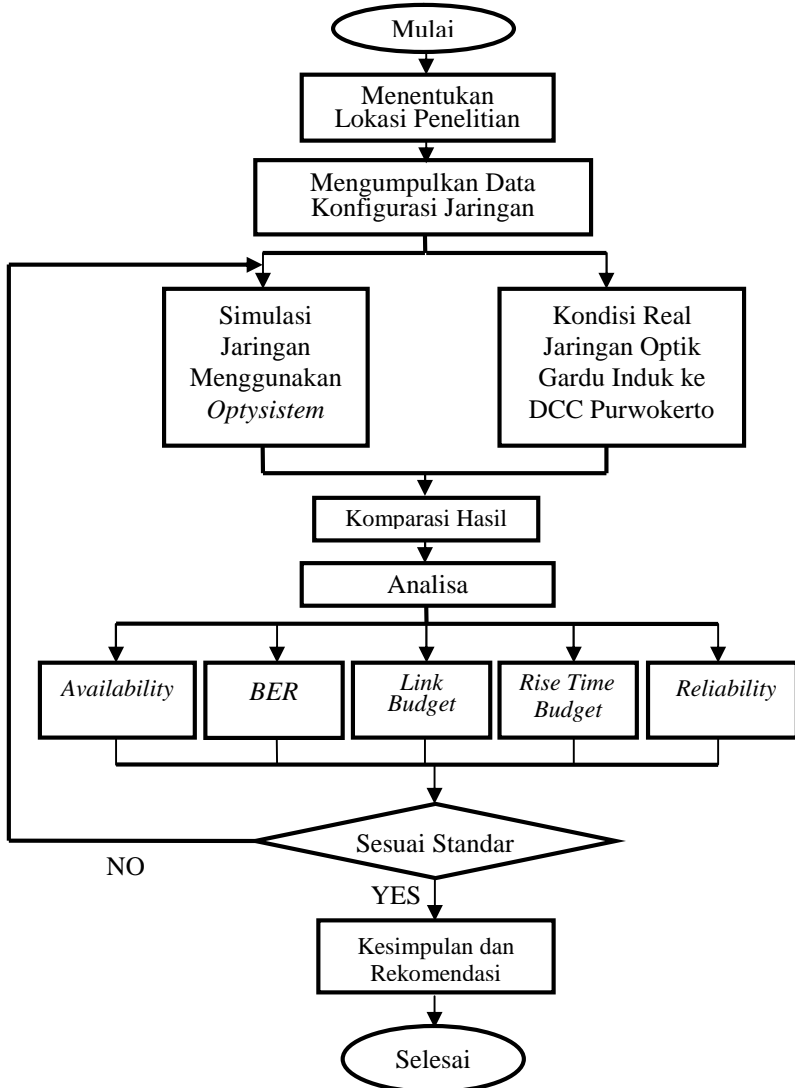


BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1 Flowchart Proses Penelitian

Agar lebih terstruktur dalam proses pengerjaan skripsi, dibuatlah alur pengerjaan seperti pada gambar 3.1 *flowchart* penelitian berikut.



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.2 Alur Proses Penelitian

Dalam proses penulisan skripsi diperlukan serangkaian langkah pengerjaan mulai dari penentuan lokasi hingga tahap akhir penarikan kesimpulan dan rekomendasi.

Pada penelitian ini lokasi berada di PT. PLN (Persero) APJ Purwokerto, divisi *Distribution Control Center* (DCC). Jl. Jenderal Sudirman No. 141 Purwokerto Kabupaten Banyumas. Pengumpulan data berupa konfigurasi jaringan SKSO PT. PLN (Persero) DCC Purwokerto, *availability*, *reliability*, *power link budget*, *bit error rates* serta *rise time budget* sehingga diperoleh data untuk dianalisis performansinya. Setelah data terkumpul, kemudian dilakukan perhitungan secara teoritis berdasarkan hasil pengamatan di lapangan.

Hasil pengamatan di lapangan tersebut kemudian disimulasikan menggunakan *Software Optisystem*. Komparasi antara hasil pengamatan di lapangan dengan hasil simulasi akan dianalisa agar dapat diketahui apakah suatu sistem tersebut layak atau buruk.

