

Analisis Perancangan Jaringan *Fiber To The Home Area Jakarta Garden City* (Jakarta Timur) dengan Metode *Link Power Budget* dan *Rise Time Budget*

Fahrudin Rosanto^{1*)}, Dodi Zulherman², Fauza Khair³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Telekomunikasi, Sekolah Tinggi Teknologi Telekomunikasi Telkom Purwokerto
email: ¹13101052@st3telkom.ac.id, ²zulherman.dodi@st3telkom.ac.id, ³fauza.khair@st3telkom.ac.id

Abstrak - Peningkatan kebutuhan *bandwidth* yang lebar dan kecepatan transfer data yang tinggi mendorong pengembangan jaringan berbasis serat optik hingga ke layanan rumahan (*Fiber To The Home*) seperti kawasan hunian *Jakarta Garden City*. Perancangan jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) berbasis *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) mengikuti standar ITU-T dengan proses perancangan jaringan menggunakan *Google Earth* dan *OptiSystem* kemudian penghitungan *link power budget* dan *rise time budget*, dan pengukuran kinerja berdasarkan spektrum sinyal elektrik dan spektrum optik. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai *link budget* rata-rata 22 dBm, *margin* daya 3 dBm dan *rise time budget* untuk *downstream* menggunakan *bit rate* 2,488 Gbps sebesar 0,27 ns. *Upstream* menggunakan *bit rate* 1,244 Gbps sebesar 0,25 ns. *RF Spectrum Analyzer* dan *Optical Spectrum Analyzer* menampilkan grafik sinyal optik dengan puncak sebesar -19,94 dBm dan grafik sinyal elektrik, nilai sebesar -66,44 dBm. Semua parameter pengukuran menghasilkan nilai yang memenuhi standar jaringan FTTH berdasarkan ITU-T.

Kata Kunci - FTTH, *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*, *Spektral Elektrik*, *Spektral Optik*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang sangat cepat mendorong peningkatan permintaan masyarakat akan layanan akses internet yang cepat, praktis dan mudah [1] sehingga merangsang penyediaan sarana komunikasi yang membutuhkan media akses dengan *bandwidth* besar agar kebutuhan akses internet dapat terpenuhi [2]. Penyedia layanan mulai beralih menggunakan kabel fiber optik karena keterbatasan jaringan tembaga dalam ketersediaan *bandwidth* yang lebar [2]. Teknologi *Fiber To The Home* (FTTH) merupakan salah satu teknologi berbasis fiber optik yang digunakan sebagai pengganti layanan jaringan akses lokal kabel tembaga [1]. Kabel fiber optik mampu memberikan performansi terbaik sehingga mendorong penyedia layanan telekomunikasi di Indonesia untuk membangun penggelaran kabel fiber optik langsung ke rumah atau *Fiber To The Home* (FTTH) [3]. Salah satu tujuan penyediaan layanan FTTH yaitu untuk mendukung perkembangan permintaan masyarakat akan layanan seperti *IPTV* atau *Cable TV/CATV*, *Video on Demand*

yang membutuhkan *bandwidth* yang besar [1].

Jaringan akses fiber optik yang dikenal dengan FTTH berteknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) sesuai standar ITU-T menawarkan kapasitas besar dan kecepatan transmisi tinggi [4]. Pengembangan jaringan FTTH menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) bertujuan untuk meningkatkan layanan *triple play* terhadap pelanggan [4].

Area *Jakarta Garden City* (Jakarta Timur), menjadi daya tarik bagi para investor yang bergerak dibidang *property*. Masyarakat menuntut suatu hunian memiliki sebuah jaringan akses tidak hanya telepon rumah tetapi juga layanan multimedia dan fasilitas internet. Oleh karena itu kami mengadakan perancangan dan pembangunan jaringan FTTH di area tersebut. Proses perancangan yang dilakukan meliputi pemetaan wilayah, perancangan jalur kabel serat optik dengan aplikasi *Google Earth*, pemodelan sistem dengan aplikasi *OptiSystem*, penghitungan parameter dan analisis performansi dengan menggunakan estimasi spektral optik dan spektral elektrik.

II. TINJAUAN STUDI

Serat optik merupakan saluran transmisi berbahan dasar kaca yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ketempat lain. Karakteristik serat optik diklasifikasikan berdasarkan strukturnya dan sifat transmisinya menjadi dua yaitu serat optik *single mode* dan serat optik *multi mode*. Perbedaan struktur terdapat pada ukuran inti dan perbedaan sifat transmisi atau jumlah berkas yang merambat pada serat optik [5].

