

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Penelitian ini melakukan pengimplementasikan teknologi GPON pada Jaringan FTTB. Model simulasi yang diimplementasikan dalam penelitian ini menggunakan *software optisystem*. *Optisystem* berfungsi sebagai simulator pengukuran parameter seperti *link power budget*, *rise time budget* dan *bit error rate*. *Google earth* merupakan layanan program *globe virtual* yang disebut sebenarnya *earth viewer*. *Google earth* dapat melihat bumi secara keseluruhan secara superimposisi gambar yang dikumpulkan dari satelit dan fotografi udara. *Google earth* memiliki fungsi yang sama dengan *google maps*, perbedaannya adalah *Google earth* dapat memperlihatkan bumi secara detail, lebih lengkap dan lebih nyata dikarenakan memakai 3D sebagai sistemnya. *Google maps* merupakan layanan yang menyediakan dan menampilkan informasi geografis pada semua wilayah bumi. Layanan *google maps* ini menyerupai peta yang dapat di geser sesuai keinginannya dan mengubah tingkat zoom sesuai keinginannya. *Google maps* memiliki fungsi sebagai rute perjalanan

3.2 ALUR PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan meninjau pustaka untuk menemukan konsep permasalahan pada penelitian pustaka yang telah ada sebelumnya. Kajian pustaka dilakukan untuk menemukan kelemahan yang bisa dianalisis untuk penelitian selanjutnya dan menjadikan pustaka tersebut sebagai acuan. Tujuan dari kajian pustaka yaitu untuk membedakan penelitian yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya baik dari segi metode, parameter, simulasi, serta analisis dari perancangan sistem.

Perumusan masalah dilakukan setelah mendapatkan gagasan dari kajian pustaka yang telah dilakukan. Dalam perumusan masalah dilakukan dengan meninjau pustaka untuk menemukan permasalahan yang akan dianalisis. Tujuan dari perumusan masalah yaitu untuk menentukan permasalahan pada penggunaan Desain Jaringan *Fiber To The Building* (FTTB) yang akan menjadi acuan untuk perancangan

sistem, analisis hasil penelitian, serta kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Perancangan sistem dilakukan dengan melakukan simulasi konfigurasi *downstream* dan konfigurasi *upstream* pada sistem Desain Jaringan FTTB dengan menggunakan software simulasi *optisystem*. *Optisystem* merupakan sebuah perangkat lunak yang berfungsi sebagai simulasi jaringan fiber optik yang awal dari sentral sampai *end-user* sebagai akhirnya, *optisystem* selain itu juga berfungsi sebagai pengukuran parameter seperti *link power budget*, *rise time budget* dan *bit error rate*.

Pada perhitungan *link power budget* dapat mengetahui batasan redaman total yang diizinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan standar ITU-T G.984, yaitu jarak maksimal adalah 20 Km dan redaman total tidak melebihi dari -28 dB [28].

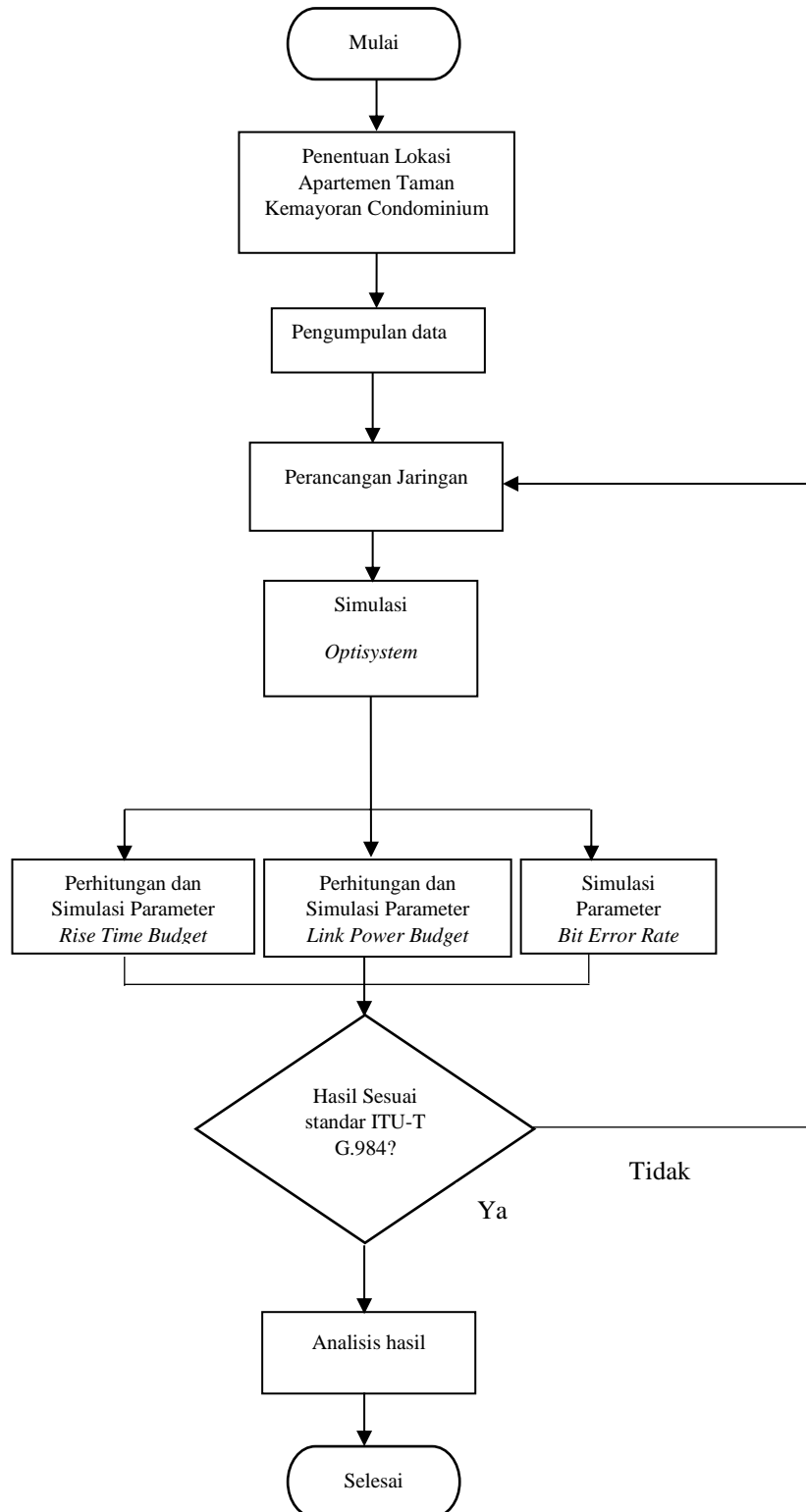
Pada perhitungan *rise time budget* merupakan metode untuk menentukan batas disperse suatu *link* serat optik. Dalam metode *rise time budget* sangat berguna untuk menganalisis sistem secara digital. Tujuan metode ini adalah dapat menganalisis apakah sesuai apa tidak unjuk kerja jaringan secara keseluruhan. Umumnya degradasi total waktu transisi dari *link* digital tidak boleh melebihi dari 70% untuk NRZ (*Non-Return-to-Zero*) dan 35% untuk RZ (*Return-to-Zero*).