Dari hasil perhitungan data kondisi real dan analisis performansi melalui *simulator*, akan diketahui apakah kesesuaian dari teoritis pada tahap simulasi dapat tercapai dengan praktis di lapangan sebagai bahan evaluasi sistem yang paling mendominasi adanya *intermitten* dalam proses pengiriman informasi instrumen listrik ke sisi *dispatcher* di layar grafis *SCADA* akan mulai terdeteksi dalam tahap ini.

Setelah hasil perhitungan, simulasi dan analisis maka diperoleh kesimpulan dari hasil analisis. Jika hasil performansi di lapangan belum sesuai standar ITU-T maka akan dilakukan rekomendasi untuk peningkatan performansi.

3.3 Wilayah Penelitian

Pada penelitian ini penulis memilih lokasi yang berada di PT. PLN (Persero) APJ Purwokerto, divisi *Distribution Control Center* (DCC). Jl. Jenderal Sudirman No. 141 Purwokerto Kabupaten Banyumas sebagai titik pengamatan. Di dalam DCC terdapat *subrack* yang berisi perangkat infrastruktur teknologi fiber optik. Kantor DCC merupakan sub unit dari Unit Pelayanan Jaringan Perusahaan Listrik Negara Cabang Purwokerto.

Lokasi kedua sebagai *node* sumber data berlokasi di Gardu Induk Rawalo. Gardu Induk Rawalo merupakan salah satu pencatu daya listrik sebesar 150 kV untuk area Purwokerto hingga perbatasan Menganti-Cilacap dan Purwokerto hingga perbatasan Wangon. Terdapat *subrack*

yang berisi perangkat infrastruktur fiber optik di dalam ruang khusus yang diberi nama *Shelter*. Di dalam *Shelter* inilah *link* antara Gardu Induk dengan Kantor UPJ Purwokerto dan *link* antara Gardu Induk Pedan-Jogja-Kebumen-Rawalo-Tasik saling terhubung. Pada gambar 3.2 diperlihatkan letak wilayah penelitian berdasarkan koordinat.



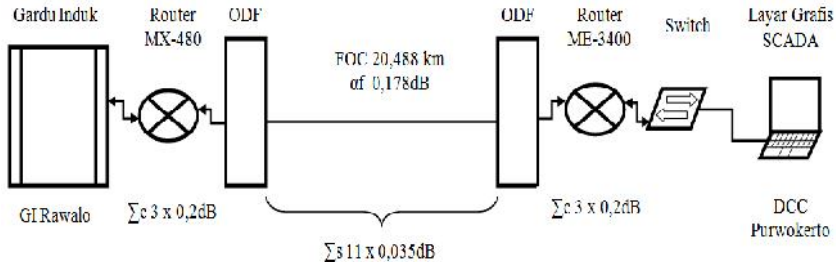
Gambar 3. 2 Titik Koordinat Penelitian[14]

Koordinat POP -7.53880, 109.16342 adalah lokasi untuk Gardu Induk. Sedangkan Koordinat Pelanggan -7.42501, 109.23132 merupakan lokasi untuk DCC Purwokerto. Terdapat alur berwarna biru yang merupakan letak kabel fiber optik tergelar di sepanjang jalur Gardu Induk Hingga Kantor PLN DCC Purwokerto.

3.4 Konfigurasi Jaringan

Pada awalnya pengembangan jaringan DCC Purwokerto sebagai tindak lanjut dari selesainya pembangunan *link backbone* Pedan Jogja – Tasik dengan topologi *ring*. Setiap *node* difungsikan sebagai *Add/Drop*

Multiplexer (ADM) dalam setiap lokasi[15]. ADM tersebut kemudian dijadikan terminal transit data yang dapat menurunkan *bit rate* tinggi menjadi *bit rate* rendah untuk membuat kanal *service*. *Node – node* tersebut saling terhubung menggunakan media transmisi kabel optik OPGW yang terbentang sepanjang jalur SUTET. Setiap *node* dalam jaringan *backbone* tersebut berlokasi di dalam Gardu Induk PT.PLN bertegangan 150-500 *kV*. Pada gambar 3.3 diperlihatkan konfigurasi jaringan DCC Purwokerto.