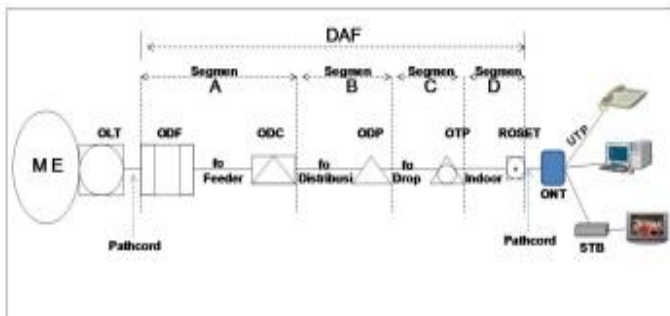
Struktur dan komponen kabel fiber optik yaitu Inti (*core/optical fibers*), bagian utama yang terbuat dari serat kaca, berada dibagian pusat kabel. Inti diselubungi oleh lapisan kaca (*cladding*) dengan indeks bias yang lebih kecil. Mantel (*coating*), dibagian luar setelah *cladding*, umumnya terbuat dari bahan plastik. *Strength member* (material penguat) dan *outer jacket* (jaket luar) adalah lapisan dari kabel fiber optik yang terluar [6].

Jaringan kabel lokal akses fiber berdasarkan alokasi penempatan perangkat aktif yang dipasang pada sisi pelanggan (titik konversi optik (TKO)) dikategorikan menjadi empat macam yaitu *Fiber To The Building* (FTTB) dimana TKO terletak di dalam gedung dan biasanya terletak pada ruangan telekomunikasi di *basement* atau tersebar di beberapa lantai [7]

*) penulis korespondensi

[8]. *Fiber To The Zone* (FTTZ) dimana TKO terletak disuatu tempat di luar bangunan, biasanya berupa kabinet yang ditempatkan di pinggir jalan sebagai mana biasanya rumah kabel (RK) [7] [8]. *Fiber To The Curb* (FTTC), ONT terletak disuatu tempat diluar bangunan, baik di dalam kabinet, di atas tiang maupun di *manhole* [7] [8]. *Fiber To The Home* (FTTH), ONT pelanggan terletak di dalam rumah, terminal pelanggan dihubungkan dengan ONT melalui kabel tembaga *indoor* atau IKR hingga beberapa puluh meter saja [7] [8].

Secara umum jaringan FTTH dapat dibagi menjadi empat segmen catuan kabel yang terdiri dari perangkat aktif seperti *Optical Line Termination* (OLT) dan *Optical Network Unit* (ONU) atau *Optical Network Termination* (ONT) dan perangkat pasif seperti *splitter*, segmentasi jaringan FTTH ditampilkan pada gambar 1 [7].



Gbr 1 Arsitektur jaringan FTTH [7]

Segmen A, yaitu catuan kabel *feeder* dari perangkat aktif OLT menuju ke *Optical Distribution Frame* (ODF) kemudian ODF menuju ke *Optical Distribution Cabinet* (ODC) menggunakan kabel *feeder*. Segmen B, yaitu catuan daya distribusi dari ODC menuju ke *Optical Distribution Point* (ODP) menggunakan kabel distribusi. Segmen C, yaitu catuan kabel penanggal atau *drop* dari ODP menuju *Optical Termination Premises* (OTP) menggunakan kabel *drop*. Segmen D, yaitu catuan kabel rumah atau gedung dari OTP menuju *roset* menggunakan kabel *indor* kemudian menuju ONT [9].

GPON merupakan teknologi yang didukung oleh jaringan akses serat optik dan memiliki kapasitas *bandwidth* besar, kecepatan akses lebih cepat, serta dapat melayani tiga layanan (*triple play*) berupa data, suara, video [10]. Prinsip kerja GPON di dukung oleh *splitter* yaitu ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik *single mode* dapat mengirim ke berbagai ONT, ONT sendiri akan memberikan data – data dan sinyal yang di inginkan oleh *user*. *Mode* satu yang mengizinkan OLT untuk memerintahkan ONT menurunkan dayanya apabila OLT mendeteksi sinyal dari ONT terlalu kuat atau sebaliknya *mode* dua dan tiga, ONT akan mentransmisikan 3 – 6 dB lebih rendah, OLT akan memberi perintah kepada ONT untuk menaikkan daya jika terdeteksi sinyal dari ONT terlalu lemah [11]. Standar umum perangkat GPON yaitu mampu menyalurkan atau membawa multi layanan (suara, data, video) dalam satu *platform* teknologi berbasis *Passive Optical*

Network (PON) pada lingkungan jaringan masa depan *Next Generation Network* (NGN).

