

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

1.1 Kebutuhan Perangkat

3.1.1. Perangkat Lunak (*Software*)

Optisystem merupakan perangkat lunak yang komprehensif yang memungkinkan untuk membuat *design*, menguji, dan mensimulasikan jaringan komunikasi optik. Selain itu, *Optisystem* juga dilengkapi dengan *virtual instrumen*. Sehingga dapat melakukan penelitian tanpa terkendala oleh ketersediaan peralatan. Tabel 3.1 merupakan tabel sistem minimum perangkat agar *Optisystem 7.0* dapat dijalankan pada penelitian ini.

Tabel 0.1 Sistem Minimum Perangkat

No	Object	Sistem Minimum
1	<i>Processor</i>	<i>PC with Pentium 3 processor or equivalent</i>
2	RAM	128 MB of RAM (recommended)
3	<i>Hard Disk</i>	400 MB free hard disk space
4	<i>Display</i>	1024 x 768 graphic resolution, minimum 65536 colors
5	<i>Operating System</i>	Microsoft Windows 2000, XP or Vista. 32- bit or 64-bit edition

Dari tabel 3.1 dapat dilihat sistem minimum perangkat yang digunakan agar dapat menjalankan *software* simulasi *Optisystem 7.0*. Dengan *processor* minimum dapat berjalan pada *PC* Pentium 3 atau setara. RAM yang digunakan minimal sebesar 128 MB. Kapasitas *harddisk* minimal terdapat *space* 400 MB agar dapat menjalankan *software* simulasi *Optisystem 7.0*. Untuk tampilan layar minimal sebesar 1024 x 768 atau dapat ditampilkan dengan

resolusi yang lebih tinggi. Spesifikasi minimum untuk sistem operasi agar dapat menjalankan *software* simulasi Optisystem 7.0 adalah Microsoft Windows 2000, XP atau Vista. 32-bit atau 64-bit.

3.1.2. Perangkat Keras (*Hardware*)

Berikut merupakan tabel perangkat yang digunakan dalam penelitian ini. Perangkat yang digunakan pada tabel 3.2 telah sesuai dengan tabel 3.1, yaitu sistem minimum agar dapat menjalankan *software* Optisystem 7.0.

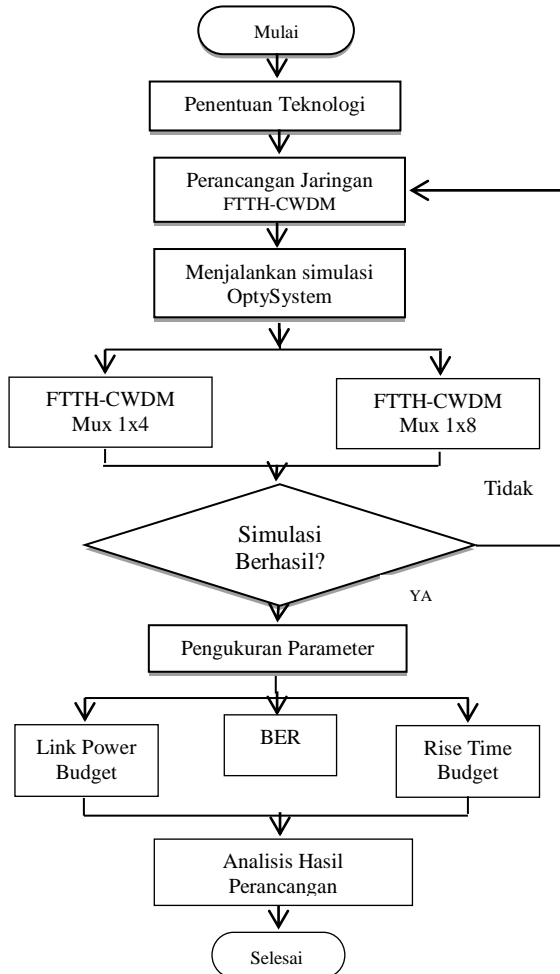
Tabel 0.2 Perangkat yang Digunakan

No	<i>Object</i>	Perangkat yang Digunakan
1	<i>Brand</i>	Samsung NP300E4X-A041D
2	<i>Processor</i>	Celeron B820, Core i3 (4CPUs), 2,10 GHz
3	RAM	2 GB
4	<i>Hard Disk</i>	320 GB
5	<i>Operating System</i>	<i>Windows 10 Pro 64-bit</i>
6	<i>Pointing Device</i>	<i>Touchpad, Mouse</i>

