

PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DI DESA PEDAN TELKOM KLATEN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) UNTUK LAYANAN TRIPLE PLAY

Johan Susilo¹, Hafidufin², M.a Yusuf Latif³

^{1,2}Fakultas Ilmu Terapan – Universitas Telkom
Jalan Telekomunikasi No. 1 Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia

¹johansusu@gmail.com, ²Hafid@tass.telkomuniversity.ac.id, ³yusufatif@gmail.com

ABSTRAK

Pada zaman sekarang kebutuhan akan sarana telekomunikasi, informasi dan hiburan yang dapat diterima dan memiliki performansi yang tinggi sudah pasti sangat dibutuhkan. Untuk memenuhi hal tersebut maka diperlukan jaringan yang mendukung performansinya tersebut. Untuk sekarang jaringan yang mampu memberikan performansi terbaik adalah fiber optic. Di Indonesia sendiri sedang maraknya pengelaran kabel fiber optic langsung kerumah atau disebut FTTH. Kota Klaten merupakan salah satu kota yang dipadati oleh penduduk khususnya untuk kawasan Kecamatan Pedan. Dengan kondisi tersebut, maka perancangan jaringan FTTH cocok untuk di implementasikan di lokasi ini.

Pada perancangannya dilakukan survei menggunakan GPS akan dikembangkan menjadi data *Google Earth* dan *AutoCad*. Dalam data perancangan dapat diestimasi tentang jumlah perangkat, spesifikasi dan posisi peletakan perangkat dari STO hingga posisi pelanggan. Data itu ingin dikembangkan beserta data perhitungan berbasis FTTH GPON.

Pada perancangan jaringan FTTH GPON didapatkan hasil pengukuran langsung didapatkan nilai *Power Link Budget* -18,283 dBm untuk downlink -8.248 untuk uplink pada titik terjauh, dan *Rise Time Budget*, yang diukur pada titik terjauh. Nilai *Rise Time Budget*nya <70% dengan nilai (0,363)ns untuk *Downlink* dan (0.251)ns untuk *Uplink*.

Kata kunci: *fiber to the home, power link budget, rise time budget*

ABSTRACT

In the present era the need for telecommunication, information and entertainment that can be received and have high performance is definitely needed. To accomplish this, a network is required to support its performance. For now the network that is able to provide the best performance is fiber optic. In Indonesia itself is rampant fiber optic fiber cable directly to home or called FTTH. The city of Klaten is one of the cities densely populated by special residents for Pedan District. Under these conditions, the design of FTTH networks is suitable to be implemented in this location.

In the design conducted surveys using GPS will be developed into data *Google Earth* and *AutoCad*. In the design data can be estimated about the number of devices, specifications and position laying of the device from STO to customer position. The data was to be developed along with FTTH GPON based calculation data.

In the design of FTTH GPON network obtained the *Power Link Budget* (-18.283) dB and *Rise Time Budget*nya for *Downlink* and (-8.248) ns for *Uplink*. While the results of direct measurement obtained value of *Power Link Budget* and *Rise Time Budget*, as measured at the furthest point. This result qualifies the GPON Telkom value of *Power Link Budget* <26 dB for

design and <28 dB for realization. Rise Time Budget value $<70\%$ with value (0.363) nm for Downlink and (0.251) ns for Uplink..

Keywords: fiber to the home, power link budget, rise time budget

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi yang kita gunakan saat ini semakin berkembang khususnya di dunia telekomunikasi. Kebutuhan telekomunikasi tidak hanya pada layanan suara saja tetapi tersedia juga layanan data, gambar, dan video (multimedia). Untuk dapat mengakses layanan tersebut maka dibutuhkan *bandwidth* yang lebih besar dengan kecepatan tinggi. Serat optik menjadi salah satu solusi yang dapat meningkatkan nilai jasa layanan telekomunikasi sehingga mampu memenuhi kebutuhan pengguna.