Link power budget dihitung sebagai syarat agar *link* yang kita rancang dayanya melebihi batas ambang dari daya yang dibutuhkan. Perhitungan *link power budget* menggunakan persamaan (1) [4].

$$\alpha_{\text{tot}} = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \Omega_c + N_s \cdot \alpha_s + \alpha_{S_p} \quad (1)$$

Persamaan 1 menampilkan proses perhitungan *link power budget* yang dipengaruhi daya keluaran, redaman total sistem (α_{total}), panjang serat optik (L), redaman serat optik (α_{serat}), jumlah konektor (N_c), redaman konektor (Ω_c), jumlah sambungan (N_s), redaman sambungan (α_s), redaman *splitter* (α_{S_p}).

Bentuk persamaan untuk perhitungan *margin* daya adalah :

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

Persamaan 2 menampilkan proses perhitungan *margin* daya yang dipengaruhi keluaran, sumber optik (P_t), sensitivitas daya maksimum detektor (P_r), redaman total sistem (α_{total}), panjang serat optik (L), redaman serat optik (*safety margin* (SM) berkisar 6-8 dB.

Rise time budget adalah cara untuk menentukan batasan dispersi suatu *link* serat optik, berguna untuk mengetahui sistem transmisi digital, mengalisa apakah untuk kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan [11].

Penurunan total waktu transisi dari *link digital* tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit *Non Return To Zero* (NRZ) atau 35 persen dari satu periode bit untuk data *Return-To-Zero* (RZ) . Rumus menghitung *rise time budget* adalah [11]:

$$t_{\text{total}} = (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{intramodal}}^2 + t_{\text{intermodal}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2} \quad (3)$$

Persamaan diatas menampilkan proses perhitungan *rise time budget* yang dipengaruhi oleh *rise time total* (t_{total}), *rise time transmitter* (t_{tx}), *rise time receiver* (t_{rx}), bernilai nol untuk serat optik *single mode* ($t_{\text{intermodal}}$).

$$t_{\text{intramodal}} = t_{\text{material}} + t_{\text{waveguide}} \quad (4)$$

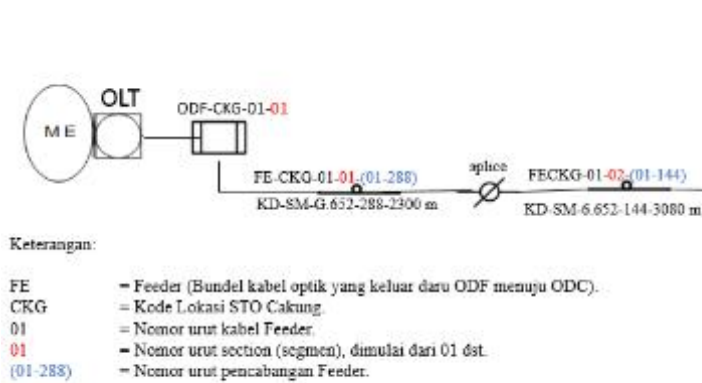
$$t_{\text{material}} = \Delta_\sigma \times L \times D_m \quad (5)$$

untuk menghitung t_{material} menggunakan Persamaan, dengan lebar spektral (Δ_σ), panjang serat optik (L), dispersi material (D_m).

$$t_{\text{waveguide}} = \frac{L}{c} \left[n_2 + \left(n_2 \cdot \Delta_\sigma \cdot \frac{dv_p}{dv} \right) \right] \quad (6)$$

untuk menghitung $t_{\text{waveguide}}$ menggunakan Persamaan, kecepatan rambat cahaya 3×10^8 (C) , indeks bias selubung

(n_2), selisih indeks bias inti (Δ_2), dan selubung.



Gbr 3 Rancangan jaringan FTTH area Jakarta Garden City

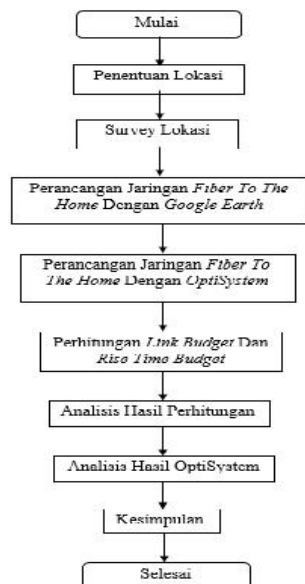
$$V = \frac{2\pi}{\lambda} x a x n_1 x (2 x \Delta_2)^{1/2} . \quad (7)$$

untuk menghitung frekuensi dinormalkan menggunakan Persamaan 7, frekuensi di normalkan (v), jari-jari inti (a), Indeks bias inti (n_1).

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Perencanaan Jaringan

Tahapan yang dilakukan dalam perancangan jaringan FTTH seperti tampilan dalam gambar 2 meliputi proses penentuan lokasi, survey lokasi, perancangan jaringan menggunakan *google earth* dan *optisystem*, perhitungan *link budget* dan *rise time budget*, penganalisisan hasil perhitungan dan penganalisisan hasil *optisystem*, dan bagian terakhir pengambilan kesimpulan.