Dari tabel 3.2 dapat dilihat pada penelitian ini menggunakan 1 buah laptop Samsung NP300E4X-A041D. *Processor* yang digunakan berupa Celeron B820, Core i3. RAM yang digunakan berkapasitas 2 GB. Dengan kapasitas *hardisk* sebesar 320 GB. Sistem operasi yang digunakan adalah *Windows 10 Pro 64-bit* dengan *pointing device* menggunakan *mouse* dan juga *touchpad* laptop.

1.2 Alur Penelitian

Pada bagian ini ditampilkan alur penelitian dari proses yang dilakukan selama penelitian berlangsung. Adapun diagram alir sistem ditunjukkan pada gambar 3.1:

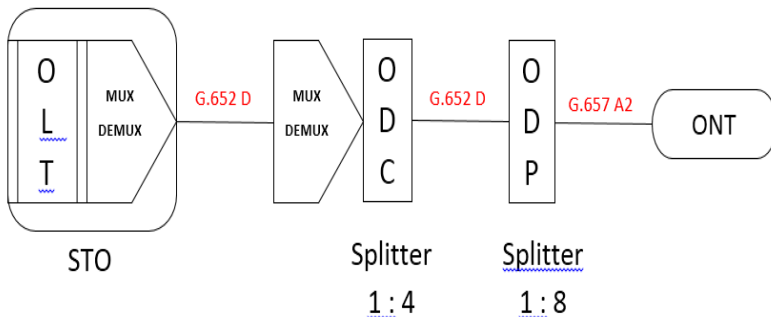


Gambar 0.1 Diagram Alir Perancangan Jaringan

Pada diagram alir gambar 3.1 untuk merancang jaringan FTTH pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan. Tahapan pertama pada perancangan yaitu penentuan teknologi yang digunakan dalam perancangan jaringan FTTH yaitu dengan menggunakan teknologi CWDM. Selanjutnya yaitu perancangan simulasi jaringan dengan menggunakan *software* simulasi Optisystem 7.0. Kemudian tahapan menjalankan simulasi perancangan jaringan FTTH-CWDM sebagai pengembangan dari teknologi GPON dengan membedakan *Mux* 1x4 dan *Mux* 1x8, jika simulasi berhasil maka dilakukan pengukuran parameter-parameter yang dianalisa. Tahap selanjutnya dilakukan analisa hasil dari simulasi, pada tahap ini dilakukan analisa berdasarkan hasil simulasi yang berupa grafik parameter-parameter pada penggunaan jaringan FTTH-CWDM. Parameter yang diamati yaitu *Link Power Budget*, *Rise Time Budget* dan *Bit Error Rate*. Pada tahap selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan analisis hasil pengujian yang terkait dengan tujuan penelitian. Kesimpulan diambil berdasarkan hasil pengukuran pada *OptiSystem*.

1.3 Konfigurasi Jaringan FTTH

Konfigurasi jaringan FTTH perancangan ini menggunakan teknologi CWDM dari *Optical Line Terminal* (OLT) sampai rumah pelanggan. Pada gambar 3.2 merupakan konfigurasi jaringan dari OLT kemudian melalui proses *multiplexing* dengan menggunakan teknologi CWDM dan menuju ke *Optical Distribution Cabinet* (ODC) menggunakan *splitter* 1:4, sedangkan pada *Optical Distribution Point* (ODP) menggunakan *splitter* 1:8 selanjutnya menuju blok penerima yaitu *Optical Network Terminal* (ONT).



Gambar 0.2 Konfigurasi Jaringan FTTH Menggunakan Teknologi CWDM^[6]

1.4 Kondisi Lokasi

Daerah yang digunakan untuk perancangan jaringan FTTH-CWDM ini adalah daerah perumahan Grand Safira City Purwokerto yang terletak di Jl. Prof. Dr. Suharso, Arcawinangun Purwokerto. Perumahan ini terletak di Ruko Metro no.4 dengan jumlah rumah sekitar 180 rumah dengan tipe perumahan yang berbeda-beda. Pada **Lampiran A** merupakan peta perumahan secara lengkap. Lokasi lebih jelas perumahan dapat dilihat pada gambar 3.3 yang diambil dari *google earth*.