Gambar 3. 3 Konfigurasi Jaringan DCC Purwokerto

Pada rute *Fiber Optic Cable*(FOC) sepanjang 20,488 Km tersebut, akan di lihat performansinya berdasarkan parameter *availability*, *reliability*, *power link budget*, *BER* dan *rise time budget*.

3.5 Perangkat yang Digunakan

Sistem komunikasi serat optik yang tergelar di sepanjang Jaringan Distribusi 20kV DCC Purwokerto dimulai dari dalam *Shelter* Gardu Induk Rawalo hingga kantor DCC Purwokerto. Penjelasan tentang perangkat yang digunakan dari sisi *transmitter* (Gardu Induk *Shelter* Rawalo) sampai dengan *receiver* (DCC Purwokerto) dapat di uraikan sebagai berikut.

3.5.1 (*Transmitter*) Gardu Induk Shelter Rawalo

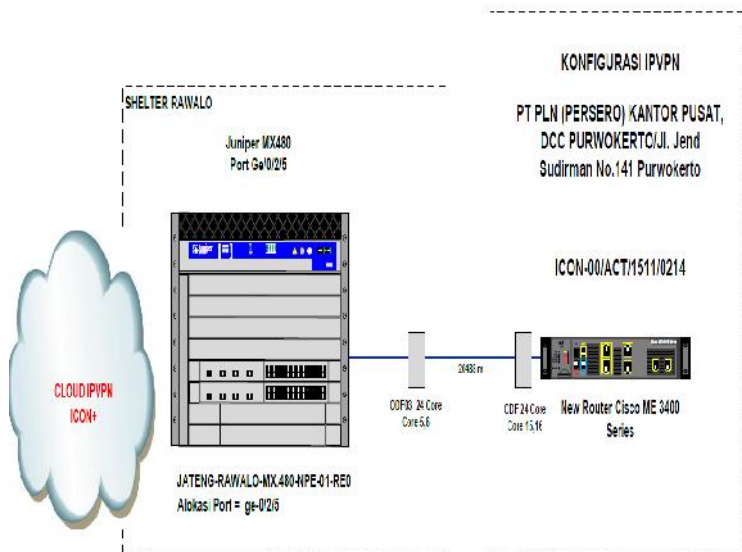
Sebagai salah satu titik *node* yang tergelar di sepanjang *ring* Jawa Tengah bagian selatan, Gardu Induk *Shelter* Rawalo digunakan sebagai pusat transdata PT.PLN (Persero) bersama dengan layanan yang dikomersilkan oleh PT. Indonesia Comnets Plus sebagai anak perusahaan.

Didalam GI *Shelter* Rawalo terdapat perangkat SDH produk ECI type XDM-1000. Perangkat ini merupakan kombinasi sistem yang terdiri atas *synchronous multiplexer*, *routing switch*, dan *optical line* dalam satu

subrack yang menyediakan akses penuh 622 Mbps dalam level sinyal STM-4.

Desain XDM-1000 secara modular sehingga mudah dalam proses penambahan, pengurangan maupun penggantian modul sesuai kebutuhan. Proses *multiplex*, *demultiplex payload* dan sinyal *overhead*, *mapping*, *line terminations*, *connection setup*, *monitoring*, *switching* dapat difungsikan sekaligus dalam perangkat ini[16].

Agar lebih mudah di dalam memahami, gambar 3.4 berikut merupakan perangkat yang digunakan di kedua sisi, baik di Gardu Induk Rawalo maupun di dalam kantor DCC Purwokerto.



Gambar 3. 4 Perangkat Optical GI Rawalo dan DCC Purwokerto[14]

Perangkat lain sebagai *interface* ke *optical line* dalam GI adalah *router* Juniper type MX 480 dengan *switch fabric capacity* per slot sebesar 480 Gbps[16].

3.5.2 (Receiver) DCC Purwokerto

DCC (Distribution Control Center) merupakan *sub* unit kerja dalam Kantor Pusat PT.PLN (Persero) Purwokerto yang mengoperasikan segala keperluan kontrol untuk distribusi ketenagalistrikan 20-150 kV di area Purwokerto[17]. Terdapat *Optical Distribution Frame* (ODF) dengan kapasitas 24 core sebagai interface antara *outdoor fiber* dan *indoor fiber*.