Gambar 2 Diagram Alir Perancangan

Pemilihan lokasi sebagai langkah pertama dilakukan dengan memilih area Jakarta Garden City sebagai lokasi

perancangan dengan cara melakukan *survey micro demand* pada area tersebut. Kemudian dilakukan kegiatan survei lokasi untuk mendapatkan sebuah data *valid* dan informasi tentang area kerja yang akan dilakukan perancangan jaringan FTTH. Survei dilakukan pada area kerja Telkom Akses Cakung-Cilincing daerah Jakarta Timur dengan tujuan untuk mendapatkan data pembuatan jalur baru jaringan FTTH. Setelah mendapatkan data untuk pembuatan jalur FTTH tersebut, proses dilanjutkan dengan pengukuran panjang agar pengambilan kabel fiber optik ke Telkom Akses harus sesuai kebutuhan, selanjutnya mencari titik yang pas untuk pemasang *Optical Distribution Cabine (ODC)*. Proses perancangan penempatan ODC, ODP dibuat dengan menggunakan *google earth*. Setelah proses perancangan selesai, perancangan FTTH menggunakan *OptiSystem* untuk mengetahui performansi seperti rugi-rugi *link budget* dan *rise time budget*, spektral daya elektrik dan spektral daya optik.

B. Perancangan FTTH Area Jakarta Garden City

Gambar 3 menampilkan rancangan sistem *Fiber To The Home* area Jakarta Garden City dengan segmen pertama dimulai dari Sentral Office (STO) Cakung, di STO tersebut terdapat perangkat OLT dan *Fiber Termination Managemant (FTM)*, dari OLT menuju ODC menggunakan kabel *feeder* yang melalui Jl. Bekasi Raya. Kabel *feeder* tersebut memiliki 288 *core* dan membentang hingga Taxiku yang terletak di Jl. Komp. PT. Krak, dengan jaraknya 2,30 Km. Pada titik Taxiku terdapat pembagian *core*, sebanyak 144 *core* menuju ke area Jakarta Garden City melalui Jl. Komp. PT. Prak, jarak menuju belokkan jalur masuk area Jakarta Garden City yaitu 1,5 Km. Jalur masuk area Jakarta Garden City menuju bunderan JGC, dengan jarak 1,5 Km, di bunderan JGC terdapat pembagian jalur *feeder* lagi. Kabel *feeder* yang berisi 144 *core* dibagi menjadi tiga jalur, jalur yang pertama menuju area Taman Kota, jarak dari bunderan menuju ODC Taman Kota yaitu 0,96 Km. Jalur kedua menuju area *Developer*, jarak dari bunderan menuju ODC *Developer* yaitu 0,90 Km. Dan jalur

yang Ketiga menuju area *Missisipi*, jarak dari bunderan menuju ODC *Missisipi* yaitu 1,66 Km.

Segmen kedua dari *Optical Distribution Cabinet* (ODC) menuju *Optical Distribution Point* (ODP), area Taman Kota membawa 48 *core*, di *splitter* 1:4 di ODC, kemudian keluaran ODC dihubungkan dengan kabel distribusi. Kabel distribusi tersebut menuju ODP, dan untuk ODP yang digunakan sebanyak 34 buah untuk melayani 175 pelanggan. dengan jarak terjauh 470 meter. ODP menggunakan *splitter* 1:8 dan keluaran ODP dihubungkan ke kabel *drop*, kabel *drop* tersebut menuju ONT dengan jarak terjauh yaitu 51 meter.

Segmen kedua area *Developer* membawa 48 *core* dengan *splitter* 1:4 di ODC, untuk ODC yang digunakan sebanyak satu buah. Kabel distribusi digunakan untuk menghubungkan keluaran ODC dengan ODP. ODP yang digunakan sebanyak 132 buah untuk melayani 148 pelanggan, dengan jarak terjauh 660 meter, ODP menggunakan *splitter* 1:8 dan luarannya dihubungkan ke kabel *drop*, kabel *drop* tersebut menuju ONT dengan jarak terjauh yaitu 30 meter.

Segmen kedua area *Missisipi* membawa 96 *core* akan tetapi yang digunakan hanya 48 *core*, dikarenakan untuk pengembangan selanjutnya, menggunakan satu ODC dengan *splitter* 1 : 4 dan dihubungkan ke kabel distribusi. Kabel distribusi tersebut menuju ODP, dan untuk ODP yang digunakan sebanyak 80 buah untuk melayani 368 pelanggan, dengan jarak terjauh 834 meter, di *splitter* 1:8 dan setelah masuk ke ODP menjadi kabel *drop*, kabel *drop* tersebut menuju ONT dengan jarak terjauh yaitu 51 meter.

