

BAB 3

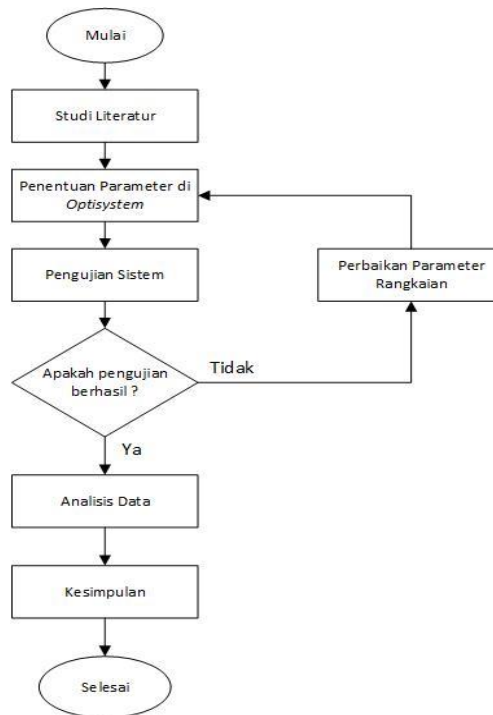
METODE PENELITIAN

3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Penelitian ini menggunakan perangkat *hardware* dan *software*. Perangkat *hardware* yaitu laptop/komputer dengan spesifikasi *Intel Core i7-7700 CPU @3.600 GHz* dengan RAM 8.00 GB. Perangkat *software* yang digunakan ialah *optisystem* versi 16.00 yang merupakan *software* simulator yang akan digunakan untuk menjalankan simulasi jaringan *Light Fidelity*. Pada *optisystem* sendiri akan dilakukan analisis LOS dan parameter yang ada pada komponen *Light Fidelity*.

3.2 ALUR PENELITIAN

Alur dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yang diawali dengan studi literatur mengenai sistem komunikasi cahaya tampak yang sekarang berkembang menjadi *Light Fidelity* (Li-Fi). Studi literatur yang dilakukan ialah membaca jurnal-jurnal terkait penelitian Li-Fi yang sudah dilakukan sebelumnya. Tahapan selanjutnya yaitu desain jaringan Li-Fi menggunakan *Indoor Optical Wireless Link* yang rangkaian dan parameter nilainya sudah ada pada *software Optisystem 16*. Parameter yang nantinya akan menjadi fokus pada penelitian ini yaitu pada komponen *Indoor LOS Channel* yang di dalamnya ada beberapa bagian seperti *Distance*, *Detector Area*, *FOV Concentrator*, *Index Concentrator*, *Tx Half Angle*, *Irradiance Angle*, dan *Incidence Angle*. Bagian ini nantinya menjadi parameter ukur dalam penentuan model komunikasi pada Li-Fi. Rangkaian di *optisystem 16* ini bersifat LOS, tidak ada pantulan cahaya yang diterima oleh *photodetector* misalnya berupa dinding. Parameter hasil LOS pada cahaya yang dipancarkan akan menjadi penentu apakah Li-Fi bekerja dengan baik untuk model *Fixed Li-Fi* atau *Moveable Li-Fi*. Setelah penentuan parameter nilai maka pengujian sistem dilakukan untuk melihat apakah pengujian berhasil atau tidak. Berikut *flowchart* tahapan penelitian yang dilakukan penulis:



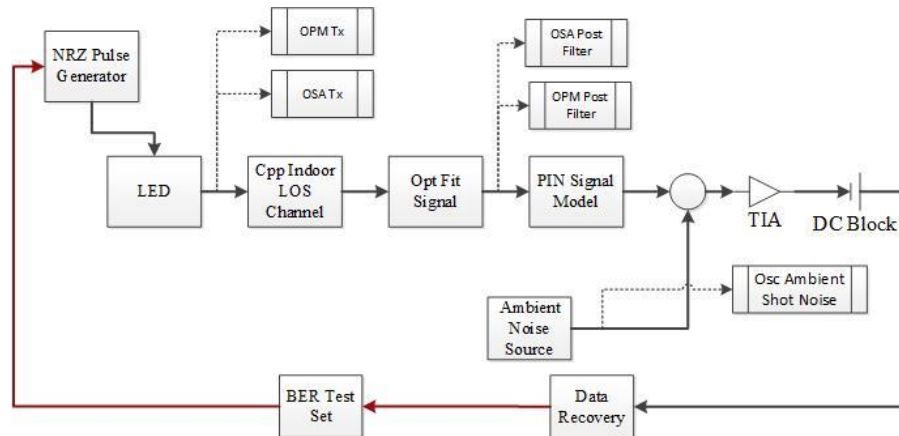
Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian

Pengujian dikatakan berhasil jika menampilkan nilai BER dan SNR pada rangkaian. *Photodetector* akan menerima daya pancar dalam bentuk SNR yang diperoleh dari parameter LOS *Channel* setelah dipancarkan LED dan BER *Test Set* yang menampilkan BER dari jaringan yang dipancarkan. Saat nilai BER dan SNR tidak muncul, maka perlunya dilakukan perbaikan parameter rangkaian untuk dilakukan pengujian sistem lagi, barulah saat hasil BER dan SNR muncul maka dilakukan analisis data. Perancangan jaringan dengan hasil BER dan SNR yang memenuhi standar nantinya bisa di aplikasikan secara *real* sesuai dengan tujuan yaitu memberikan layanan jaringan yang optimal di dalam ruangan. Performasi BER dilakukan untuk mengetahui laju *bit error* pada jumlah panjang *bit* sinyal yang ditransmisikan. Kebutuhan BER pada sistem komunikasi Li-Fi yaitu mendekati nilai 0. Nilai SNR ditunjukkan pada komponen *photodetector* sebagai hasil dari kualitas sinyal yang diterima. Perhitungan dilakukan untuk membandingkan daya sinyal yang diterima pada *Fixed LP* dan *Moveable LP*. Setelah melakukan analisis data yang diperoleh, kemudian mengumpulkan kesimpulan yang ada selama penelitian. Hasil dari simulasi *Light Fidelity* dalam ruangan ini bertujuan untuk melihat kinerja jaringan Li-Fi dengan model yang diujikan agar dapat diimplementasikan pada teknologi sekarang dengan menggunakan lampu LED

sebagai sumber pencahayaan yang kita gunakan sehari-hari sekaligus menjadi sistem komunikasi.

3.3 RANCANGAN SISTEM

Rancangan sistem yang akan digunakan dalam penelitian ini ialah menggunakan *indoor optical wireless link* (LOS Model) versi 0.2 pada *software optisystem* 16 di mana ada beberapa komponen seperti *NRZ Pulse Generator*, *LED*, *Indoor LOS Channel*, *Opt Filt Signal*, *PIN Signal Model*, *Electrical Adder*, *TIA*, *DC Block*, *Ambient Noise Source*, *Data Recovery*, dan *BER Test Set*. Parameter visualisator untuk melihat kinerja komponen setelah sistem dijalankan yaitu *OPM Tx*, *OSATx*, *OSA Post Filter*, *OPM Post Filter*, dan *OSC Ambient Shot Noise*. Berikut Gambar 3.2 rangkaian *Light Fidelity* pada aplikasi *optisystem* 16 :