Kemudian parameter terakhir yaitu *Bit Error Rate* (BER) merupakan metode untuk mempresentasi dari total bit yang *error* dibandingkan dengan total *bit* yang diterima dalam suatu transmisi atau dapat diartikan sebagai laju kesalahan *bit* yang terjadi pada proses transmisi sinyal digital. Kebutuhan BER berbeda pada tiap aplikasi, contohnya untuk sistem komunikasi serat optik memiliki kebutuhan BER sebesar 10^{-9} .

Setelah perhitungan ketiga parameter sesuai, kemudian dilakukan analisis terhadap hasil simulasi yang telah didapatkan untuk mengetahui performansi dari sistem. Analisis dilakukan berdasarkan rumusan masalah dan dari hasil simulasi yang didapatkan untuk parameter *link power budget*, *rise time budget* dan *bit error rate*. Dengan melihat hasil dari parameter tersebut maka dapat diketahui performansi sistem yang telah disimulasikan apakah sesuai atau tidak.

Penarikan kesimpulan dilakukan untuk mendapatkan jawaban dari rumusan masalah. Kesimpulan didapatkan dari hasil analisis yang dilakukan terhadap

parameter *link power budget*, *rise time budget* dan *bit error rate*. Faktor pada simulasi sehingga dapat diketahui performansi dari sistem.



Gambar 3.1 *Flowchart* penelitian

3.3 WILAYAH PERANCANGAN

Dalam penelitian ini melakukan perbandingan 2 STO yang meliputi STO Kemayoran dan STO Cempaka Putih yang memiliki pelanggan di Tower Cendana yang berada di kawasan Apartemen Taman Kemayoran Condominium yang bertempat di jalan H. Benyaman Suaeb, Kel. Kebon Kosong, Kb. Kosong Kemayoran Kota Jakarta Pusat seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1. Penentuan lokasi bertujuan dilakukan agar dapat mengetahui daerah yang akan di rancang. Pihak penyedia hunian menimbulkan adanya permintaan berupa fasilitas dan layanan akses yang harus dilakukan. Hal ini didukung dengan teknologi GPON yang sudah ada di STO Kemayoran dan STO Cempaka Putih. Kemudian tahap berikutnya adalah menentukan apakah daerah tersebut layak untuk mengimplementasikan teknologi GPON pada jaringan akses FTTB. Maka dari itu, di kawasan Apartemen Taman Kemayoran Condominium menjadi proyek Telkom Akses.



Gambar 3.2 Denah lokasi dari OLT (STO Kemayoran) ke ONT (Google Earth)



Gambar 3.3 Denah lokasi dari OLT (STO Cempaka Putih) ke ONT (Google Earth)

Pada gambar 3.2 dan gambar 3.3 menggunakan sistem *Fiber To The Building* pada kawasan Apartemen Taman Kemayoran Condominium. Pada penelitian ini terbagi 2 OLT yang terletak di STO Kemayoran yang berada di Jl. Graha Angkasa Pura dan STO Cempaka Putih yang berada di Jl. Letjend Suprpto, sedangkan ODC berada di kawasan Apartemen Taman Kemayoran Condominium yang terletak di Jl. H Benyamin Suaeb, Jakarta Pusat. OLT menuju ODC menggunakan kabel *feeder*, jalur *feeder* yang digunakan untuk STO Kemayoran yaitu meliputi Jl. Merpati 3 kemudian menuju Jl. Selaparang menuju Jl. HBR Motik dan terakhir Jl. Angkasa berjarak sekitar 2,7 Km sampai dengan ODC. Sedangkan untuk STO Cempaka Putih jalur yang melalui kabel *feeder* yaitu Jl. Letjen Suprpto kemudian menuju Jl. Tanah Tinggi Barat menuju Jl. Kemayoran Gempol dan terakhir Jl. Benyamin suaeb berjarak sekitar 3,5 Km sampai dengan ODC. Masing-masing kedua STO menggunakan kabel *feeder* 48 core menuju ODC.