C. Pemodelan Sistem Dalam Diagram Garis

Berdasarkan gambar 3 diagram garis sistem, segmentasi awal dari perancangan dimulai dari *Metro-E* dan OLT untuk di *multiplexing* dan perubahan sinyal elektrik menjadi optik setelah itu menuju ODF-CGK-01-01 yaitu sebagai tempat peralihan kabel fiber optik *outdoor* dengan kabel fiber optik *indoor* menuju ODC sebagai titik terminasi ujung kabel *feeder*. Sebelum masuk ke ODC, kabel *feeder* FE-CKG-01-01(01-288) melewati dua penyambungan atau pembagian *core* menjadi 144 inti serat pada kabel *feeder* FE-CKG-01-02(01-144). Kabel *feeder* sebelum penyambung direntangkan sepanjang 2300 meter. Sedangkan penyambungan kedua, kabel *feeder* 144 *core* dibagi tiga jalur, pertama 48 *core* ke area Taman Kota, kedua 48 *core* ke area *Developer*, dan ketiga 48 *core* ke area *Missisipi* akan tetapi kabel *feeder* yang digunakan 96 *core*. ODC merupakan pangkal kabel distribusi dan di ODC sebagai tempat *passive splitter* kemudian menuju ODP merupakan perangkat terminasi akhir kabel distribusi dan terminasi awal penggunaan kabel *drop*, dan yang terakhir yaitu ONT merupakan perangkat aktif yang dipasang di sisi pelanggan indoor yang berfungsi sebagai tempat perubahan dari optik ke elektrik dan *output* layanan *triple play*.

D. Pemodelan Sistem Menggunakan OptiSystem

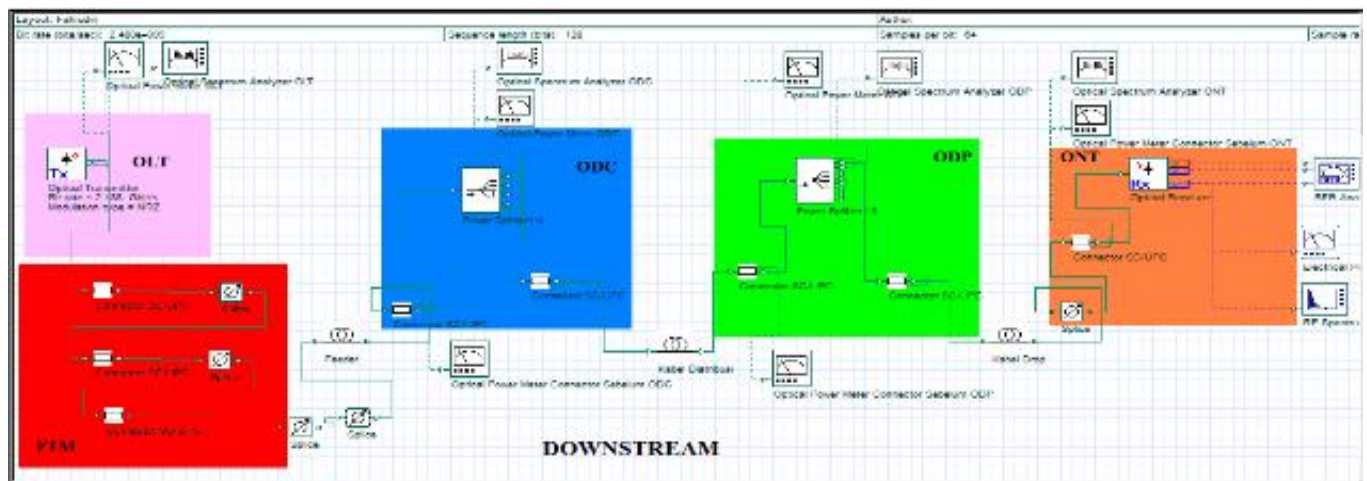
Gambar 4 menampilkan rancangan jaringan FTTH menggunakan *software OptiSystem* pada area Jakarta Garden City yang memuat OLT, FTM, ODC, ODP, dan ONT. Pemodelan sistem *downstream* menggunakan *OptiSystem*, dari sisi STO menuju pelanggan atau bisa juga disebut dari OLT menuju ONT, dalam simulasi *downstream* pertama OLT menggunakan panjang gelombang 1490 nm dan 1550 nm, dengan *bit rate* 2,488 Gbps dengan tipe modulasi atau pengkodean NRZ. Bagian kedua yaitu *Fiber Termination Management* (FTM) dengan konektor SC/UPC dan sebuah *splice* atau penyambungan. Penghubung FTM dengan ODC menggunakan kabel *feeder*, kabel *feeder* masuk ke ODC di *splitter* 1:4. Keluaran ODC disambungkan dengan kabel distribusi menuju ke ODP. ODP memiliki *splitter* 1:8, dan dihubungkan ke kabel *drop* menuju ONT pada sisi pelanggan. Hasil yang dikeluarkan dalam *OptiSystem* yaitu BER analyzer, *Power receive*, *RF Spectrum Analyzer*. Pemodelan sistem *upstream* menggunakan *OptiSystem* kebalikan dari *downstream* yaitu dari sisi pelanggan menuju STO atau dari ONT menuju OLT. Panjang gelombang yang digunakan 1310 nm dan bit ratenya 1,244 Gbps. Perangkat yang digunakan sama dengan sistem *downstream*.

