkan hubungan koordinasi antara *BER analyzer* dengan *PRBS Generator*, *NRZ Pulse Generator*, dan filter.

Penjelasan dan spesifikasi masing-masing perangkat secara jelas diuraikan pada Bab IV. Data sekunder bersumber dari buku referensi, jurnal, skripsi, internet, dan forum-forum resmi. Data sekunder yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini diperlukan sebagai bahan yang mendasari konsep-konsep yang terkait dengan

pengaruh daya input, jarak propagasi, *bit rate* serta jenis fotodetektor terhadap kinerja FSO.

Adapun data sekunder yang digunakan dalam pembahasan penelitian ini meliputi:

1. Standarisasi sistem untuk *Free Space Optic* (FSO) berdasarkan ITU-R (*International Telecommunication Union – Radio communication*) IEC825/EN60825, keamanan pada laser dapat dioperasikan pada daya  $3.4 < P < 27$  dBm.
2. Parameter pada performansi sistem komunikasi FSO yang ditetapkan adalah sebagai berikut:
  - a) Diameter apartur *transmitter* = 5 cm
  - b) Diameter apartur *receiver* = 20 cm
  - c) Divergensi *beam* = 2 mrad
  - d) Sumber Optik yang digunakan yaitu *Continuous Wave* (CW) laser. CW laser dipilih karena memiliki daya keluaran yang lebih besar dan spectrum yang lebih kecil pada pola radiasi lebih kecil serta nilai amplitude yang konstan.
3. CW laser type LPM03-27-50R yang bekerja pada panjang gelombang 850 nm memiliki spesifikasi

Tabel 3.1 Spesifikasi CW laser type LPM03-27-50R

Frekuensi (f)	352.9 Thz
Daya output (P)	300-1000 mW
<i>Linewidth</i>	10 hz

Sumber : *Datasheet* CW laser type LPM03-27-50R

4. CW laser type DS-7038 yang bekerja pada panjang gelombang 850 nm memiliki spesifikasi seperti ditunjukkan tabel 3.2

Tabel 3.2 Spesifikasi CW laser type DS-7038

Frekuensi (f)	193.1 Thz
Daya output (P)	10-18 mW
<i>Linewidth</i>	1 MHz

Sumber : *Datasheet* CW laser type DS-7038

5. Media transmisi ruang bebas yang digunakan di Indonesia dimana atenuasi yang digunakan adalah saat kondisi hujan lebat, dengan menggunakan

referensi dari BMKG Indonesia bahwa intensitas hujan lebat adalah 10-20 mm/jam.

6. Jenis *coding* yang digunakan adalah NRZ karena jenis *coding* ini tidak memerlukan *bandwidth* yang lebar.
7. Menggunakan modulasi eksternal *Mach-Zehnder* karena prosesnya lebih cepat dan dapat digunakan dengan sumber laser yang memiliki daya yang tinggi.
8. Filter yang digunakan adalah jenis *Low Pass Bessel Filter*, filter ini dipilih karena memiliki respon fasa yang paing bagus (mendekati linier).
9. Fotodetektor yang digunakan :
  - PIN photodiode pada panjang gelombang 850 nm menggunakan material Si dengan spesifikasi seperti ditunjukkan tabel 3.3.

Tabel 3.3 Spesifikasi PIN Si

Panjang gelombang ( $\lambda$ )	850 nm
Responsivitas (R)	0.6 A/W
Quantum efisiensi ( $\eta$ )	87.5 %
Dark current	10 nA
Thermal noise	$1.8 \times 10^{-25}$ W/Hz

Sumber : Agrawal, 2007

- PIN Photodiode pada panjang gelombang 1550 nm menggunakan material InGaAs dengan spesifikasi ditunjukkan pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Spesifikasi PIN InGaAs

Panjang gelombang ( $\lambda$ )	1550 nm
Responsivitas (R)	0.9 A/W
Quantum efisiensi ( $\eta$ )	72 %
Dark current	10 nA
Thermal noise	$1.8 \times 10^{-25}$ W/Hz