Jaringan fiber yang terhubung ke GI *Shelter* Rawalo terintegrasi oleh *router* tipe ME3400 di sisi DCC. Untuk *end device* (perangkat akhir) di sisi DCC terdapat komputer sebagai penampil layar grafis SCADA[18].

3.6 Spesifikasi Perangkat Jaringan

Setiap *link* komunikasi memiliki spesifikasi berbeda yang dipengaruhi oleh penggunaan perangkat transmisi didalamnya. Berikut adalah tabel 3.1 yang menyajikan spesifikasi perangkat dalam jaringan yang sudah di instalasi oleh DCC Purwokerto.

Label 3. 1 Spesifikasi Perangkat Jaringan DCC[14]

Spesifikasi perangkat	
1. Parameter Desain	
<i>Laju Bit (BR)</i>	622,080 Mbit/s
<i>Format Modulasi</i>	NRZ
<i>Tuning Range ()</i>	1530-1565
<i>Margin Sistem</i>	6 dB
2. Komponen SKSO	
A. Serat SingleMode :	Standar ITU-T G.652
<i>Atenuasi atau redaman ()</i>	0,2 dB/km
<i>Zero dispersion slope (S0)</i>	0,086 ps/nm ² .km
<i>Panjang gelombang ()</i>	1550
<i>Dispersi Material (Dmat)</i>	16,1656 ps/nm.km
<i>Dispersi Chromatic (D)</i>	Max 18ps/nm.km
B. Optical Interface STM-4	
B.1 Pengirim (Tx)	
<i>Rise Time (t_{rx})</i>	120 ps
<i>Lebar Spektral ()</i>	0,1 nm
<i>Daya Transmit (P_t)</i>	-2dBm(min)+3dBm (max) (AL5) +5 dBm(min)+9dBm(max)
B.2 Penerima (Rx)	
<i>Rise Time (t_{rx})</i>	140 ps
<i>Lebar Spektral ()</i>	0,1nm
<i>Sensitivitas Minimum</i>	-28dBm(min) - 9 dBm(max) (AL5) -28 dBm(min) - 9 dBm(max) (AX5)
C. Komponen Tambahan	
<i>Redaman konektor(c)</i>	0,2 dB/konektor
<i>Redaman Sambungan (s)</i>	0,035 dB/splice

Kemudian untuk material yang telah digunakan dalam *link* dari GI menuju DCC, pada tabel 3.2 disajikan tabel material yang sudah digunakan dalam sistem.

Label 3. 2 Real Material[14]

No.	Nama Material	Jumlah	Satuan
1.	<i>Synchronous Multiplexer</i>	1	Unit
2.	<i>Routing Switch</i>	2	Unit
3.	<i>Optical Distributon Frame</i>	2	Unit
4.	<i>Connector</i>	6	Unit
5.	<i>Patchcore</i>	3	Pair
6.	Kabel Optik	20,488	Km
7.	<i>Splice</i>	11	Titik

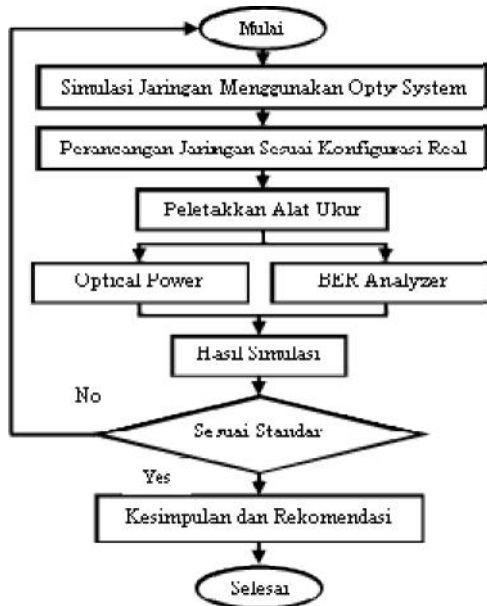
Sepanjang jalur Jaringan Distribusi 20-150 kV milik DCC Purwokerto, tergelar pula jalur untuk fiber optik dengan panjang kabel *end to end* sepanjang 20,488 Km. Sepanjang jalur fiber optik tersebut terdapat sambungan atau *splice* sejumlah 11 titik karena satu *Haspel* kabel produksi pabrik biasanya memiliki panjang $\pm 2-3$ Km.

