

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

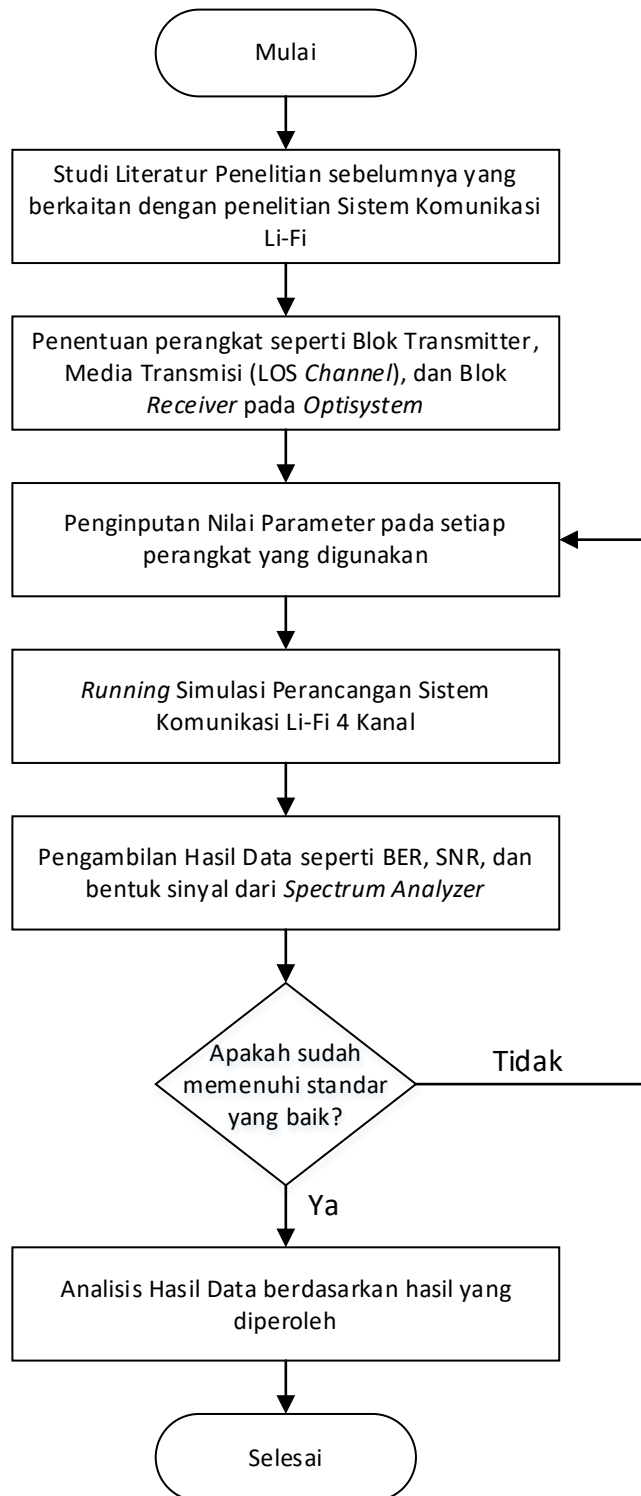
Dalam penelitian ini menggunakan simulasi sebagai media untuk menganalisis pengaruh *Transmitter Half Angle* dan *Field of View* pada sistem komunikasi Li-Fi 4 kanal. Adapun *software* yang akan digunakan sebagai media pada penelitian ini yaitu *Software Optisystem* Versi 19. Perancangan sistem pada penelitian ini seluruhnya akan disimulasikan menggunakan *software Optisystem*.

Optisystem sendiri merupakan *software* yang digunakan untuk mensimulasikan *link* optik ataupun membuat simulasi perancangan jaringan komunikasi optik. Dengan menggunakan *software* tersebut peneliti dapat melakukan merencanakan, menguji, dan mensimulasikan tautan optik di lapisan transmisi jaringan optik modern. Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui seberapa berpengaruh variasi *Transmitter Half Angle* dan *Field of View* (FOV) pada propagasi Li-Fi 4 kanal.

Adapun parameter kinerja sistem yang menjadi bahan untuk menganalisis yaitu nilai BER dan *Q-Factor*, perhitungan daya terima nya, dan SNR. Analisis dari data hasil pengujian perancangan terhadap sistem komunikasi *Indoor* Li-Fi akan dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* untuk pengolahan hasil data dalam bentuk Tabel serta *software* Matlab Versi 2019 untuk pengolahan hasil data dalam bentuk grafik yang diperoleh dari parameter yang telah diuji.