Gambar 0.3 Peta Lokasi

1.5 Spesifikasi Perangkat

Pada perancangan jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) menggunakan teknologi CWDM terdapat beberapa perangkat yang menjadi faktor pertimbangan dalam pengukuran kelayakan sistem. Berikut merupakan perangkat - perangkat yang menyusun jaringan FTTH dengan teknologi CWDM antara lain *Optical Line Terminal* (OLT), *Splitter*, Serat Optik, Konektor dan *Optical Network Terminal* (ONT).

1.5.1 OLT

Pada pemilihan perangkat OLT dengan memperhitungkan nilai *optical transmit power* (Ptx) yang sebaiknya bernilai kecil karena akan berpengaruh terhadap *link power budget* dan *rise time budget*. OLT yang digunakan dalam perancangan ini sesuai dengan standar dari ITU-T G.984, tabel 3.3 adalah spesifikasinya:

Tabel 0.3 Spesifikasi Perangkat OLT^[17]

Parameter	Spesifikasi	Satuan
<i>Optical Transmit Power</i>	1,5 – 5	dBm
<i>Spectrum Width</i>	1	nm
<i>Optical Rise Time</i>	150	Ps
<i>Optical Fall Time</i>	150	Ps
<i>Max.Work Temperature</i>	55	°C
<i>Min.Work Temperature</i>	10	°C
<i>Power Supply (DC)</i>	-48(-40-57)	V
<i>Sensitivity</i>	-28	dBm
<i>Wavelength</i>	1271-1611	nm

1.5.2 Perangkat CWDM

Spesifikasi perangkat CWDM yang digunakan dalam perancangan simulasi jaringan FTTH-CWDM dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 0.4 Spesifikasi Perangkat CWDM^[17]

Parameter	Spesifikasi	Satuan
<i>Wavelength</i>	1271 – 1611	nm
<i>Channel Spacing</i>	20	nm
<i>Channel Pass Band</i>	≥14	nm
<i>Ripple</i> ^[10]		
- 2 channel	0,3	dB
- 4 channel	0,4	dB
- 8 channel	0,5	dB
<i>Return Loss</i>	≥45	dB
<i>Operating Temperature</i>	0 to +70	°C

1.5.3 Serat Optik

Serat optik yang digunakan pada perancangan ini terdapat dua macam kabel, yaitu kabel optik jenis *feeder* yang menghubungkan STO hingga ODC, dan jenis kabel optik distribusi yang menghubungkan ODC hingga ODP. Kabel optik jenis *feeder* dan distribusi pada jaringan CWDM ini diperoleh dengan menggabungkan pengukuran koefisien atenuasi kabel serat optik pada 1550 nm dan 1625 nm dengan batas yang ditentukan ITU-T G.652.

Nilai redaman serat optik terhadap panjang gelombang memiliki karakteristik yang berbeda terhadap panjang gelombang, pada tabel 3.5 adalah spesifikasi redaman serat optik terhadap panjang gelombang yang berbeda, berdasarkan standar ITU-T kabel optik G.652.

Tabel 0.5 Spesifikasi Kabel Optik ¹¹⁷⁾

Wavelength (nm)	Minimum Attenuation coefficient (dB/km)	Maximum Attenuation coefficient (dB/km)	Dispersion coefficient (ps/nm/km)
1271	0,385	0,470	-3,85
1291	0,365	0,441	-1,85
1311	0,352	0,423	1,6
1331	0,340	0,411	3,34
1351	0,329	0,399	5,02
1371	0,316	0,386	6,62
1391	0,301	0,372	7,79
1411	0,285	0,357	9,14
1431	0,269	0,341	10,31
1451	0,254	0,326	11,49
1471	0,240	0,312	12,68
1491	0,229	0,300	13,86
1511	0,220	0,290	15,06
1531	0,213	0,283	16,25
1551	0,209	0,277	17,46
1571	0,208	0,273	18,66
1591	0,208	0,275	19,87
1611	0,212	0,283	21,09

1.5.4 Splitter

Splitter merupakan sebuah perangkat yang berfungsi untuk membagikan informasi yang berupa sinyal optik yang dikirimkan dari STO ke pelanggan. *Splitter* yang digunakan pada perancangan FTTH-CWDM ini terdapat 2 tipe *splitter* yaitu *splitter* 1:4 yang terletak pada ODC dan *splitter* 1:8 yang terletak pada ODP. Spesifikasi perangkat *splitter* ditunjukkan pada tabel 3.6.