3.7 Simulasi Jaringan Menggunakan *Optisystem*

Pada tahap simulasi, perancangan jalur tidak melebar sampai dengan ring Jawa Tengah bagian selatan (Pedan-Jogja hingga Tasik) namun dibatasi hanya sepanjang jalur GI Shelter Rawalo hingga Jaringan Distribusi DCC Purwokerto. Hal ini karena studi kasus yang ditemukan *intermitten* antara layar grafis SCADA di GI Rawalo ke DCC Purwokerto saja (*downlink*).

Desain simulasi yang dirancang mengacu dari data konfigurasi kondisi real yang diperoleh setelah proses pengumpulan data konfigurasi. Setelah desain selesai, penambahan alat ukur berupa *BER Analyzer* dan *Optical Power Meter* untuk dapat mengetahui performansi jaringan berdasarkan parameter *Bit Error Rate* dan *Power Receive* setelah mengalami redaman sepanjang jalur GI Shelter Rawalo menuju DCC Purwokerto.

Agar lebih terstruktur didalam proses pengerjaan tahap simulasi jaringan menggunakan *Optisystem*, maka dibuatlah *flowchart* simulasi seperti pada gambar 3.5 berikut.

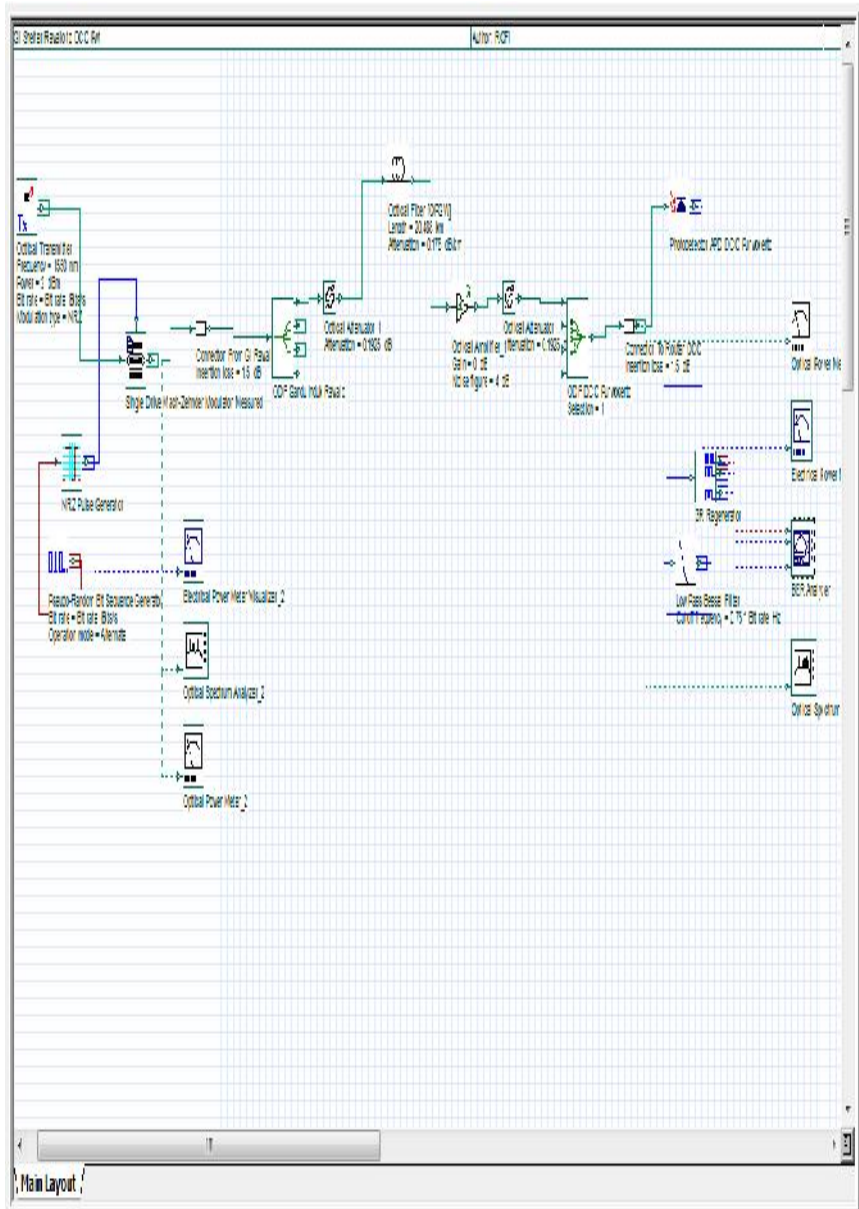


Gambar 3.5 Flowchart Simulasi

Pada simulasi ini terdapat beberapa komponen yang tidak sepenuhnya dimiliki dalam fitur *Software Optisystem*. Komponen tersebut seperti SDH dan Router. Sehingga diasumsikan bahwa redaman perangkat tersebut tergantikan oleh nilai konstanta konektor yang ditambahkan dalam perancangan simulasi tersebut.