3.2 ALUR PENELITIAN

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yakni dimulai dari studi literatur, menentukan kebutuhan sistem, melakukan perancangan menggunakan *Optisystem*, penginputan nilai parameter, *running* simulasi perancangan sistem, dan pengumpulan hasil data seperti BER, *Q-Factor*, SNR, bentuk sinyal pada *Spektrum Analyzer*, serta membuat analisis terhadap hasil data yang didapatkan dari pengujian sistem dan membuat kesimpulan dari hasil analisis dan simulasi yang telah dilakukan. Adapun alur penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Alur dari penelitian dimulai dengan studi literatur atau mencari referensi penelitian misalnya seperti mencari referensi teori dari berbagai sumber tertulis, seperti jurnal, artikel, *datasheet*, maupun dokumen yang relevan dengan kasus atau

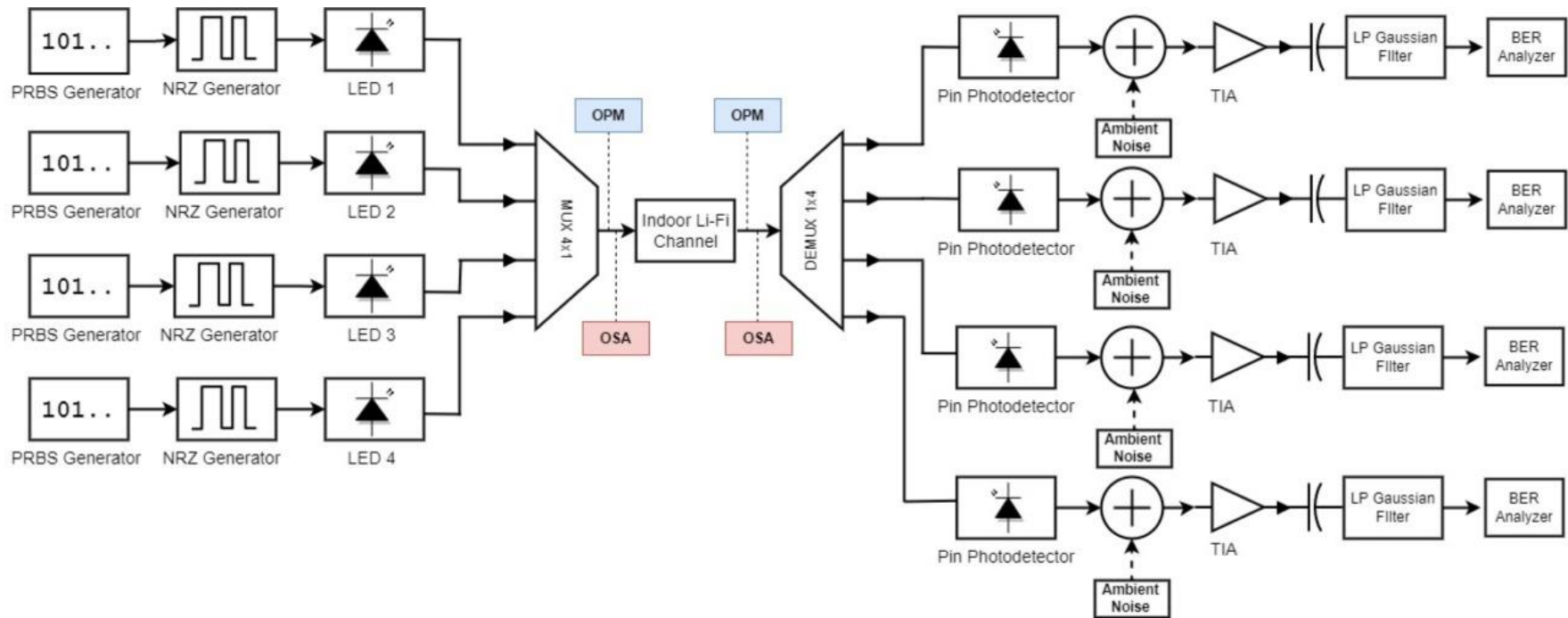
permasalahan yang akan diteliti. Studi literatur dilakukan guna menemukan variabel yang akan diteliti, serta menemukan kekurangan dan kelebihan dari masing-masing penelitian terdahulunya, sehingga dapat digunakan sebagai acuan penelitian. Dalam penelitian ini juga berfokus pada studi literatur pada jurnal, dengan tujuan untuk mengetahui permasalahan yang sudah dipecahkan dan yang belum dipecahkan, sehingga dapat menjadi salah satu bahan yang akan dibahas dalam penelitian ini.