Tabel 0.6 Spesifikasi *Splitter*^[17]

Parameter	Ukuran
Splitter 1:4	7,25 dB
Splitter 1:8	10,38 dB

1.5.5 Konektor

Konektor merupakan perangkat yang digunakan untuk menyambungkan *core* optik dengan cara mekanikal. Konektor yang digunakan adalah konektor jenis SC yang dipasang di ujung dari *core optic* baik disisi *transmitter* (OLT), *multiplexer*, dan juga sambungan konektor pada perangkat ODC dan ODP. Konektor merupakan penyambungan yang sifatnya tidak permanen. Tabel 3.7 merupakan spesifikasi perangkat konektor yang digunakan.

Tabel 0.7 Spesifikasi Konektor^[17]

Parameter	Spesifikasi
Jenis Konektor	SC
Konektor	0,25 dB

1.5.6 ONT

Perangkat ONT merupakan perangkat aktif yang terletak di sisi pelanggan. Perangkat ONT dikatakan sebagai perangkat aktif karena perangkat ini membutuhkan catuan untuk bisa beroperasi, sehingga layanan *triple play* yang dikirim dari *central office* dapat dinikmati pelanggan. ONT bertugas untuk menerima informasi dalam komunikasi serat optik. Spesifikasi perangkat ONT yang digunakan pada perancangan ditunjukkan pada tabel 3.8.

Tabel 0.8 Spesifikasi Perangkat ONT^[15]

Parameter	Spesifikasi	Satuan
<i>Optical Power</i>	1,5-5	dB
<i>Wavelength Spacing</i>	20	nm
<i>Ransmission Distance</i>	20	Km
<i>Power Consumption</i>	15	Watt
<i>Sensitivity</i>	-28	dBm
<i>Max. Work Temperature</i>	45	°C
<i>Min. Work Temperature</i>	-10	°C

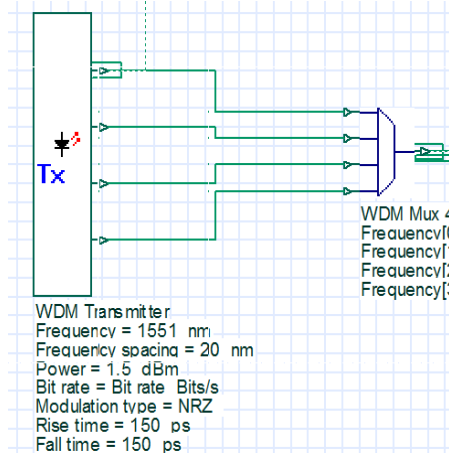
1.6 Perancangan Simulasi *Optisystem* FTTH-CWDM

Pada simulasi perancangan jaringan FTTH-CWDM ini akan dilakukan perancangan dengan membandingkan dua *multiplexer* yaitu simulasi perancangan jaringan FTTH-CWDM dengan menggunakan *multiplexer* 1x4 dan dibandingkan dengan perancangan FTTH-CWDM menggunakan *multiplexer* 1x8.

1.6.1 Perancangan FTTH-CWDM *Multiplexer* 1x4

Perancangan jaringan FTTH-CWDM secara keseluruhan pada *software optisystem* menggunakan *multiplexing* 1x4 pada **Lampiran B**. Parameter yang terdapat pada perancangan adalah sebagai berikut:

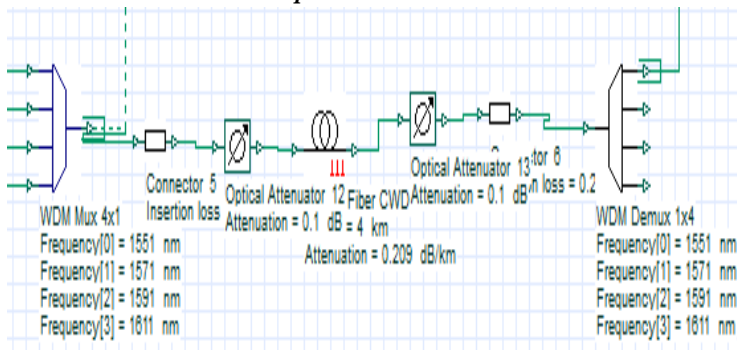
a. Blok *Optical Line Terminal* (OLT)