Untuk konfigurasi dalam simulasi hanya akan dibuat untuk menganalisa *Downstream*. Ini karena dalam kasus *delay status alarm* yang dapat diamati hanya di satu sisi penerima saja.

Pada kondisi di real menggunakan dua panjang gelombang, yaitu 1330nm untuk *upstream* dan 1550nm untuk *downstream*. Sehingga dalam simulasi pun digunakan panjang gelombang yang sama, yaitu 1550nm. Gambar 3.6 berikut ini adalah konfigurasi jaringan menggunakan *Software Optisystem*.



Gambar 3. 6 Simulasi Jaringan DCC Purwokerto

Kemudian untuk desain *optical transmitter* dan *power transmits* yang digunakan kondisi real adalah laser dengan *range power* -13dBm – +3dBm.

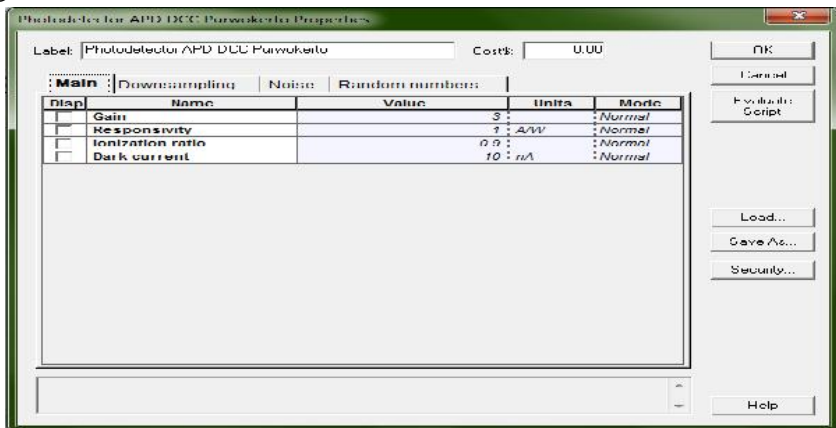
Gambar 3.7 berikut adalah *properties* pada *optical transmitter* dan *power* yang digunakan.



Gambar 3. 7 Properties Optical Transmitter GI

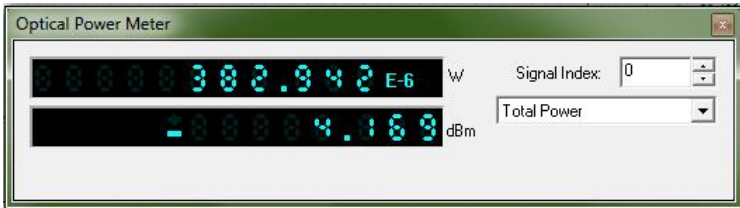
Terdapat penyesuaian untuk *bit rate* sistem *downlink* yang digunakan dalam Jaringan DCC sesuai standarisasi yaitu 2,488 Mbit/s.

Disisi penerima /*receiver*, penggunaan detektor APD digunakan oleh DCC Purwokerto dengan sensitivitas sebesar -28 dBm. Nilai sensitivitas ini diperoleh berdasarkan *merk* dan *type* dari detektor yang sudah di terapkan oleh sistem. Pada tahap selanjutnya nilai tersebut akan digunakan sebagai komponen perhitungan *link power budget*. Ditampilkan *properties* dalam *receiver* pada gambar 3.8 berikut.