Selanjutnya penentuan perangkat yang dilakukan untuk mempersiapkan dan memudahkan perancangan simulasi dalam perangkat lunak yang digunakan. Terdapat 3 bagian perangkat pada rancangan sistem ini, mulai dari Blok *Transmitter*, Blok Transmisi, dan Blok *Receiver*. Simulasi tersebut dilakukan menggunakan *Software Optisystem 19*, kemudian parameter yang akan diukur dalam simulasi ini adalah BER, *Q-Factor*, daya terima, dan SNR. Setelah itu barulah dilakukan perancangannya, dimana perancangan sistem dilakukan dengan cara menginputkan atau memberi nilai-nilai parameter. Mulai dari propagasi sistem yang digunakan, panjang gelombang, spasi kanal, dan lain-lain. Propagasi sistem yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bersifat *Line of Sight* (LOS) yang berarti antara *Transmitter* (sisi pemancar) dan *Receiver* (sisi penerima) tidak ada *obstacle* atau penghalang pada kanal. Panjang gelombang yang digunakan 430 nm – 505 nm tepatnya pada warna spektrum warna LED biru. Spasi kanal yang digunakan yaitu 25 nm sebagai jarak antar kanal.

Kemudian setelah semua perangkat sudah diinputkan nilai parameternya, barulah dijalankan atau *running* simulasi pada *software Optisystem*. Apapun hasil dari *running* simulasi tersebut, itulah hasil akhir yang didapatkan. Hasil data dari *running* simulasi tadi kemudian akan diolah sebagai analisis dari inti penelitian ini. Pengambilan hasil data meliputi parameter uji performansi seperti BER, *Q-Factor*, dan SNR yang disebutkan diatas. Setelah semua data diolah dan dianalisis, maka dengan mudah akan ditarik kesimpulan dan saran sebagai akhir dari alur penelitian ini.

3.3 BLOK DIAGRAM SISTEM

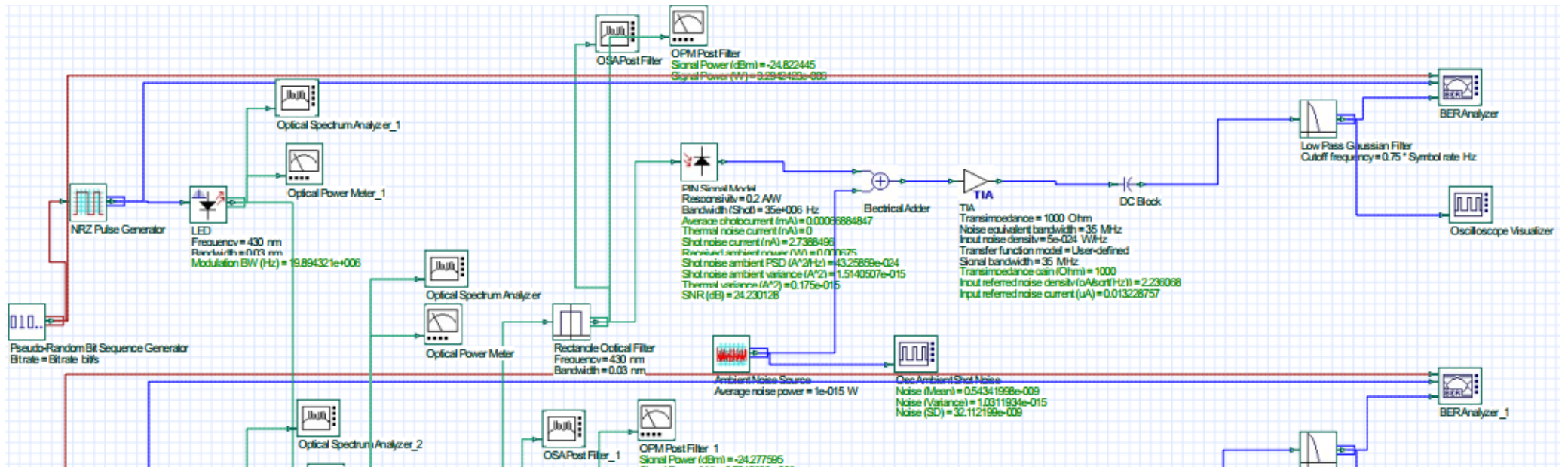
Adapun blok diagram sistem yang sebagai alur dari perancangan simulasi sistem komunikasi *Indoor* Li-Fi ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Indoor Li-Fi