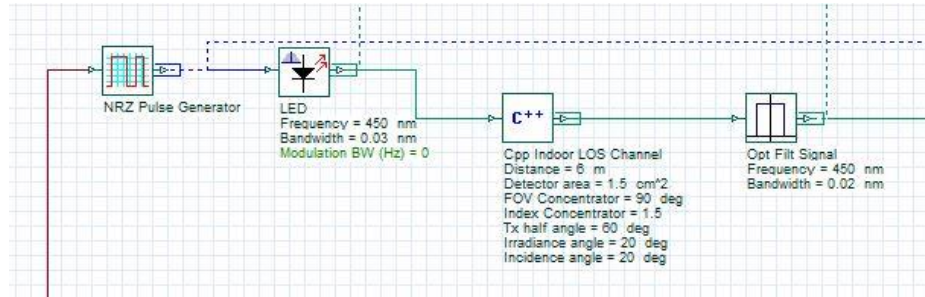


Gambar 3.2 Rangkaian Li-Fi pada *Optisystem*

Rangkaian pada Gambar 3.2 tersebut memiliki beberapa komponen yang saling bekerja agar sistem Li-Fi dapat bekerja dengan optimal. Komponen yang perlu diperhatikan pada bagian *transmitter* yaitu komponen *NRZ Pulse Generator*, *LED*, *Indoor LOS Channel*, *Opt Filt Signal*. Pada bagian *receiver* yang perlu diperhatikan ialah *PIN Signal Model* dan *Ambient Noise Source*. Komponen visualisator pada rangkaian bekerja untuk melihat hasil kinerja dari sebuah komponen yang dihubungkan dengan visualisator. Pada penelitian ini, untuk melihat hasil kinerja jaringan pada *Fixed Li-Fi* dan *Moveable Li-Fi* hanya fokus kepada hasil BER yang ditampilkan pada BERT dan hasil SNR yang di lihat pada *photodetector*. Spesifikasi setiap komponen pada masing-masing blok dijelaskan sebagai berikut:

3.3.1 Blok Transmitter

Pada blok *transmitter* yang digunakan yaitu komponen NRZ *Pulse Generator*, LED, *Indoor LOS Channel*, dan *Opt Filt Signal*. Berikut rangkaian pada bagian *transmitter* :



Gambar 3.3 Rangkaian Transmitter

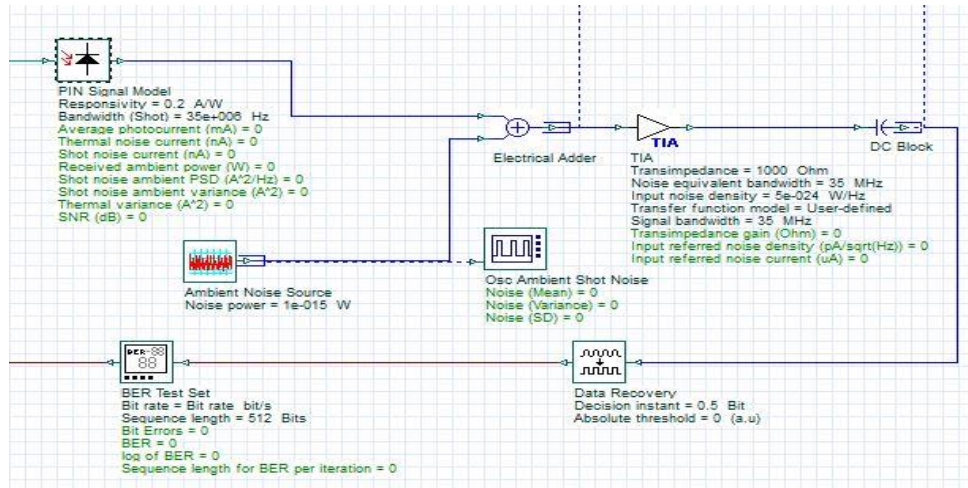
Dalam rangkaian Li-Fi, komponen saling terhubung satu sama lain. Pada blok *transmitter*, penentu tipe bit informasi berada pada komponen BERT dengan tipe *Pseudo-Random Bit Sequence* (PRBS) yang menyediakan bit informasi berupa sinyal elektrik kemudian diteruskan ke NRZ *Pulse Generator*. Bit-bit biner yang melewati pengkodean NRZ dikonversi oleh LED menjadi data analog yang di modulasikan ke dalam cahaya tampak yang disebut dengan Li-Fi. LED yang dipancarkan menggunakan nilai frekuensi 450 nm dan *bandwidth* 0.03 nm. Dengan menggunakan frekuensi 450 nm maka gelombang cahaya yang dipancarkan berwarna biru. Sebelum LED memancarkan cahaya, pengaturan *LOS Channel* dilakukan untuk menentukan parameter pemancaran di dalam ruangan secara LOS, barulah dipancarkan oleh komponen *Opt Filt Signal*. *Opt Filt Signal* akan memancarkan cahaya Li-Fi yang diberi nilai frekuensi 450 nm dan *bandwidth* 0.02. Berikut Tabel 3.1 yang berisi spesifikasi pada bagian *transmitter* pada rangkaian Li-Fi :