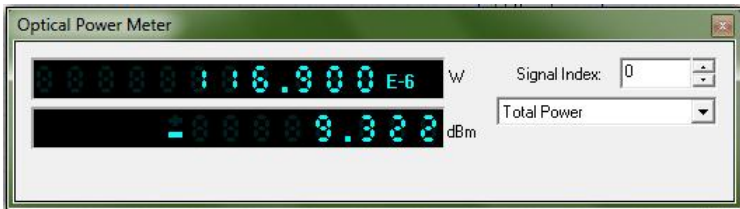


Gambar 3. 8 Properties Receiver DCC

Dari keseluruhan simulasi sistem yang telah dirancang, di letakkan alat ukur berupa *Optical Power Meter (OPM)*, dan *BER Analyzer* pada sisi *receiver* dan sisi *transmitter*. Gambar 3.8 berikut adalah tampilan *OPM* di sisi *transmitter* dan gambar 3.9 adalah tampilan *OPM* di sisi *receiver*.

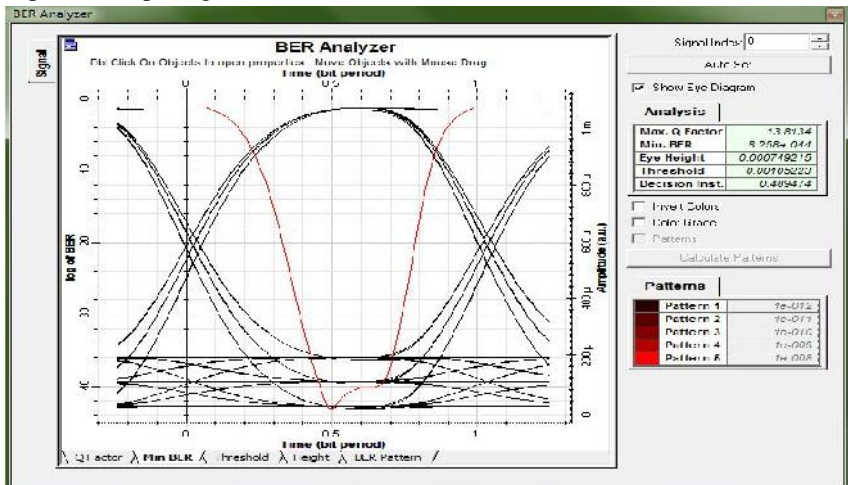


Gambar 3. 9 *Optical Power Meter* GI Rawalo



Gambar 3. 10 *Optical Power Meter* DCC Purwokerto

Kemudian untuk mengetahui kemungkinan kesalahan pengiriman data per bit yang dikirimkan digunakan *BER Analyzer*. Dalam simulasi ini hanya dilakukan untuk sistem *downlink* saja, sehingga tampilan pada *BER Analyzer* dapat dilihat pada gambar 3.11 berikut.



Gambar 3. 11 *BER Analyzer* DCC Purwokerto

Di dalam *BERAnalyzer* ditampilkan *eye-pattern* sebagai gambaran tampilan bit yang melewati *link* (Tx) GI Rawalo menuju (Rx) DCC Purwokerto. Pada simulasi ini peletakan *BERAnalyzer* di sisi DCC Purwokerto sebagai titik pengamatan kualitas bit yang dapat di terima *receiver*. PT. PLN menetapkan untuk standar kelayakan nilai *BER* untuk komunikasi serat optik sebesar 1×10^{-9} [9].

3.8 Parameter Kinerja Sistem

Sebagai acuan dan tolak ukur performansi jaringan fiber optik PT. PLN (Persero) DCC Purwokerto diperlukan parameter yang diamati yaitu *Availability*, *Reliability*, *Power link Budget*, *BER* dan *Rise Time Budget*.