Gambar 3.4 Jarak ODC ke ODP

Pada gambar 3.4 pada perancangan ini terdiri dari 1 perangkat ODC. Dari ODC menuju ke ODP memiliki jarak terdekat 224 meter dan terjauh 312 meter membawa 24 core untuk kawasan Apartemen Taman Kemayoran Condominium, menggunakan *splitter* 1:4 yang terdapat di ODC. Untuk ODC menuju ODP menggunakan kabel distribusi.



Gambar 3.5 Letak ODP

Pada gambar 3.5 jarak terdekat ODP ke ONT yaitu ± 15 meter dan ± 40 meter setiap lantai. Pada ODP menggunakan *splitter* 1:8, ODP ini nantinya akan mendistribusikan ke ONT menggunakan kabel *drop*.

3.4 PERENCANAAN PERANGKAT

Tabel 3.1 Jumlah Perangkat FTTB

No	Perangkat	<i>Splitter</i>	Jumlah
1	ODC	1:4	1
2	ODP	1:8	23
3	ONT	-	161

Perancangan ini terdiri dari 1 perangkat ODC yang berfungsi sebagai menghubungkan kawasan penelitian. Untuk ODP menggunakan 1:8 dibutuhkan 23 perangkat serta untuk ONT dibutuhkan 161 perangkat.

Tabel 3.2 Jarak tiap Perangkat

No	Perangkat	Jarak (km) Kemayoran		Jarak (km) Cempaka Putih	
		Terdekat	Terjauh	Terdekat	Terjauh
1	OLT – ODC	-	2,7	-	3,5
2	ODC – ODP	0,224	0,312	0,224	0,312
3	ODP – ONT	0,015	0,040	0,015	0,040

Tabel 3.3 Perbandingan jarak STO ke Apartemen Tower Cendana

ODP	1:8		
	Panjang Jarak Kemayoran	Panjang Jarak Cempaka Putih	Jumlah ONT
ODP 1	2,959 m	3,739 m	7
ODP 2	2,963 m	3,743 m	7
ODP 3	2,967 m	3,747 m	7
ODP 4	2,971 m	3,751 m	7
ODP 5	2,975 m	3,755 m	7
ODP 6	2,979 m	3,759 m	7
ODP 7	2,983 m	3,763 m	7
ODP 8	2,987 m	3,767 m	7
ODP 9	2,991 m	3,771 m	7
ODP 10	2,995 m	3,775 m	7
ODP 11	2,999 m	3,779 m	7
ODP 12	3,003 m	3,783 m	7
ODP 13	3,007 m	3,787 m	7
ODP 14	3,011 m	3,791 m	7
ODP 15	3,015 m	3,795 m	7
ODP 16	3,019 m	3,799 m	7
ODP 17	3,023 m	3,803 m	7
ODP 18	3,027 m	3,807 m	7
ODP 19	3,031 m	3,811 m	7
ODP 20	3,035 m	3,815 m	7
ODP 21	3,039 m	3,819 m	7
ODP 22	3,043 m	3,823 m	7
ODP 23	3,047 m	3,827 m	7

Pada perancangan ini memiliki jarak OLT sampai ODC adalah 2,7 km untuk Kemayoran sedangkan untuk Cempaka Putih memiliki jarak 3,5 km. Pada kedua jarak ini masih masuk dalam standar ITU-T G984 yaitu maksimal jaraknya adalah 20 km. Untuk jarak ODC menuju ODP dan ODP menuju ONT mengambil sampel jarak terdekat dan jarak terjauh. Untuk jarak terdekat ODC menuju ODP yaitu 0,224 km dan 0,312 km merupakan jarak terjauh ODC menuju ODP. Sedangkan untuk ODP menuju ONT jarak terdekatnya yaitu 0,015 km sedangkan untuk jarak terjauhnya 0,040 km.

3.5 SPESIFIKASI PERANGKAT

3.5.1 OLT

Optical Line Terminal yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan tipe OLT ZTE ZXA10 C300 [20]. OLT ZTE ZXA10 C300 digunakan karena perangkat ini digunakan berdasarkan rekomendasi dari PT. Telkom Akses sesuai dengan standar ITU.T G984 GPON. Spesifikasi perangkat ini dapat dilihat dalam table 3.