Gambar 3.2 menunjukkan tentang rancangan sistem yang akan digunakan yaitu sistem komunikasi *Indoor Li-Fi (LOS Model)* pada *Software Optisystem 19* dimana terdapat beberapa komponen mulai dari *NRZ Pulse Generator*, *LED*, *MUX 4x1*, *Indoor LOS Channel*, *DEMUX 1x4*, *PIN Signal Model*, *Electrical Adder*, *Trans-Impedance Amplifier (TIA)*, *DC Block*, *Ambient Noise Source*, *Low Pass Gaussian Filter*, dan *BER Analyzer*. Adapun perangkat lainnya seperti *Optical Power Meter Tx*, *OPM Post Filter*, dan *OSC Ambient Shot Noise* beberapa perangkat pendukung tersebut digunakan sebagai parameter visualisator untuk melihat performansi komponen setelah rancangan sistem dijalankan. Pada penelitian ini, untuk melihat hasil kinerja sistem komunikasi Li-Fi 4 kanal, hanya difokuskan pada hasil BER beserta Q-Factor, daya terima, dan juga SNR.

Pada penelitian simulasi sistem Li-Fi 4 kanal ini memiliki tiga blok sistem yaitu Blok *Transmitter*, Media Transmisi (*Indoor Li-Fi Channel*), dan Blok *Receiver*. Adapun perancangan yang dilakukan simulasi sistem pada *Software Optisystem 19* ditunjukkan pada Gambar 3.3 berikut:

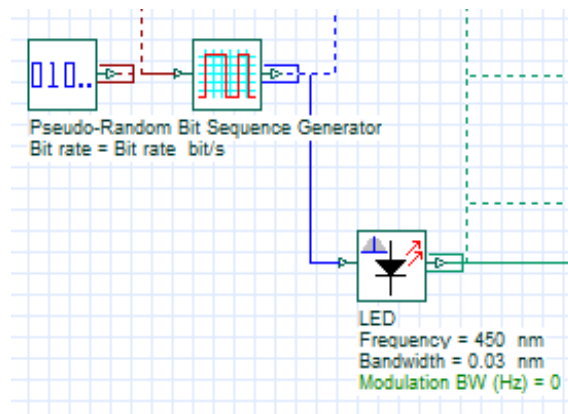


Gambar 3.3 Blok Sistem Li-Fi

Blok *transmitter* terdiri dari perangkat seperti *Pseudo Random Bit Sequence* (PRBS), *NRZ Pulse Generator*, dan LED. Blok *transmisi* terdiri dari *multiplexing*, *Cpp Indoor LOS Channel*, dan *demultiplexing*. Sedangkan blok *receiver* terdiri dari *Pin Signal Model*, *Electrical Adder*, *Trans-Impedance Amplifier* (TIA), *DC Block*, *Low Pass Gaussian Filter* yang tersambung langsung ke *BER Analyzer*. Spesifikasi dan fungsi dari setiap perangkat pada masing-masing blok dijelaskan sebagai berikut:

3.3.1. Blok *Transmitter* (Pengirim)

Perangkat yang berada pada blok *transmitter* (pengirim) ditunjukkan oleh Gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4 Blok *Transmitter*