Sumber : Agrawal, 2007

- APD pada panjang 850 nm menggunakan bahan Si dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Spesifikasi APD Si

Panjang gelombang ( $\lambda$ )	850 nm
Responsivitas (R)	60 A/W
Gain	100
Rasio Ionisasi	0.06
Dark current	10 nA
Thermal noise	$1.0 \times 10^{-22}$ W/Hz

Sumber : Agrawal, 2007

- APD pada panjang gelombang 1550 nm menggunakan bahan InGaAs dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Spesifikasi APD InGaAs

Panjang gelombang ( $\lambda$ )	1550 nm
Responsivitas (R)	9 A/W
Gain	10
Rasio Ionisasi	0.45
Dark current	10 nA
Thermal noise	$1.0 \times 10^{-22}$ W/Hz

Sumber : Agrawal, 2007

### 3.2 Variabel dan Cara Analisis Data

Metode perhitungan dan analisis data yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini adalah untuk mengumpulkan beberapa parameter dari data sekunder. Parameter yang diperoleh digunakan untuk analisis, didasarkan pada rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya. Pendekatan matematis untuk analisis persamaan matematika dalam analisis analitik dilakukan dengan bantuan *software*. Perhitungan dan analisis data dalam makalah ini meliputi kinerja berikut:

1. Pengaruh daya input pada panjang gelombang 850 nm dan 1550 nm terhadap performansi sistem komunikasi FSO dengan detektor jenis PIN dan APD
2. Pengaruh jarak propagasi pada panjang gelombang 850 nm dan 1550 nm terhadap performansi sistem komunikasi FSO dengan detektor jenis PIN dan APD

3. Pengaruh *bit rate* terhadap performansi sistem komunikasi FSO pada panjang gelombang 850 nm dan 1550 nm dengan detektor jenis PIN dan APD.

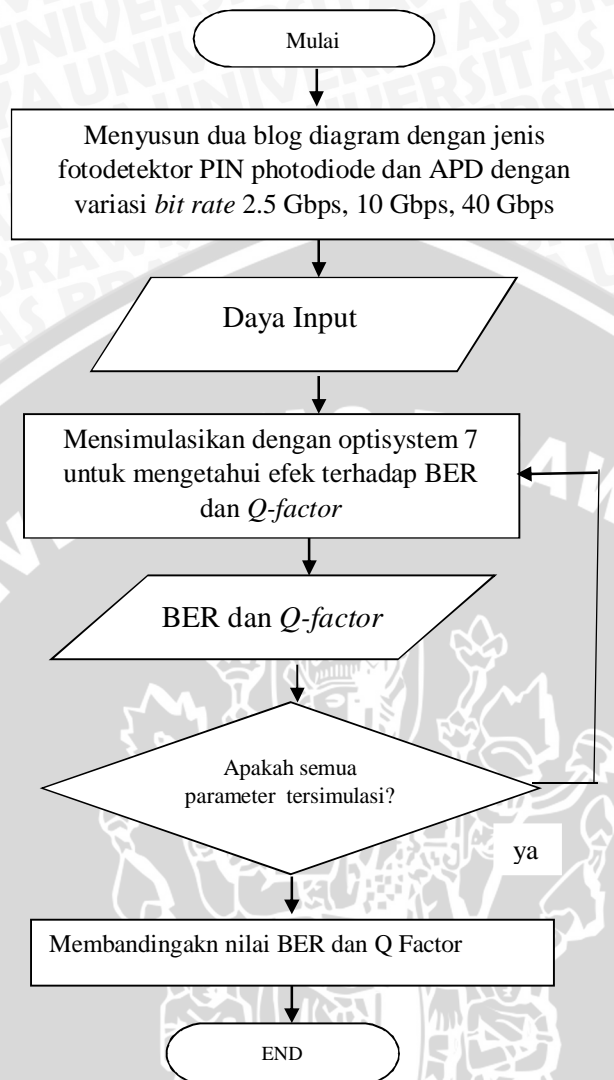
### 3.3 Solusi Kerangka Masalah

Solusi kerangka masalah yang dimaksudkan dalam skripsi ini adalah tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dalam bentuk diagram alir. Langkah-langkah untuk mendapatkan parameter kinerja yang diinginkan dijelaskan pada sub bab berikutnya.