Tabel 3.4 Spesifikasi OLT

Parameter	Spesifikasi	Satuan
<i>Optical Transmit Power</i>	1.5 to 5	dBm
<i>Downlink Wavelength</i>	1490	nm
<i>Uplink Wavelength</i>	1310	nm
<i>Video Wavelength</i>	1550	nm
<i>Maximum Transmission Distance</i>	60	Km
<i>Difference Distance</i>	20	Km
<i>Downstream Rate</i>	2.488	Gbps
<i>Upstream</i>	1.244	Gbps
<i>Extinction Ratio</i>	10	dB
<i>Optical Rise Time</i>	150	ps
<i>Optical Fall Time</i>	150	ps
<i>Maximum Receiver Sensivity</i>	-28	dBm
<i>Power Supply (DC)</i>	-48	V

3.5.2 ONT

Optical network terminal yang digunakan untuk perancangan ini menggunakan tipe ONT ZTE GPON F609 [21]. Dalam merencanakan instalasi

jaringan FTTH dan FTTB spesifikasi ONT ini merupakan standar PT Telkom yang sering digunakan. Spesifikasi ONT ini dapat dilihat pada table 3.5

Tabel 3.5 Spesifikasi ONT

Parameter	Spesifikasi	Satuan
<i>Optical Transmit Power</i>	0.5	dBm
<i>Downstream Rate</i>	2.488	Gbps
<i>Upstream Rate</i>	1.244	Gbps
<i>Downstream Wavelength</i>	1490	nm
<i>Uplink Wavelength</i>	1310	nm
<i>Video Wavelength</i>	1550	nm
<i>Max.Transmission Distance</i>	20	Km
<i>Power Supply</i>	12	V (DC)
<i>Max.Receiver Sensitivity</i>	-28	dBm
<i>Optical Rise Time</i>	200	ps
<i>Optical Fall Time</i>	200	ps
<i>Max.Work Temperature</i>	45	°C
<i>Min. Word Temperature</i>	-5	°C

3.5.3 Serat Optik

Untuk serat optik yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan jenis kabel *single mode* dengan spesifikasi standar ITU-T G.652D [22] dan G.657 [23]. pada tipe serat optik G.652D digunakan untuk menghubungkan OLT sampai ODC, kemudian diteruskan dari ODC ke ODP. Untuk spesifikasi kabel serat optik dapat dilihat pada table 3.6

Tabel 3.6 Spesifikasi serat optik G.652D

Parameter	Spesifikasi	Unit
<i>Attenuation 1310 nm</i>	≤ 0.35	dB/km
<i>Attenuation 1550 nm</i>	≤ 0.23	dB/km
<i>Attenuation 1625 nm</i>	≤ 0.25	dB/km
<i>Allowable banding radius</i>	≥ 30	mm
<i>Chromatic Dispersion (1285-1330 nm)</i>	≤ 0.35	dB/km
<i>Chromatic Dispersion (1550)</i>	≤ 0.18	dB/km

Kemudian untuk tipe serat optik G.657 digunakan untuk menghubungkan ODP ke ONT. Untuk spesifikasi kabel serat optik dapat dilihat pada table 3.7

Tabel 3.7 Spesifikasi serati optik G.657

Parameter	Spesifikasi	Unit
<i>Attenuation 1310 nm</i>	≤ 0.35	dB/km
<i>Attenuation 1550 nm</i>	≤ 0.23	dB/km
<i>Attenuation 1625 nm</i>	≤ 0.25	dB/km
<i>Allowable banding radius</i>	≥ 30	mm
<i>Chromatic Dispersion (1285-1330 nm)</i>	≤ 0.35	dB/km
<i>Chromatic Dispersion (1550)</i>	≤ 0.18	dB/km

3.5.4 *Passive Splitter*

Passive Splitter ini yang digunakan dalam perancangan ini adalah menggunakan *splitter two-stage* 1:4 dan 1:8 sesuai dengan kebutuhan dan rekomendasi dari PT Telkom Akses. Untuk spesifikasi yang digunakan dapat dilihat pada table 3.8 [24].

Tabel 3.8 Spesifikasi *Passive Splitter*

Parameter	Spesifikasi	Unit
<i>Attenuation Passive Splitter 1:4</i>	7.25	dB
<i>Attenuation Passive Splitter 1:8</i>	10.38	dB

3.5.5 Konektor

Jenis konektor yang digunakan standar PT.Telkom Akses menggunakan tipe konektor SC/UPC. Konektor ini terdapat pada OLT menghubungkan antar *frame* input dan output pada ODF. Konektor ini terdapat di perangkat ODC, ODP dan ONT, untuk spesifikasi konektor ini dapat dilihat di table 3.9 [24].

Tabel 3.9 Spesifikasi konektor

Parameter	Spesifikasi	Unit
<i>Insertion Loss</i>	0.25	dB

3.5.6 Skenario Pengambilan Data

Skenario pengambilan data yakni hasil yang di harapkan dari penelitian ini. Berikut adalah tabel ketentuan yang diharapkan dari penelitian.

Tabel 3.10 Skenario Pengambilan Data

Parameter	Standar GPON ITU-T G.984	Alat
Daya Keluaran	≥ -28 dBm	<i>OptiSystem</i>
BER	$\leq 10^{-9}$	<i>OptiSystem</i>
<i>Q-Factor</i>	> 6	<i>OptiSystem</i>
<i>Power Link Budget</i>	≥ -28 dBm	Perhitungan
<i>Rise Time Budget</i>	Max 70% NRZ	Perhitungan

Pada tabel 3.10 merupakan skenario ketentuan untuk pengambilan data. Untuk dapat melihat daya keluar, BER dan *Q-Factor* menggunakan simulasi yakni *OptiSystem*. Kemudian untuk *power link budget* dan *rise time budget* menggunakan cara perhitungan.