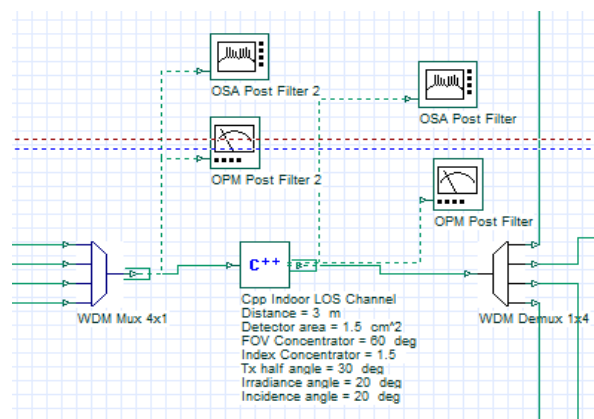
Blok *transmitter* (pengirim) terdiri dari perangkat-perangkat yang bekerja untuk mengirimkan sinyal optik kepada media transmisi. Diantara nya yaitu *Peseudo Random Bit Sequence* (PRBS), *NRZ Pulse Generator*, dan LED. PRBS tersebut berfungsi menyediakan bit informasi yang berupa sinyal dikirimkan, kemudian sinyal elektrik tersebut dijadikan bit-bit biner lalu diterima oleh NRZ pada NRZ generator. Perangkat tersebut membangkitkan pulsa yang berbentuk acak (*random pulse*). *NRZ Pulse Generator* akan mengkonversi pulsa acak tersebut ke dalam bentuk sinyal digital dengan *line coding* NRZ. Selanjutnya bit-bit biner tadi dikonversi oleh LED untuk diubah menjadi data analog yang dimodulasikan ke bentuk cahaya tampak (VLC).

Pada LED, terjadi konversi dari sinyal elektrik ke optis. peneliti menggunakan spesifikasi panjang gelombang atau *wavelength* yang berkisar antara 430 nm – 505 nm tepatnya pada dengan spasi kanal yang digunakan yaitu 25 nm pada antar kanal, dan *bandwith* masing-masing kanal sebesar 0,03 nm. Pada kanal pertama menggunakan panjang gelombang 430 nm, kanal kedua menggunakan panjang gelombang 455 nm, kanal ketiga menggunakan panjang gelombang 480 nm, dan kanal keempat menggunakan panjang gelombang 505 nm. Rentang panjang gelombang keempat kanal tersebut termasuk kategori LED spektrum warna biru. Berikut Tabel 3.1 memaparkan spesifikasi yang digunakan pada Blok *Transmitter*.

Tabel 3.1 Spesifikasi Blok *Transmitter*

Parameter	Nilai
<i>Bit Rate</i>	20 Mbps
<i>Frekuensi LED</i>	430 - 505 nm
<i>Bandwidth LED</i>	0,03 nm

3.3.2. Media Transmisi



Gambar 3.5 LOS Channel

Perangkat saluran *Line of Sight* (LOS) memodelkan transmisi sinyal nirkabel optik ke penerima dalam garis pandangnya berdasarkan sumber konsep Lambertian. Pada perangkat ini, menggunakan jarak ruangan pada umumnya yaitu sebesar 3 meter antara pengirim dan penerima. Pada bagian transmisi Li-Fi inilah yang akan diuji dengan menggunakan beberapa variasi nilai sudut *Transmitter Half*

Angle (THA) dan *Field of View* (FOV). Gambar 3.4 hanya sebagai contoh saja, namun untuk perancangan sebenarnya adalah menggunakan 30°, 45°, 60°, dan 75° untuk masing-masing THA dan FOV. Namun, pada penelitian ini juga dibatasi antara sudut penerimaan (*Irradiance Angle*) dan sudut pemantulan (*Incidence Angle*) sebesar 20°, mengikuti nilai *default* dari *Optysistem Library* itu sendiri. *Irradiance Angle* adalah sudut bias yang dihasilkan dari pemantulan sinar pemancar, sedangkan *Incidence Angle* adalah sudut bias yang dihasilkan dari pemantulan sinar penerima. Pada Gambar 3.5 *Irradiance Angle* ditunjukkan dengan simbol θ (*theta*) sedangkan *Incidence Angle* ditunjukkan dengan simbol ϕ (*fi*). Berikut Tabel 3.2 menunjukkan spesifikasi yang digunakan pada Blok *Transmitter*.