#### 3.3.1 Simulasi Pengaruh Daya Input pada Sistem FSO

Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui daya input yang dapat memberikan efisiensi terhadap sistem FSO pada masing-masing fotodetektor. Sehingga saat perancangan sistem FSO dapat dipakai daya yang memberikan hasil yang paling baik pada kondisi cuaca hujan lebat.

Gambar 3.3 menunjukkan diagram alir pengaruh daya input terhadap kinerja FSO. Pada gambar 3.4 dijelaskan mengenai langkah-langkah pengambilan data dengan variasi daya input. Pertama yang dilakukan adalah membuat dua blog diagram dengan menggunakan dua jenis fotodetektor yang berbeda. Kemudian masing-masing akan dioperasikan pada 2 jenis panjang gelombang yang berbeda yaitu 850 nm dan 1550 nm. Kemudian memvariasikan daya input optik berdasarkan rentang dari CW laser masing-masing panjang gelombang. Selama parameter daya input divariasikan nilai parameter yang lain dibuat tetap. Jarak ditetapkan 1 km, *bit rate* 2.5 Gbps untuk percobaan pertama kemudian dilanjutkan dengan *bit rate* 10 Gbps dan 40 Gbps. Selanjutnya masing-masing disimulasikan dengan *optysistem* versi 7 sehingga dapat dilihat nilai BER dan *Q-factor* nya.



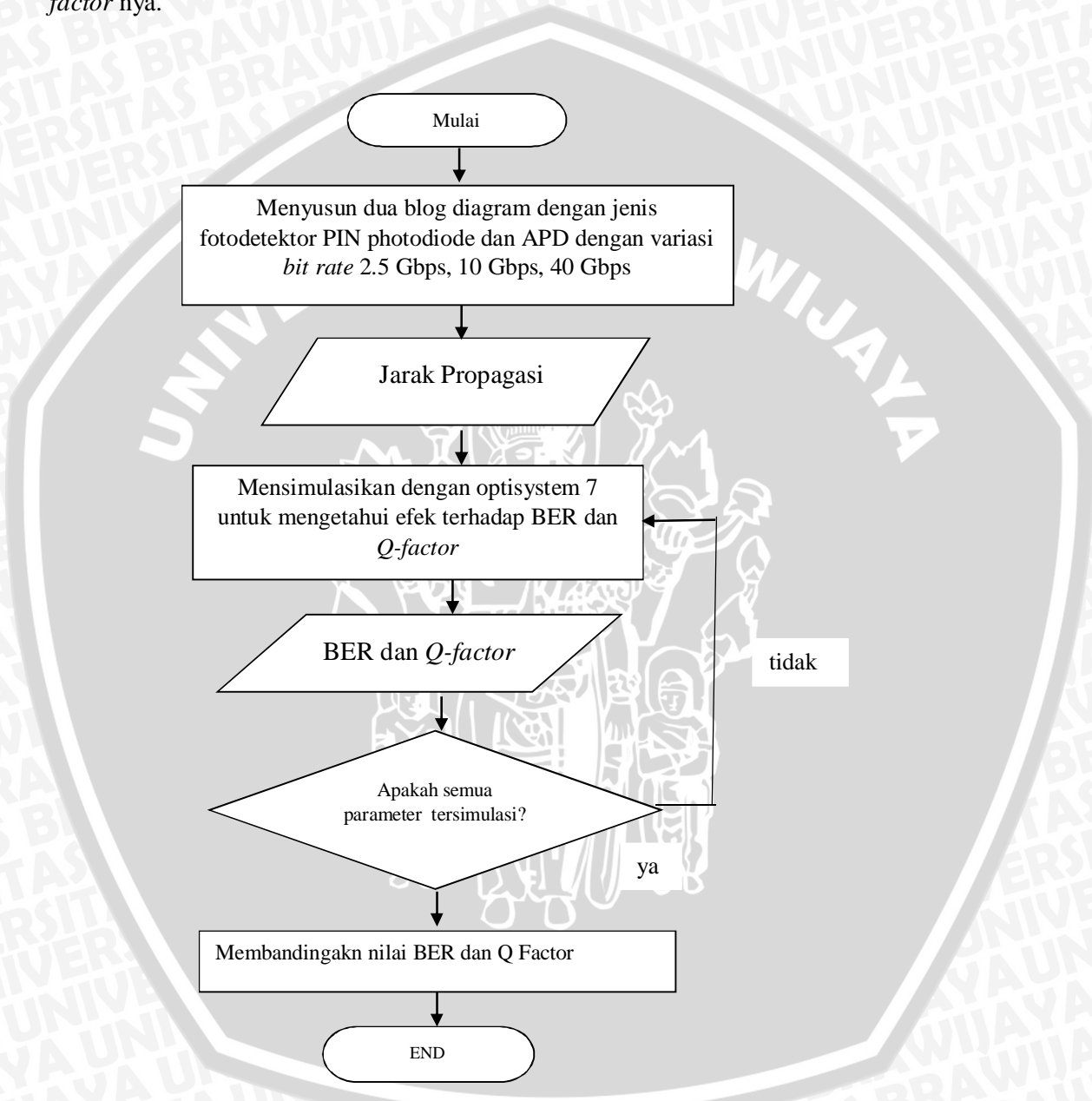
Gambar 3.3 Diagram alir simulasi variasi daya input