3.8.1 Availability

Parameter *availability* menjadi parameter pertama yang perlu dianalisis karena dapat menunjukkan persentase waktu sebuah kanal komunikasi pada sistem yang sedang berjalan. Standarisasi ITU-T G.827 untuk *availability* adalah 99,94% dan standarisasi PT.PLN (Persero) adalah 99,99%. [9]

Label 3. 3 Total Waktu bulan 1-12 Tahun 2016

Bulan	hari	Jam	Menit	Total Waktu (menit) hari x Jam x Menit
Januari	31	24	60	44.640
Februari	29	24	60	41.760
Maret	31	24	60	44.640
April	30	24	60	43.200
Mei	31	24	60	44.640
Juni	30	24	60	43.200
Juli	31	24	60	44.640
Agustus	31	24	60	44.640
September	30	24	60	43.200
Oktober	31	24	60	44.640
November	30	24	60	43.200
Desember	31	24	60	44.640

3.8.2 Reliability

Parameter kedua yang perlu dianalisis adalah *reliability*. Tingkat *reliability* (kehandalan) dalam sebuah sistem komunikasi dapat dilihat

dari kegagalan komponen atau bagian-bagian lain dalam sistem tersebut beroperasi. Rasio antara Durasi waktu sebuah sistem beroperasi dengan jumlah kegagalan beroperasi (jumlah jam dalam setahun) menjadi nilai probabilitas statistik rata-rata kegagalan untuk sebuah komponen dalam satuan waktu perjam.

Label 3. 4 *Uptime* bulan 1-12 2016

Bulan ke	Total Waktu (menit)
1	44.640
2	41.760
3	44.640
4	43.200
5	44.640
6	43.200
7	44.640
8	44.640
9	43.200
10	44.640
11	43.200
12	44.640
= 527.040	
Rata-rata 43.920 menit = 732 jam	

3.8.3 *PowerLink Budget*

Parameter ketiga adalah *power link budget* yang digunakan untuk melihat kelayakan jaringan komunikasi. Sebelum melakukan perhitungan *power link budget*, perlu diketahui terlebih dahulu nilai total redaman dalam jaringan. Sebagai acuan perhitungan total redaman, dapat dilihat pada tabel 3.1 dan 3.2 diatas. Kemudian dari nilai total redaman, diperoleh nilai dari daya terima serat optik tersebut. Sesuai dari data kondisi real seperti yang sudah disajikan pada tabel 3.1 dan 3.2 tersebut, Berikut ini adalah data yang diperlukan untuk menghitung *power link budget*.

Label 3. 5 Komponen Perhitungan Link Budget DCC Purwokerto

Pt(dBm)	Sensitivitas (dBm)	Jarak (km)	Konektor (buah)	Splice (buah)
2	-28	20,488	6	11

Label 3. 6 Jenis Redaman

No.	Jenis	Redaman
1.	Serat optik G.652	0,178 dB/km
2.	Konektor	0,2 dB
3.	<i>Splice</i>	0,035 dB

3.8.4 BER (*Bit Error Rate*)

Parameter keempat berupa data pengukuran bit yang diperoleh dari sebuah *BER Analyzer* dalam simulasi jaringan DCC Purwokerto menggunakan *Optisystem*. BER merupakan toleransi jumlah bit yang hilang dalam sebuah sistem komunikasi karena adanya faktor seperti *noise*, interferensi, sinkronisasi bit, redaman dan lain-lain. Standarisasi untuk nilai BER yang ditetapkan ITU-T adalah 10^{-10} atau lebih baik jika 10^{-12} . Sedangkan standar PT.PLN adalah 10^{-9} [9].

3.8.5 Rise Time Budget

Parameter kelima berupa perhitungan *rise time budget* yang digunakan untuk melihat kemampuan media transmisi atau serat optik dalam mendukung *bandwidth* sinyal informasi yang akan dilewatkan sepanjang *link* Gardu induk menuju DCC Purwokerto.

Label 3. 7 Komponen Perhitungan *Rise Time Budget*

Data Kondisi Real	Nilai
Panjang Gelombang	1550 nm
<i>Rise Time Transmit</i>	120 ps
Dispersi Material	16,1656 ps/nm.km
Lebar <i>Spektral</i>	0,1 nm
Pengkodean NRZ	0,2813 ns
<i>Bit Rate</i>	2,488 Mbit/s
<i>Rise Time Receive</i>	140 ps

Performa sistem dalam pengamatan menggunakan parameter *rise time budget* tergantung pada pemilihan teknik pengkodean datanya. Standarnya, *rise time system* harus bernilai kurang dari 70% periode bit yang digunakan. Nilai dari pengkodean NRZ pada tabel diatas merupakan standar kelayakan *link* serat optik dari Gardu Induk Shelter Rawalo menuju DCC Purwokerto.