Gambar 0.4 Blok OLT (Mux 1x4)

Pada gambar 3.4 berikut merupakan blok perancangan OLT dengan *multiplexer* 1x4. Pada *transmitter* spesifikasinya yaitu menggunakan *frequency* 1551 nm dengan *frequency spacing* sebesar 20 nm, menggunakan pengkodean NRZ, dengan *rise time* sebesar 150 ps dan *fall time* sebesar 150 ps, dan *power* yang digunakan sebesar 1,5 dBm. Sinyal yang keluar dari OLT akan masuk ke *multiplexer*, kemudian akan ditransmisikan melalui kabel *feeder*.

b. Blok Multiplexer

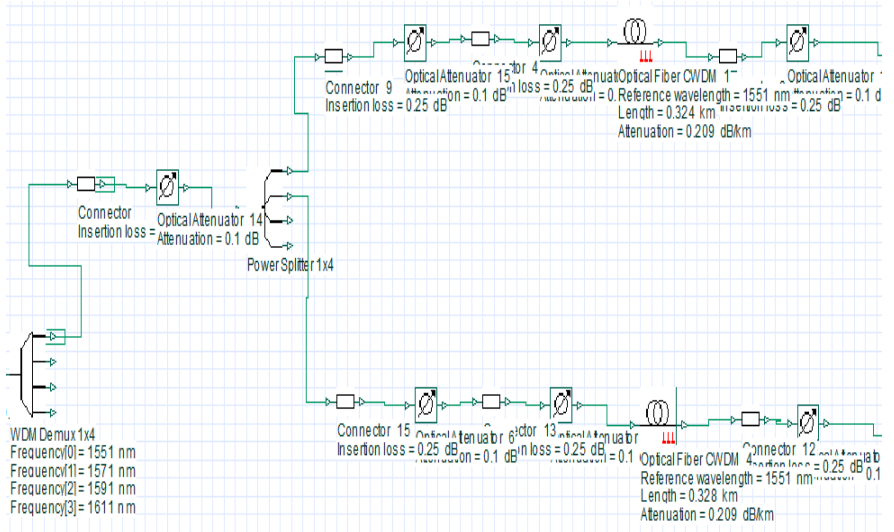


Gambar 0.5 Blok Multiplexer (Mux 1x4)

Gambar 3.5 menampilkan blok jaringan ini dimulai dari *multiplexer* hingga *demultiplexer* dan melewati 2 buah *connector* dengan nilai redaman sebesar 0,25 dB, 2 buah *optical attenuator* yang memiliki redaman masing-masing 0.1 dB, dan kabel CWDM dengan redaman 0,209 dB/km.

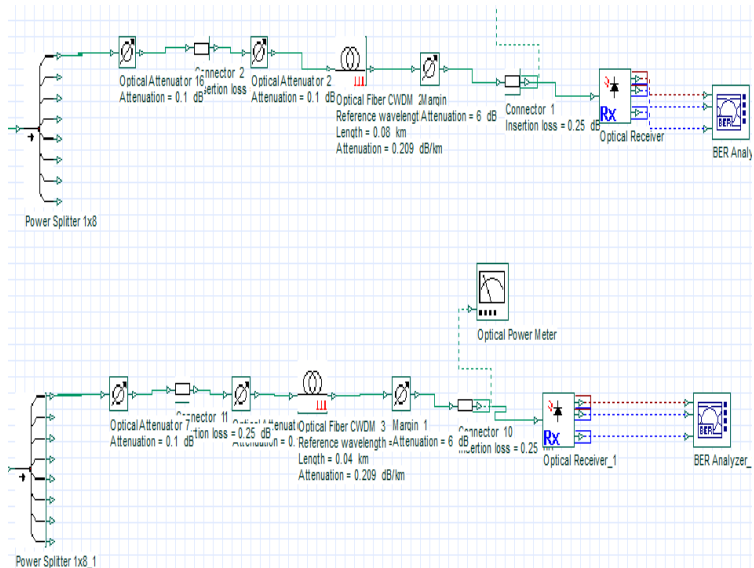
c. Blok Optical Distribution Cabinet (ODC)