3.6 PERHITUNGAN PARAMETER

3.6.1 *Power Link Budget*

Power link budget merupakan besaran daya yang dibutuhkan untuk dapat berjalannya transmisi data atau informasi dari titik satu ke titik lainnya, dimana dalam suatu proses transmisi pasti akan terjadi redaman. *Power link budget* akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu menghitung jarak terdekat dan jarak terjauh dari OLT sampai dengan ONT.

Pada tabel di bawah dapat dijelaskan bahwa untuk sensitivitas daya max detektor (P_r) yaitu -28 dBm, -28 dBm maksudnya adalah daya tidak boleh melebihi dari -28 dBm. Sedangkan untuk standar dari PT. Telkom Akses mempunyai standar *loss* yang tidak boleh melebihi dari -25 dBm. Kemudian untuk daya keluaran sumber optik (P_t) adalah 2 dBm, penulis mengambil daya tertinggi sebesar 2 dBm dikarenakan PT. Telkom Akses memiliki standar -2 sampai 2 dBm. Redaman serat (*aserat*) menggunakan tipe kabel fiber optik G.652D untuk OLT – ODC, kemudian menggunakan tipe kabel fiber optik G.657 untuk ODC sampai dengan ONT. Untuk panjang gelombang ke dua tipe ini menggunakan 1310 untuk *upstream* dengan redaman 0,35 dB/km dan 1490 untuk *downstream* dengan redaman 0,23 dB/km. Untuk redaman pada setiap sambungan perangkat dan kabel memiliki redaman sebesar 0,1 dB/*splice*. Redaman konektor sebesar 0.25 dB. Dan menggunakan

splitter 1:4 mempunyai redaman sebesar 7.25 dB, sedangkan *splitter* 1:8 mempunyai redaman sebesar 10.38 dB.

Dalam table 3.11 perhitungan *power link budget* ada beberapa parameter yang harus diketahui yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$\alpha_{total} = L \cdot \alpha_{serat} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + \alpha_{sp} \quad (2-1)$$

Hasil dari α total merupakan nilai redaman yang dihasilkan dari *link* yang sudah di rancang sebelumnya, setelah mendapatkan nilai total redaman, kemudian didapatkan nilai dari daya terima serat optik dengan rumus :

$$M = (P_t - P_r) - \alpha_{total} - SM \quad (2-2)$$

Tabel 3.11 Data *Link Power Budget*

Parameter	Keterangan
Sensitivitas Daya Max Detektor (Pr)	-28 dBm
Daya Keluaran OLT	2 dBm
Daya Keluaran ONT	-2 dBm
Redaman Serat (α_{serat}) G.652D (1310-1490)	(0,35/0,23)dB/Km
Redaman Serat (α_{serat}) G.657 (1310-1490)	(0,35/0,23)dB/Km
Redaman Sambungan (α_{serat}) Di <i>Fedeer</i>	0,1 dB/ <i>splice</i>
Redaman Sambungan (α_{serat}) Di Distribusi	0,1 dB/ <i>splice</i>
Redaman Sambungan (α_{serat}) Di <i>Drop</i>	0,1 dB/ <i>splice</i>
Redaman Konektor	0,25 dB
Jenis <i>Splitter</i> 1:4	7,25 dB
Jenis <i>Splitter</i> 1:8	10,38 dB
Jumlah Sambungan	11 Sambunga
Jumlah Konektor	8 Konektor
<i>Safty Margin</i>	6

3.6.1.1 *Downstream*

Pada perhitungan *power link budget* penulis akan menghitung jarak terjauh, serta membandingkan STO kemayoran dan STO Cempaka Putih ke ONT. Penggunaan panjang gelombang untuk *downstream* sebesar 1490 nm. Jarak dan total *power link budget* pelanggan terjauh bisa di lihat pada tabel 3.12 :

Tabel 3.12 Perhitungan *Downstream*

<i>Downlink 1490 nm</i>								
STO	L.αserat	Nc.αc	Ns.αs	αsp	<i>system Margin</i>	Pt	αtotal	M
Kemayoran	0,70081	2	1,1	17,63	6	2	-21,43081	2,56919
Cempaka Putih	0,88021	2	1,1	17,63	6	2	-21,61021	2,38979

3.6.1.2 *Upstream*

Pada perhitungan *power link budget* penulis akan menghitung jarak terjauh, serta membandingkan STO kemayoran dan STO Cempaka Putih ke ONT. Penggunaan panjang gelombang untuk *upstream* sebesar 1310 nm. Jarak dan total *power link budget* pelanggan terjauh bisa di lihat pada table 3.13 :

Tabel 3.13 Perhitungan *Upstream*

STO	L.αserat	Nc.αc	Ns.αs	αsp	<i>system Margin</i>	Pt	αtotal	M
Kemayoran	1.06645	2	0.55	17.63	6	-2	-21,79645	-1,79645
Cempaka Putih	1.33945	2	0.55	17.63	6	-2	-22,06945	-2,06945

3.6.2 *Rise Time Budget*

Rise Time Budget adalah sebuah metode yang berfungsi untuk menentukan batas *disperse* dari serat optik. Bertujuan untuk dapat menganalisis apakah kinerja jaringan sudah tercapa secara keseluruhan. *Rise time transmitter*, *rise time receiver*, *disperse material*, dan *disperse intermodal* yaitu elemen yang dapat mempengaruhi kecepatan transmisi. Umumnya, total penurunan waktu transisi pada *link* tidak melebihi 7% dari periode bit 70% dari periode bit NRZ (*non-return-zero*) atau 35% dari periode bit RZ (*return-to-zero*). Data – data yang digunakan dalam perhitungan *rise time budget* yang di hitung dalam waktu proses pengiriman data dari sentral (STO) menuju pelanggan (ONT) ditunjukkan pada table di bawah ini.