E. Parameter Perhitungan Link budget

Data – data yang digunakan untuk perhitungan *Link budget* di tunjukkan oleh tabel dibawah ini.

TABEL I
DATA UNTUK *LINK BUDGET*

Parameter	Keterangan
Sensitivitas Daya Max Detektor (Pr)	-28 dBm
Daya Keluaran Sumber Optik (Pt)	5 dBm
Redaman Serat (α_{serat}) G.652 (1310-1490/1550)	(0.35/0.4)dB/Km
Redama Sambungan (α_s) Di <i>Fedeer</i>	0.05 dB/ <i>splice</i>
Redama Sambungan (α_s) Di Distribusi	0.05 dB/ <i>splice</i>
Redama Sambungan (α_s) Di <i>Drop</i>	0.05 dB/ <i>splice</i>
Konektor Jenis SC/UPC	0.25 dB/konektor
Jenis <i>Splitter</i> 1:4	7.25 dB
Jenis <i>Splitter</i> 1:8	10.28 dB
Jumlah Sambungan	5 buah
Jumlah Konektor	8 buah
Margin Daya	>0 dB



Gbr .4 Rancangan jaringan FTTH area Jakarta Garden City

Dari tabel 1 dapat dijelaskan bahwa untuk sensitivitas daya max detektor (Pr) yaitu -28 dBm, maksudnya adalah daya penerima tidak boleh *loss* lebih dari -28 dBm. untuk daya keluaran sumber optik (Pt) yaitu adalah 5 dBm, berarti daya yang dikirimkan dari OLT adalah sebesar 5 dBm. Redaman serat (α_{serat}) menggunakan tipe kabel fiber optik G.652 dengan panjang gelombang 1310 mempunyai redaman serat sebesar 0,35 dB/Km, dan untuk panjang gelombang 1490 atau

1550 mempunyai redaman seratnya sebesar 0,4 dB/Km. Untuk redaman pada setiap penyambungan pada kabel sebesar 005 dB/splice. Dan menggunakan konektor jenis SC/UPC dengan redaman 0,25 dB/konektor. Menggunakan *splitter* 1:4 dengan redaman sebesar 7,25 dB, dan *splitter* 1:8 dengan redaman sebesar 10,28 dB. Untuk perhitungan *Link budget* menggunakan persamaan (1), dan untuk perhitungan *margin* daya menggunakan persamaan (2).

F. Parameter Perhitungan *Rise time budget*

Data – data yang digunakan untuk perhitungan *rise time budget* yang dihitung waktu proses pengiriman data dari central menuju sisi pelanggan di tunjukkan oleh tabel dibawah ini.

TABEL III
DATA UNTUK *RISE TIME BUDGET*

Parameter	Keterangan
Panjang gelombang (λ)	1310nm, dan 1490nm
Δn (OLT/ONT)	1 nm / 1 nm
t_{rx} (OLT/ONT)	$(150 \times 10^{-3} / 200 \times 10^{-3})$ ns
D_m (1310/1490)	$(0,00132 / 0,01304)$ ns/nm.km
t_{rx} (OLT/ONT)	$(150 \times 10^{-3} / 200 \times 10^{-3})$ ns
Pengkodean	NRZ
Jenis Serat Optik	<i>Single mode Fiber</i>
Indeks Bias Inti (n_1)	1,48
Indeks Bias Selubung (n_2)	1,46
Jari-jari Inti (a)	4.5um

Pada tabel 2 dapat dijelaskan bahwa panjang gelombang yang digunakan adalah 1310nm dan 1490nm. Untuk lebar spektrumnya ($\Delta\lambda$ (OLT/ONT)) adalah 1nm. Untuk *Rise time transmitter* dan *Rise time receiver* yaitu $(150 \times 10^{-3} / 200 \times 10^{-3})$ ns. Sistem pengkodean yang digunakan adalah NRZ. Dan untuk jenis serat optik yang digunakan adalah *single mode*, dengan *indeks bias inti* (n_1) adalah 1,48 dan *indeks bias selubung* (n_2) adalah 1,46, dan jari-jari intinya (a) yaitu sebesar 4,5 μ m.