Pada gambar 3.6 terdapat *demultiplexer* untuk memecah kembali panjang gelombang untuk masuk ke ODC dengan splitter 1:4 yang selanjutnya sinyal akan ditransmisikan melalui kabel distribusi dengan nilai redaman sebesar 0,209 dB/km sesuai dengan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1551 nm. Pada blok ini terdapat 4 buah *connector* dengan nilai redaman sebesar 0,25 dB, 4 buah *optical attenuator* yang memiliki redaman masing-masing 0,1 dB.



Gambar 0.6 Blok ODC (Mux 1x4)

d. Blok Optical Distribution Point (ODP) sampai Optical Network Terminal (ONT)



Gambar 0.7 Blok ODP-ONT

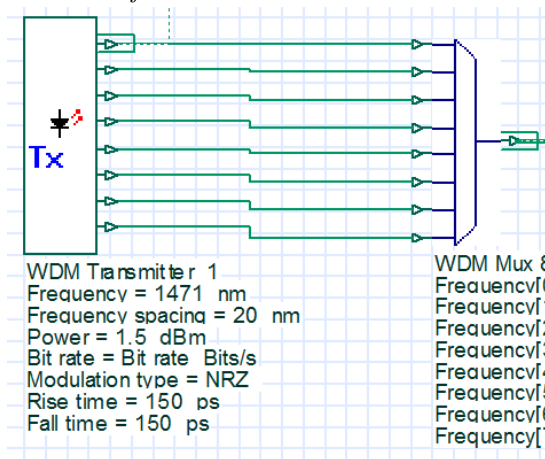
Pada gambar 3.7 merupakan blok jaringan dari ODP sampai ONT, pada ODP dengan *splitter* 1:8 terdapat redaman yang ditransmisikan melalui kabel optik sebesar 0,209 dB/km sesuai dengan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1551 nm. Pada blok ini terdapat 2 buah *connector* dengan nilai redaman sebesar 0,25 dB, 2 buah *optical attenuator* yang memiliki redaman masing-masing 0,1 dB, dan margin sebesar 6 dB, setelah itu masuk menuju detektor yang merupakan ONT.

1.6.2 Perancangan FTTH-CWDM Multiplexer 1x8

Perancangan jaringan FTTH-CWDM secara keseluruhan pada *software optisystem* menggunakan *multiplexing* 1x8 pada **Lampiran B**. Parameter yang terdapat pada perancangan adalah sebagai berikut:

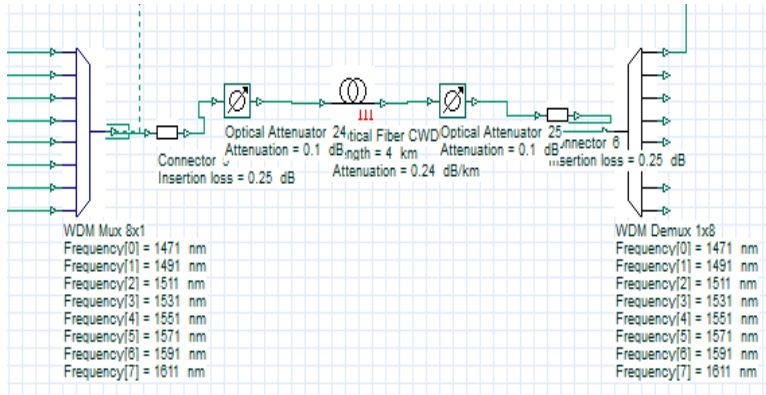
a. Blok *Optical Line Terminal (OLT)*

Pada gambar 3.8 merupakan blok perancangan OLT dengan *multiplexer* 1x8. Pada *transmitter* spesifikasinya yaitu menggunakan *frequency* 1471 nm dengan *frequency spacing* sebesar 20 nm, menggunakan pengkodean NRZ, dengan *rise time* 150 ps dan *fall time* 150 ps, dan power sebesar 1,5 dBm. Sinyal yang keluar dari OLT akan masuk ke *multiplexer*, kemudian akan ditransmisikan melalui kabel *feeder*.