Dalam perhitungan *rise time budget* ada beberapa parameter yang harus diketahui yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Mencari batas bit NRZ

$$\text{NRZ } t_r = \frac{0,7}{Br \text{ (Bit Rate)}}$$

2. Mencari *rise time* dispersi material

Dalam perhitungan *rise time* dispersi dapat disesuaikan persamaan sebagai berikut : (2.3)

$t_{\text{material}} = \text{dispersi material} \times \text{lebar } spectral \text{ sumber optik} \times \text{Panjang total fiber optik}$

3. *Rise time* disisi *receiver* (t_{rx})

Dalam perhitungan ini dapat disesuaikan dengan persamaan (2.5).

$$t_{rx} = \frac{350}{B_{rx}}$$

Untuk perhitungan *bandwidth* t_{rx} , parameter B_{rx} berasal dari *cutoff frekuensi* pada simulasi sesuai dengan rekomendasi ITU-T G.984

4. *Rise time budget* total

Komponen keempat tersebut sudah dapat dilakukan perhitungan *rise time budget* yang dapat disesuaikan dengan persamaan (2.6) sebagai berikut :

$$t_{\text{sys}} = [(rise\ time\ cahaya\ OLT\ dan\ ONT)^2 + 0^2 + (rise\ time\ dispersi\ material)^2 + rise\ time\ disisi\ receiver]^{\frac{1}{2}}$$

Tabel 3.14 Data *Rise Time Budget*

Parameter	Keterangan
<i>Bit Rate Downlink/Uplink</i>	2,488 Gbit/s / 2,488 Gbit/s
Panjang gelombang (λ)	1310nm, dan 1490nm
Lebar Spektra $\Delta\alpha$ (OLT/ONT)	0,001 nm
Rise Time cahaya t_{rx} (OLT/ONT)	0,1 – 1 ns
$D_{mat}(1310/1490)$	4 ps/nm.km
Rise Time Receiver t_{rx} (OLT/ONT)	0,14 ns
Pengkodean	NRZ
Jenis Serat Optik	<i>Single mode Fiber</i>

3.6.2.1 *Downstream 2.2488 Gbit/s*

Pada perhitungan *rise time budget* membutuhkan data-data untuk melakukan perhitungan yang tertera pada tabel 3.14. Hasil dari perhitungan *rise time budget downstream* dapat di lihat pada tabel 3.15.

Tabel 3.15 Perhitungan *Rise Time Budget Downstream*

Downstream 2.488 Gbits/s					
STO	NRZ	t_{mat}	t_{tx}	t_{rx}	t_{sys}
Kemayoran	0.28 ns	0,000012 ps	0.1 ns	0,14 ns	0,1730 ns
Cempaka Putih	0.28 ns	0,000015 ps	0.1 ns	0,14 ns	0,1732 ns

3.6.2.2 Upstream 1.244 Gbit/s

Pada perhitungan *rise time budget* membutuhkan data-data untuk melakukan perhitungan yang tertera pada tabel 3.14. Hasil dari perhitungan *rise time budget upstream* dapat di lihat pada tabel 3.16.

Tabel 3.16 Perhitungan *Rise Time Budge Upstream*

<i>Upstream Gbits/s</i>					
STO	NRZ	t_{mat}	t_{tx}	t_{rx}	t_{sys}
Kemayoran	0.28 ns	0,000012 ps	0.1 ns	0,14 ns	0,1730 ns
Cempaka Putih	0.28 ns	0,000015 ps	0.1 ns	0,14 ns	0,1732 ns

3.6.3 Bit Error Rate

Bit Error Rate (BER) merupakan hasil peresentasi dari total bit yang *error* dibandingkan dengan total bit yang diterima dalam suatu transmisi, atau dapat diartikan sebagai laju kesalahan bit yang terjadi pada proses transmisi sinyal digital. Kebutuhan BER berbeda pada tiap aplikasinya, contohnya untuk sistem komunikasi serat optik memiliki kebutuhan BER sebesar 10^{-9} atau lebih baik [29]. Beberapa faktor yang mempengaruhi besar dan kecilnya BER adalah *interferensi*, *noise*, redaman, distorsi, *fading*, sinkronisasi bit. Persamaan BER yang berhubungan danengan parameter Q (*Q-factor*) dapat diketahui pada persamaan 2.6 [29].