Tabel 3.1 Spesifikasi Transmitter

Parameter	Nilai	Satuan
<i>Bit Rate</i>	20	Mbps
<i>Frekuensi LED</i>	450	nm
<i>Bandwidth LED</i>	0.03	nm
<i>Frequency OPT Filt Signal</i>	450	nm
<i>Bandwidth OPT Filt Signal</i>	0.02	nm

3.3.2 Blok Receiver

Komponen yang berada pada blok *receiver* (penerima) yang terdiri dari PIN *Signal Model*, *Ambient Noise Source*, *Electrical Adder*, TIA, DC *Block*, *Data Recovery*, dan *BER Test Set* ditunjukkan oleh Gambar 3.4 berikut :



Gambar 3.4 Rangkaian Receiver

Pada blok *receiver* terdiri dari beberapa komponen yaitu PIN *Signal Model* yang nantinya diteruskan ke TIA dengan tambahan *noise* kemudian diteruskan ke DC *Block* kemudian ke *data recovery* dan hasilnya akan dilihat pada *BER Test Set*. PIN *Signal Model* digunakan untuk menerima cahaya yang dikonversi menjadi sinyal digital berupa data biner. Hasil SNR akan ditampilkan pada komponen ini. Sinyal kemudian dikirimkan ke komponen selanjutnya yaitu TIA yang berfungsi menguatkan transimpedansi listrik dengan tambahan *noise* termal yang ada pada komponen *Ambient Noise Source* yang bernilai 1e-15 watt. Sinyal listrik diteruskan melewati DC *Block* yang memblokir tegangan DC dari sinyal *inputan* listrik. Komponen selanjutnya yaitu *Data Recovery* yang berfungsi memulihkan data biner dari sinyal listrik yang nantinya diteruskan ke komponen *BER Test Set* untuk menampilkan jumlah bit *error* yang sampai pada penerima. Berikut Tabel 3.2 yang berisi spesifikasi *receiver* pada penelitian ini :

Tabel 3.2 Spesifikasi Receiver

Parameter	Nilai	Satuan
<i>Responsivity</i> PIN	0.2	A/W
<i>Noise Power</i>	1e-15	W

3.4 SKENARIO PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan model rancangan pada *optisystem* 16 yaitu Li-Fi *Indoor Model System*. Rancangan sistem ini memiliki nilai di tiap komponennya. Perubahan parameter nilai dilakukan pada *LOS Channel* untuk melihat kinerja pada model *fixed* dan *moveable* LP. Komponen *LOS Indoor Channel* memiliki beberapa parameter yang diberi nilai sesuai rancangan penelitian. Parameter yang ada pada *LOS Channel* yaitu *distance*, *detector area*, *FOV concentrator*, *index concentrator*, *Tx half angle*, *irradiance angle* dan *incidence angle*. Parameter *LOS Channel* dapat dilihat pada Tabel 3.3:

Tabel 3.3 Rancangan Nilai pada *LOS Channel*

Jenis LP	Fixed LP	Moveable LP	
<i>Distance</i>	10 m - 2 m	10 m - 2 m	10 m - 2 m
<i>Detector Area</i>	1.5 cm ²	1.5 cm ²	1.5 cm ²
<i>FOV Concentrator</i>	90 deg dan 48 deg	90 deg dan 48 deg	90 deg dan 48 deg
<i>Index Concentrator</i>	1.5	1.5	1.5
<i>Tx Half Angle</i>	60 deg	60 deg	60 deg
<i>Irradiance Angle</i>	0 deg	20 deg	40 deg
<i>Incidence Angle</i>	20 deg	20 deg	20 deg