Gambar 0.8 Blok OLT (Mux 1x8)

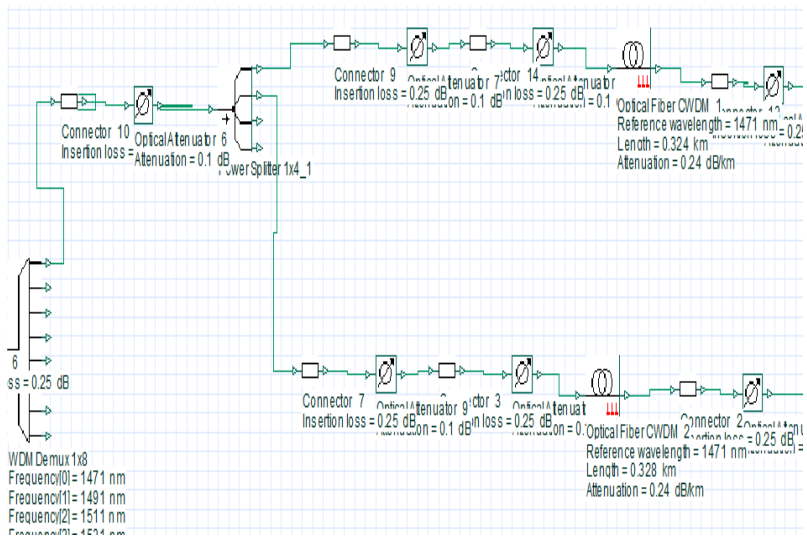
b. Blok Multiplexer



Gambar 0.9 Blok Multiplexer (Mux 1x8)

Gambar 3.9 menampilkan blok jaringan ini dimulai dari *multiplexer* hingga *demultiplexer* dan melewati 2 buah *connector* dengan nilai redaman sebesar 0,25 dB, 2 buah *optical attenuator* yang memiliki redaman masing-masing 0.1 dB, dan kabel CWDM dengan redaman 0,240 dB/km.

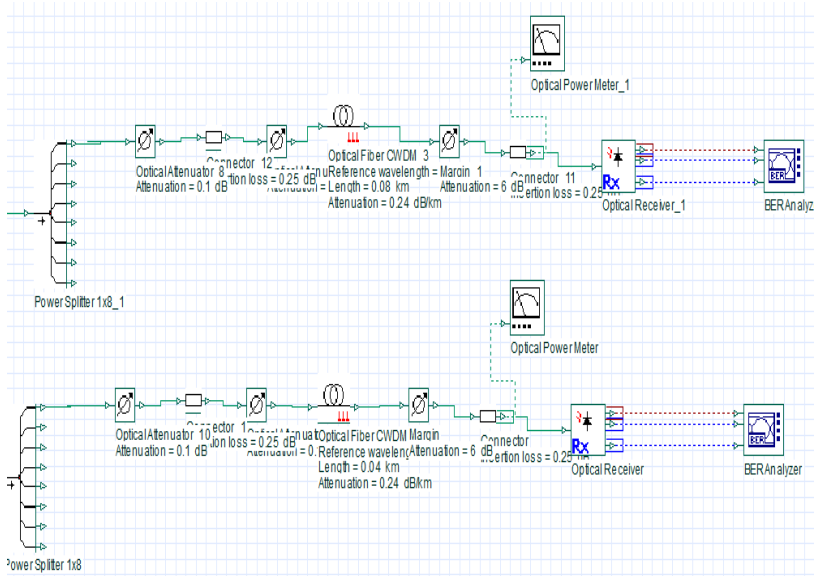
c. Blok Optical Distribution Cabinet (ODC)



Gambar 0.10 Blok ODC (Mux 1x8)

Pada gambar 3.10 terdapat *demultiplexer* untuk memecah kembali panjang gelombang untuk masuk ke ODC dengan splitter 1:4 yang selanjutnya sinyal akan ditransmisikan melalui kabel distribusi dengan nilai redaman sebesar 0,240 dB/km sesuai dengan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1471 nm. Pada blok ini terdapat 4 buah *connector* dengan nilai redaman sebesar 0,25 dB, 4 buah *optical attenuator* yang memiliki redaman masing-masing 0,1 dB.