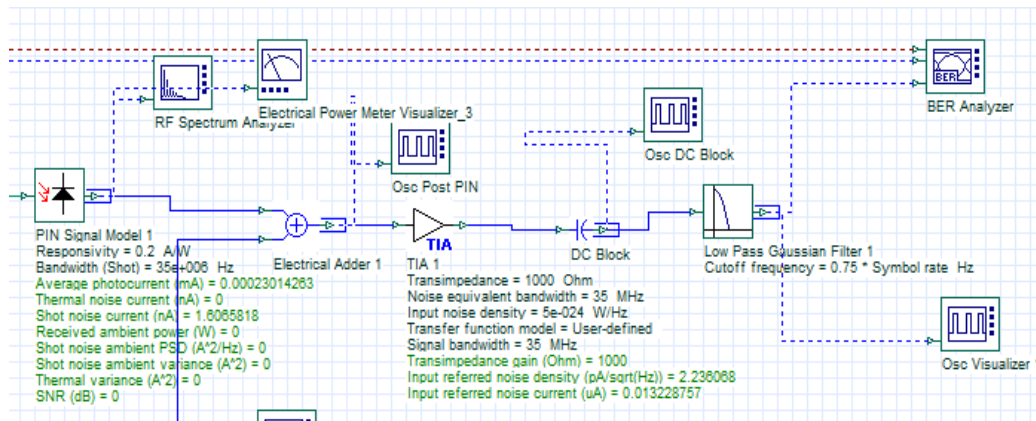
Tabel 3.2 Parameter Propagasi

Parameter	Nilai
<i>Distance</i>	3 meter
<i>Detector Area</i>	1,5 cm ²
FOV <i>Concentrator</i>	30°, 45°, 60°, 75°
<i>Index Concentrator</i>	1,5
<i>Tx Half Angle</i>	30°, 45°, 60°, 75°
<i>Irradiance Angle</i>	20°
<i>Incidence Angle</i>	20°

LOS *Channel* dapat digunakan untuk memodelkan propagasi ruang bebas (*free space propagation*) dari *indoor optical wireless signals*. Diasumsikan bahwa *transmitter source* adalah *Lambertian disk* yang menyinari permukaan detektor yang terletak pada jarak aksial h dari sumber.

3.3.3. Blok *Receiver* (Penerima)

Berikut pada Gambar 3.6 menunjukkan perangkat yang berada pada blok *receiver* (penerima) dan komponen-komponen didalamnya.



Gambar 3.6 Blok Receiver

Blok *receiver* (penerima) terdiri dari perangkat-perangkat yang bekerja sama untuk mengirimkan sinyal optik yang diteruskan untuk diubah ke sinyal listrik dan di kuatkan kembali oleh *gain*. Blok *receicer* berisi perangkat seperti *Pin Signal Model*, *Electrical Adder*, *Trans-Impedance Amplifier (TIA)*, *DC Block*, dan *Low Pass Filter (LPF)* yang dihubungkan ke *BER Analyzer*.

3.4 SKENARIO PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan *Optisystem 19* sebagai *software* utama untuk simulasi perancangan dari beberapa skenario penelitian. Tujuannya yaitu untuk melihat pengaruh variasi sudut pemancar nya (*Transmitter Half Angle*) dan sudut penerima nya (*Field of View*). Dengan memvariasikan sudut dari pemancar dan penerima yaitu masing-masing menggunakan 30°, 45°, 60°, dan 75°. Adapun diantaranya penulis menggunakan beberapa skenario penelitian seperti Tabel 3.3 dan Tabel 3.4.

Tabel 3.3 Skenario Penelitian 1

	FOV 45 ⁰			
Channel <i>n</i> – Tx Half Angle (degree)	30 ⁰	45 ⁰	60 ⁰	75 ⁰
1	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓

Tabel 3.3 menunjukkan skenario penelitian pertama, dalam tabel tersebut terdapat kolom variasi dari Tx *Half Angle* dan empat buah kanal yang digunakan. Skenario penelitian pertama memvariasikan Tx *Half Angle* dengan nilai FOV yang tetap yaitu 45 derajat dengan jarak antara pemancar dan penerima yaitu 3 meter. Nilai FOV tersebut digunakan sebagai *sample* dan juga patokan untuk memvariasikan Tx *Half Angle*.

Tabel 3.4 Skenario Penelitian 2

	Tx Half Angle 60 ⁰			
Channel <i>n</i> – FOV (degree)	30 ⁰	45 ⁰	60 ⁰	75 ⁰
1	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓

Tabel 3.4 menunjukkan skenario penelitian kedua, dalam tabel tersebut terdapat kolom variasi dari *Field of View* (FOV) dan empat buah kanal yang digunakan. Skenario penelitian kedua memvariasikan FOV dengan nilai Tx *Half Angle* yang tetap yaitu 60 derajat dengan jarak 3 meter. Nilai FOV tersebut digunakan sebagai *sample* dan juga patokan untuk memvariasikan Tx *Half Angle*. Dari kedua skenario diatas, akan dapat dilihat bagaimana keduanya saling berpengaruh dalam sebuah sistem komunikasi *Indoor* Li-Fi.