Perhitungan *rise time budget* menggunakan persamaan (3), perhitungan untuk *intramodal* menggunakan persamaan (4), perhitungan untuk *material* menggunakan persamaan (5), dan untuk menghitung frekuensi dinormalkan menggunakan persamaan (7).

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perhitungan Link Power Budget

Perhitungan *Link budget* untuk mengetahui rugi-rugi daya dari central menuju pelanggan jaringan FTTH di Jakarta *Garden City* dengan area yang akan dihitung adalah area taman kota, area *developer* dan area *missisipi*. Penghitungan dilakukan pada pelanggan dengan jarak terjauh dari pengukuran STO. Pelanggan FTTH di Jakarta *Garden City* dengan jarak terjauh pada area taman kota, yaitu dari sisi *downlink* dan *uplink*. Perhitungan *link budget* dengan jarak-jarak sebagai berikut:

1. STO menuju ODC sepanjang 6.6 km.
2. ODC menuju ODP sepanjang 0.47 km.
3. ODP menuju ONT Sepanjang 0.051 km.

Berdasarkan perhitungan *link budget downlink* maupun *uplink*, nilai redaman total (α_{tot}) kurang dari 28 dBm, yaitu untuk *downlink* dengan panjang gelombang 1490nm adalah $\alpha_{tot} = 22,63$ dBm, dengan panjang gelombang 1550nm adalah $\alpha_{tot} = 22,27$ dBm, dan untuk *uplink* menggunakan panjang gelombang 1310nm adalah $\alpha_{tot} = 22,63$ dBm. Pada *margin* daya lebih dari nol, yaitu untuk panjang gelombang 1490 mendapat nilai perhitungan *margin* daya yaitu sebesar

3,37 dBm, untuk panjang gelombang 1550 mendapat nilai perhitungan *margin* daya yaitu sebesar 3,73 dBm, dan untuk panjang gelombang 1310 mendapat nilai perhitungan *margin* daya yaitu sebesar 3,37 dBm. Perhitungan area-area selanjutnya menggunakan pendekatan yang sama yaitu menghitung *link budget* untuk pelanggan terjauh. Hasil perhitungan untuk semua area ditampilkan pada table 3.

TABEL IIIII
HASIL PERHITUNGAN LINK BUDGET DAN MARGIN DAYA

Lokasi	Link budget		
	Downlink		Uplink
	1490 nm	1550 nm	1310 nm
Area Taman Kota	22,63	22,27	22,63
Area Developer	22,62	22,27	22,62
Area Missisipi	23,02	22,61	23,02
Lokasi	Margin Daya		
	Downlink	Downlink	Uplink
	1490 nm	1550 nm	1310 nm
Area Taman Kota	3,37	3,73	3,37
Area Developer	3,38	3,73	3,38
Area Missisipi	2,93	3,39	2,93

Berdasarkan data yang disajikan pada tabel 3, besaran *link budget* untuk semua lokasi perancangan bernilai dibawah 28dBm. Sedangkan besaran margin daya untuk semua lokasi perancangan di atas 0 dBm. Kedua kondisi ini memenuhi standar perancangan yang ditentukan IEEE.

B. Hasil Perhitungan Rise time budget

Perhitungan *rise time budget* yang dihitung waktu proses pengiriman data dari central menuju sisi pelanggan jaringan FTTH di Jakarta Garden City, yaitu area yang akan dihitung adalah area taman kota, area Developer dan area Missisipi, adapun perhitungannya yaitu mengambil jarak terjauh atau pelanggan yang terjauh dari pengukuran STO menuju ONT.

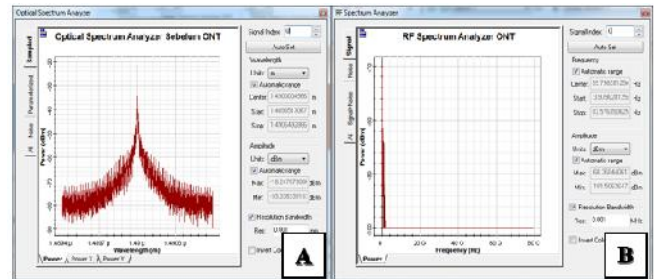
Hasil perhitungan *rise time budget* menampilkan durasi *rise time* untuk semua lokasi berada dalam rentang 0,26 ns hingga 0,28 ns untuk *downstream* dan 0,25 ns untuk *upstream*. Berdasarkan hasil perhitungan total *rise time budget* dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi standar yang ditentukan, karena masih dibawah standar maksimum untuk *rise time* dari *bit rate* sinyal NRZ sebesar 0,291 ns dan untuk *upstream* standar maksimum *rise time bit rate* sinyal NRZ adalah 0,583 ns. Hasil perhitungan *rise time budget* untuk ketiga lokasi perancangan ditampilkan Tabel 4.