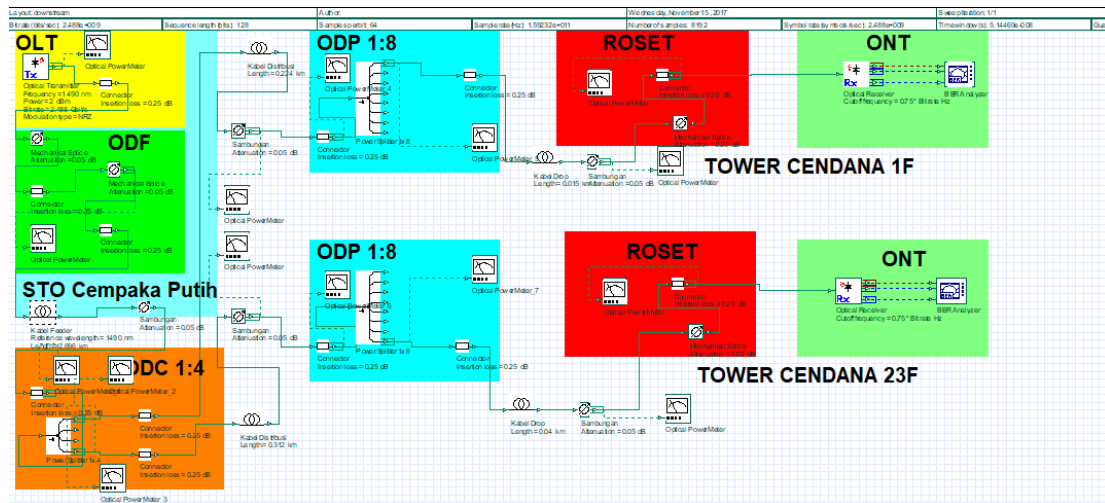
Q-factor merupakan faktor kualitas yang menentukan kualitas suatu jaringan DWDM. *Q-factor* dicirikan sebagai kualitas sinyal digital dari sudut pandang sinyal analognya, jadi bisa dinilai sebagai *signal to noise ratio*. Untuk menghitung *Q-factor* dapat digunakan Persamaan 2.7 [29].

BER merupakan parameter statistik, nilainya tergantung pada waktu pengukuran dan pada faktor-faktor yang menyebabkan kesalahan. Jika kesalahan yang disebabkan oleh *noise* gaussian pada *link* transmisi yang relatif stabil, maka waktu pengukuran dimana sekitar 100 kesalahan terjadi mungkin diperlukan untuk memastikan bahwa penentuan BER tersebut valid. Waktu pengukuran yang lama mungkin diperlukan untuk sistem yang memiliki *busrt error*. Sebagai contoh, untuk mendeteksi 100 kesalahan untuk memperoleh BER 10^{-12} dalam *link* 10Gb/s akan membutuhkan waktu 2,8 jam.

3.7 RANCANGAN SISTEM

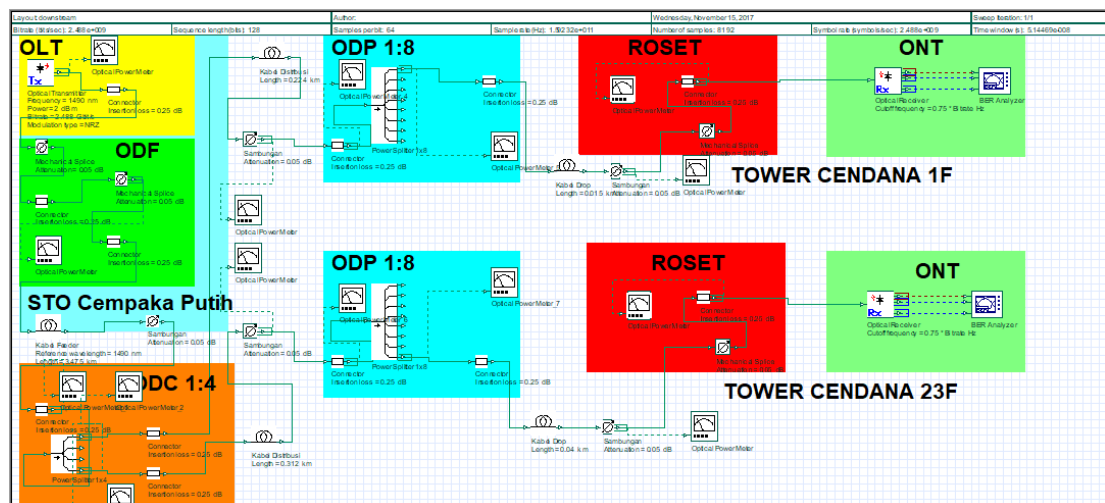
Berikut ini adalah perancangan simulasi FTTB menggunakan *software OptiSystem*. Pada simulasi ini melakukan 2 percobaan, perbedaannya adalah diisi jarak STO ke kawasan apartemen taman kemayoran condominium. Pada simulasi ini menggunakan teknologi GPON yang memiliki *bit rate* 2.488 Gb/s untuk *downstream* dan untuk *uplink* memiliki *bit rate* 1.244 Gbit/s. Pada Rancangan Sistem dapat di lihat di Lampiran.