d. Blok Optical Distribution Point (ODP) sampai Optical Network Terminal (ONT)



Gambar 0.11 Blok ODP-ONT

Pada gambar 3.11 merupakan blok jaringan dari ODP sampai ONT, pada ODP dengan *splitter* 1:8 terdapat redaman yang ditransmisikan melalui kabel optik sebesar 0,240 dB/km sesuai dengan panjang gelombang yang digunakan yaitu 1471 nm. Pada blok ini terdapat 2 buah *connector* dengan nilai redaman sebesar 0,25 dB, 2 buah *optical attenuator* yang memiliki redaman masing-masing 0,1 dB, dan margin sebesar 6 dB, setelah itu masuk menuju detektor yang merupakan ONT.

1.7 Parameter yang diamati

Pada perancangan jaringan FTTH-CWDM, terdapat beberapa parameter keberhasilan yang diamati yaitu *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, dan *Bit Error Rate*. Berikut nilai-nilai dalam perhitungan yang di ketahui berdasarkan perangkat yang digunakan:

1.7.1 *Link Power Budget*

Link Power budget merupakan salah satu parameter kelayakan pada jaringan FTTH. Perhitungan *link power budget* ini bertujuan untuk mengetahui batas nilai redaman total yang masih diijinkan dalam perencanaan FTTH-CWDM. Untuk menghitung *link power budget* dengan menggunakan **persamaan 2.1**. Nilai redaman maksimal berdasarkan dengan nilai yang ditentukan oleh ITU-T serta PT. Telkom, yaitu sebesar 28 dB. Sedangkan untuk nilai daya terima maksimal adalah -28 dBm, nilai ini ditentukan berdasarkan nilai *sensitivity* yang digunakan dalam perancangan. Data-data yang digunakan dalam perhitungan *link power budget* terdapat pada tabel 3.9.

Tabel 0.9 Data *Link Power Budget*

Parameter	Nilai	Satuan
Panjang Serat G.652:		
Jalur 1:	4,404	km
Jalur 2:	4,368	
Redaman Optik G.652	0,209 (1551 nm) 0,240 (1471 nm)	dB/Km
Jumlah Sambungan	8	pcs
Redaman Sambungan	0,1	dB
Jumlah Konektor	8	pcs
Redaman Konektor	0,25	dB
Passive Splitter 1:4	7,25	dB
Passive Splitter 1:8	10,38	dB
Daya sumber Optik (Pt)	1,5	dBm
Sensitivitas Daya (Pr)	-28	dBm
Safety Margin (SM)	6	dB

1.7.2 *Rise Time Budget*

Parameter *rise time budget* merupakan digunakan untuk mengetahui unjuk kerja jaringan secara keseluruhan dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Untuk menghitung *Rise Time Budget* dihitung dengan **persamaan 2.3**. Parameter kelayakan pada *rise time budget* pada umumnya berdasarkan perhitungan total waktu transisi dari *link* digital tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit NRZ (*Non-return-to-zero*) atau 35 persen dari satu periode bit untuk data RZ (*return-to-zero*) berdasarkan pada perhitungan **Lampiran C**. Nilai yang digunakan pada *rise time budget* terdapat pada tabel 3.8.

Tabel 0.10 Data *Rise Time Budget*

Parameter	Nilai	Satuan
Panjang Serat optik Jalur 1: Jalur 2:	4,404 4,368	km
Dispersi material	17,46 (1551nm) 12,68 (1471nm)	Ps/nm.Km
Lebar <i>spectral</i>	1	nm
$t_{\text{intermodal}}$	0	-

1.7.3 *Bit Error Rate (BER)*

Nilai *Bit Error Rate* dalam jaringan FTTH-CWDM ini didapatkan dari rangkaian jaringan yang disimulasikan pada *OptiSystem*. Tujuan dari pengukuran ini yaitu untuk menunjukkan nilai kelayakan *Bit Error Rate* (BER) pada sisi pelanggan. Untuk mengukur *Bit Error Rate* menggunakan alat ukur *BER Analyzer* pada simulasi. PT. Telkom memiliki yang memiliki standar nilai BER untuk komunikasi serat optik adalah sebesar 10^{-9} .