### 3.3.2 Simulasi Pengaruh Jarak Propagasi Pada sistem FSO

Jarak merupakan salah satu parameter penting untuk dianalisis. Analisis dilakukan untuk menunjukkan jarak minimum yang dapat dicapai oleh sistem FSO dalam kondisi hujan lebat.

Pada gambar 3.4 dijelaskan mengenai langkah-langkah pengambilan data dengan variasi jarak propagasi. Pertama yang dilakukan adalah membuat dua blog diagram dengan menggunakan dua jenis fotodetektor yang berbeda. Kemudian masing-masing akan dioperasikan dengan 2 jenis panjang gelombang yang berbeda yaitu 850 nm dan 1550 nm. Kemudian memvariasikan jarak propagasi pada rentang

0.7 km – 1.5 km. Selama parameter jarak propagasi divariasikan nilai parameter yang lain dibuat tetap. Jarak ditetapkan 1 km, *bit rate* 2.5 Gbps untuk percobaan pertama kemudian dilanjutkan dengan *bit rate* 10 Gbps dan 40 Gbps. Selanjutnya masing-masing disimulasikan dengan *OptiSystem 7* sehingga dapat dilihat nilai BER dan *Q-factor* nya.



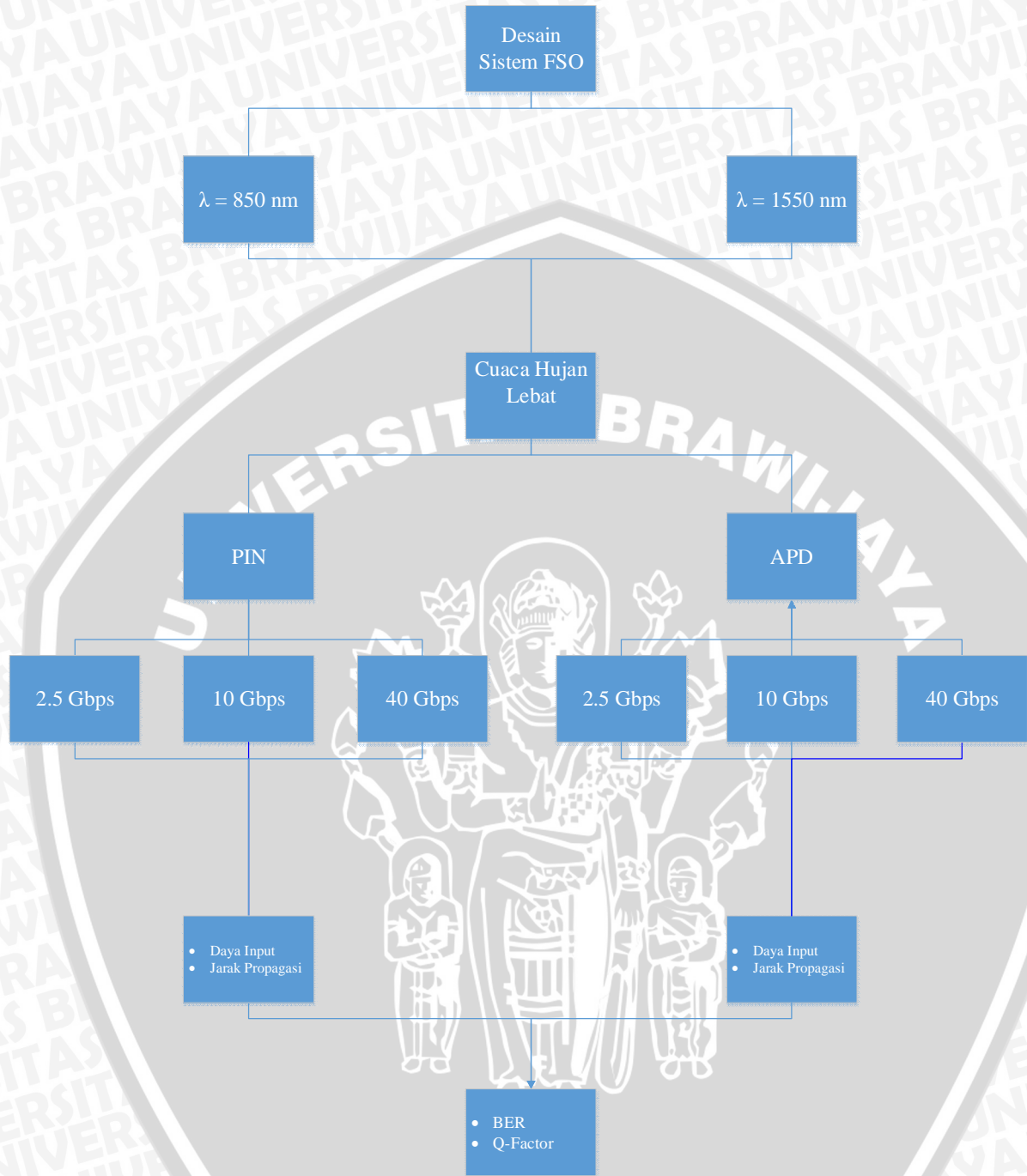
Gambar 3.4 Diagram alir simulasi variasi jarak propagasi



### 3.4 Rencana Penelitian

Untuk mengetahui rencana penelitian, dapat dilihat pada gambar 3.5. *Flow chart* menunjukkan bahwa penelitian ini dibagi menjadi 2 jenis fotodetektor yaitu PIN *Photodiode* dan APD (*Avalanche Photodiode*). Kedua jenis fotodetektor tersebut adalah jenis yang paling sering digunakan dalam komunikasi optik. Akan disimulasikan pada panjang gelombang 850 nm dan 1550 nm dengan kondisi hujan lebat. Parameter yang diubah yaitu daya input optik, jarak propagasi FSO dan *bit rate*. Simulasi dan desain akan dilakukan dengan menggunakan *Software Optisystem* versi 7. Daya optik yang digunakan bergantung pada panjang gelombang yang beroperasi. Untuk panjang gelombang 850 nm digunakan daya 25-27 dBm sedangkan untuk panjang gelombang 1550 nm menggunakan daya 10-12.5 dBm.





Gambar 3.5 Diagram Alir Rencana Penelitian