Parameter nilai di atas dibedakan atas model LED Panel yaitu *fixed* LP dan *moveable* LP. Pada penelitian ini model *fixed* LP menggunakan sudut datang (*irradiance angle*) 0 deg dan *moveable* LP diberikan dua nilai yaitu 20 deg dan 40 deg. Nilai yang diujikan pada penelitian ini ialah jarak dan bidang pandang yang disebut dengan *Field of View* (FOV) untuk tiap model LP. Pengujian jarak dilakukan dari jarak 2 m hingga 10 m, dan pengujian sudut FOV ialah menggunakan sudut 48 deg dan 90 deg. Nilai 48 deg diambil dari penelitian [4] yang mengujikan sudut FOV dengan nilai SNR dan *power* terbaik bekerja di sudut tersebut dan pada saat sudut lebih kecil dari 48 deg, proses komunikasi cahaya tampak tidak memberikan konektivitas yang penuh meskipun jarak antara pengirim dan penerima dekat. Nilai 90 deg diambil dari nilai maksimal sudut FOV yang umumnya ada pada *photodetector*. Oleh karena itu penulis mengujikan kedua nilai

sudut tersebut untuk melihat kinerja jaringan menggunakan sudut FOV pada jarak yang tertentu. Hasil akhir pada penelitian ini ialah melihat apakah sinyal dikirimkan secara optimal atau tidak ke perangkat penerima. Untuk melihat hasil tersebut, maka nilai yang perlu diperhatikan pada rancangan sistem ini ialah BER dan SNR. Nilai BER ditampilkan pada komponen BERT di mana nilai BER yang baik akan menghasilkan nilai yang mendekati 0 pada hasil pengujian, sedangkan nilai SNR ditampilkan pada komponen *photodetector*. Nilai SNR yang memungkinkan untuk melakukan komunikasi mengikuti nilai BER dengan maksimal bit *error* 1. Semakin tinggi nilai SNR yang di dapatkan maka semakin bagus kualitas sinyal yang diterima.

3.5 PERHITUNGAN GAIN CONCENTRATOR

Perhitungan *Gain Concentrator* pada nilai sudut bidang pandang (FOV) menunjukkan pengaruhnya terhadap proses transmisi sinyal ke penerima. Sudut FOV yang akan diujikan pada penelitian ini menggunakan dua nilai sudut yaitu 48 deg dan 90 deg. Pada penelitian ini, hasil *gain concentrator* ditentukan menggunakan persamaan 2.2. Nilai n menunjukkan indeks bias dan ψ_c menunjukkan sudut FOV. Indeks bias yang digunakan di dalam ruangan yaitu udara, dengan nilai indeks bias 1,003. Semakin besar *gain concentrator* yang dihasilkan maka semakin optimal *photodetector* menerima sinyal. Berikut perhitungan nilai *gain concentrator* :

1. Perhitungan *gain concentrator* dengan sudut FOV 48 deg:

$$Gain = \frac{n^2}{(\sin(\psi_c))^2}$$

$$Gain = \frac{1,0003^2}{(\sin(48 \text{ deg}))^2}$$

$$Gain = 1.811$$

2. Perhitungan *gain concentrator* dengan sudut FOV 90 deg:

$$Gain = \frac{n^2}{(\sin(\psi_c))^2}$$

$$Gain = \frac{1,0003^2}{(\sin(90 \text{ deg}))^2}$$

$$Gain = 1.0003$$

Pada hasil perhitungan *gain concentrator* diatas menunjukkan hasil *gain* pada sudut FOV 48 deg memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan sudut FOV 90 deg. Penggunaan FOV 48 deg akan mempengaruhi hasil BER dan SNR yang diterima di mana *photodetector* akan menerima cahaya yang lebih optimal dibandingkan menggunakan FOV 90 deg.