3.7.1 Downstream



Gambar 3.6 Simulasi *Downstream* STO Kemayoran

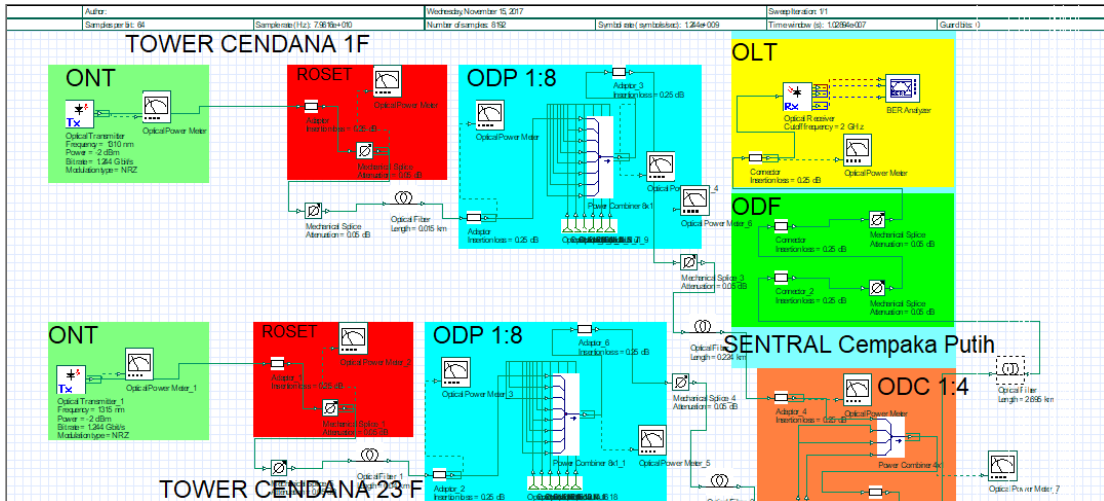
Pada gambar 3.6 tersebut menampilkan perangkat OLT, ODF, ODC, ODP, Roset dan ONT. Pada simulasi ini menggunakan jarak terjauh dari OLT sampai ONT 3.047 km. Pada perangkat OLT menggunakan *frequency* 1490 nm dan *bit rate* 2.488 Gbit/s. Pada perangkat ODC menggunakan *splitter* 1:4 dan ODP menggunakan 1:8.



Gambar 3.7 Simulasi *Downstream* STO Cempaka Putih

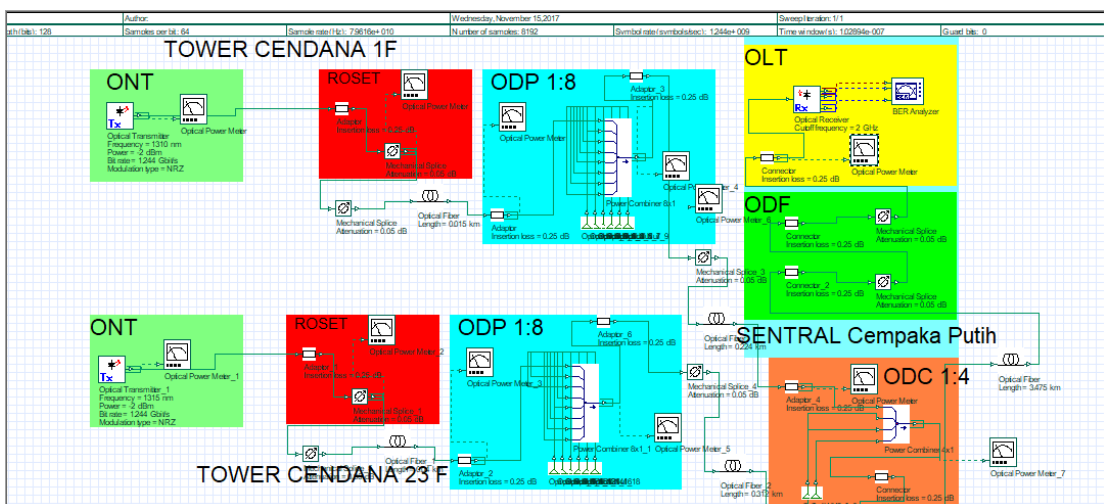
Pada gambar 3.7 tersebut menampilkan perangkat OLT, ODF, ODC, ODP, Roset dan ONT. Pada simulasi ini menggunakan jarak terjauh dari OLT sampai ONT 3.827 km. Pada pernagkat OLT menggunakan *frequency* 1490 nm dan *bit rate* 2.488 Gbit/s. Pada perangkat ODC menggunakan *splitter* 1:4 dan ODP menggunakan 1:8.

3.7.2 Upstream



Gambar 3.8 Simulasi *Upstream* STO Kemayoran

Pada gambar 3.8 tersebut menampilkan perangkat OLT, ODF, ODC, ODP, Roset dan ONT. Pada simulasi ini menggunakan jarak terjauh dari OLT sampai ONT 3.047 km km. Pada pernagkat OLT menggunakan *frequency* 1310 nm dan *bit rate* 1.244 Gbit/s. Pada perangkat ODC menggunakan *splitter* 1:4 dan ODP menggunakan 1:8.



Tabel 3.9 Simulasi *Upstream* STO Cempaka Putih

Pada gambar 3.9 tersebut menampilkan perangkat OLT, ODF, ODC, ODP, Roset dan ONT. Pada simulasi ini menggunakan jarak terjauh dari OLT sampai ONT

3.827 km km. Pada pernagkat OLT menggunakan *frequency* 1310 nm dan *bit rate* 1.244 Gbit/s. Pada perangkat ODC menggunakan *splitter* 1:4 dan ODP menggunakan 1:8.