TABEL IVII
HASIL PERHITUNGAN RISE TIME BUDGET

Lokasi	Rise Time Total (ns)	
	Downsteam	Upstream
Area Taman Kota	0,267	0,25
Area Developer	0,266	0,25
Area Missisipi	0,273	0,25

C. Analisis Performansi Menggunakan RF Spectrum Analyzer dan Optical Spectrum Analyzer

Pada gambar 5 menampilkan estimasi *RF Spectrum* dan *Optical Spectrum* jaringan FTTH menggunakan *OptiSystem* untuk menganalisis performansi jaringan FTTH pada area Jakarta Garden City.



Gbr 5 Hasil *OptiSystem* 1490 nm, power 5 dBm, (A) *Optical Spectrum Analyzer*, (B) *RF Spectrum Analyzer* Taman Kota

Gambar 5 menampilkan unjuk kerja di area Taman Kota dengan menggunakan panjang gelombang 1490nm untuk *downstream*, power masukan yang digunakan 5 dBm mengikuti standar Telkom Akses. Pada gambar (A) yaitu grafik sinyal optik sebelum masuk ONT yaitu sebesar -19,94 dBm dan gambar (B) yaitu grafik sinyal elektrik. Pada penerima atau *receiver* sinyal optik ini diubah oleh transducer Optoelektronik (*Photo Dioda* atau *Avalanche Photo Dioda*) menjadi sinyal elektrik proses ini dilakukan di ONT, untuk nilai yang di dapat sebesar -66,44 dBm telah memenuhi standar sebesar -100 dBm.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dijelaskan di atas, perancangan jaringan FTTH yang akan di implementasikan di area Jakarta Garden City (Jakarta Timur) dengan teknologi GPON telah memenuhi standar ITU-T dan IEEE. Performansi rancangan jaringan FTTH menggambarkan hasil yang sangat baik namun proses pengamatan belum mempertimbangkan rugi-rugi yang ditimbulkan pada kabel serat optik seperti *microbending*, *Rayleigh*, *macro bending* dan lain-lain.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. M. P. Sari, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabyte Passive Optical Network (GPON) Di Wilayah Permata Buah Batu 1 dan 2," <http://openlibrarytelkomuniversity.ac.id>, 2015.
- [2] A. Wibowo, "Analisis Pengujian Implementasi Perangkat Fiber To The Home (FTTH) Dengan OptiSystem Pada Link STO Cijawura Ke Batununggal Regency Cluster Permai," <http://www.researchgate.net>, 2015.
- [3] M. Pamungkas, "Analisis Pengujian Implementasi Perangkat Fiber To The Home (FTTH) Dengan OptiSystem Pada Link STO Cijawura Ke Perumahan Jingga," <http://www.researchgate.net>, 2015.
- [4] M. I. Mutaharrik, "Analisis Pengujian Implementasi Perangkat Fiber To

- The Home* (FTTH) Dengan OptiSystem Pada Link STO Karawaci Ke Perumahan Central Karawaci,” <http://openlibrarytelkomuniversity.ac.id>, 2015.
- [5] D. Prasetya, “Serat Optik,” www.unsuri.ac.id, 2014.
- [6] A. H. Wijaya, “Pengertian Kabel Jaringan Fiber Optik Berserta Kelebihan Dan Kekurangannya,” 26 januari 2015. [Online]. Available: <http://Teknodaily.com>.
- [7] M. N. Nurlette, “Survey dan Perancangan Design FTTH Menggunakan Google Earth Pada Area Kerja Telkom Akses Bekasi,” 2014.
- [8] P. Betaria, “Desain Jaringan Akses *Fiber To The Home*(FTTH) Di Area Saturan Raya Babarsari Yogyakarta Menggunakan Aplikasi Google Earth,” 2014.
- [9] Y. I. Putri, “Pengukuran *Fiber To The Home* (FTTH) Di Perumahan Pesona Ciganitri Dengan Menggunakan OptiSystem,” <http://www.researchgate.net>, 2015.
- [10] A. Mustari, “Perancangan dan Desain Jaringan Lokal Akses *Fiber To The Home* (JARLOKAF) Dengan Teknologi PON Konfigurasi *Fiber To The Home* (FTTH),” <http://academia.edu>, 2015.
- [11] M. Ramdhan, “Perancangan Jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Perumahan Setra Duta Bandung,” <http://academia.edu>, 2015.