Berdasarkan pertimbangan kondisi geografis area yang akan dibangun jaringan data, jaringan *Fiber to The Home* (FTTH) ini cocok untuk solusi daerah dengan kondisi padat penduduk. Kondisi tersebut memungkinkan untuk melakukan pergantian struktur jaringan tembaga menjadi jaringan optik hingga ke rumah pelanggan. Kota Klaten yaitu kota yang memiliki kualifikasi tersebut. Maka dari itu, perancangan jaringan *Fiber to The Home* dapat diimplementasikan di lokasi ini.

PT. Telkom Akses yaitu salah satu perusahaan yang sedang melangsungkan proyek pembangunan jaringan optik. Salah satunya pembangunan jaringan *Fiber to The Home* (FTTH) sebagai salah satu solusi dalam menyelesaikan masalah pembangunan di lapangan, dikarenakan kondisi pembangunan di daerah tersebut yang padat penduduk.

Fiber to The Home (FTTH) merupakan salah satu jaringan serat optik. Pembangunan jaringan ini dimulai dari Sentral Telepon Otomat (STO) di Klaten hingga ke pengguna. Dengan menggunakan sistem jaringan optik ini memungkinkan lebih luasnya layanan yang akan digunakan oleh pelanggan. Perancangan jaringan serat optik dapat dibuat dengan menggunakan *software AutoCad* yaitu *software* yang dapat mempermudah *engineer* dalam membuat perancangan jaringan *Fiber to The Home* (FTTH)

1.2 Tujuan

Tujuan dari proyek akhir ini yaitu:

1. Merancang jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON di daerah pedan klaten.

2. Menganalisa dan mengevaluasi kembali hasil perancangan dengan parameter power link budget dan rise time budget.

1.3 Manfaat

Adapun manfaat dari proyek akhir ini yaitu:

1. Mengetahui proses perancangan jaringan *Fiber to The Home* (FTTH) untuk kawasan Sentral Telepon Otomat (STO) Sukabumi.
2. Didapatkan pemahaman mengenai konsep perancangan jaringan serat optik FTTH menggunakan teknologi GPON di daerah klaten sudah memenuhi standar atau tidak.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari proyek akhir ini yaitu:

1. Bagaimana merancang jaringan FTTH di daerah klaten tepatnya di pedan.
2. Bagaimana menerapkan teknologi GPON pada daerah pedan klaten yang belum tersedia
3. Bagaimana penempatan perangkat dan spesifikasi perangkat yang akan digunakan.
4. Bagaimana nilai parameter-parameter untuk kelayakan jaringan berupa Power Link Budget dan Rise Time Budget.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari proyek akhir ini yaitu:

1. Perancangan jaringan FTTH di daerah Klaten.
2. Perancangan jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON berdasarkan penelitian.
3. Perhitungan perancangan dilakukan berdasarkan parameter-parameter yang digunakan,

1.6 Metodologi

Metodologi dari proyek akhir ini yaitu:

1. Studi literature, dengan mempelajari referensi bacaan yang mendukung dari

- berbagai sumber seperti internet, jurnal, buku, artikel, dll.
- 2. Diskusi dengan dosen pembimbing Proyek Akhir dan pembimbing dari pihak PT. Telkom Akses yang menangani masalah perancangan sistem jaringan optic
- 3. Survey lapangan dilakukan agar kita dapat mengetahui masalah-masalah yang ada dilapangan.
- 4. Merancang jaringan FTTH dengan teknologi Gpon di kandatel klaten.
- 5. Hasil perancangan kemudian dianalisa dan dievaluasi kembali agar mendapatkan hasil yang maksimal.

1.7 Sistematika Penulisan

Secara umum sistematika penulisan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan
Bab ini berisi latar belakang, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.
- Bab II Landasan Teori
Bab ini membahas meteri FTTH, prinsip GPON, perangkat FTTH, perhitungan *power link budget* dan *rise time budget*.
- Bab III Perancangan Jaringan FTTH
Bab ini menjelaskan tentang diagram alur dan tahap perancangan jaringan serat optik.
- Bab IV Analisis Hasil Perancangan
Bab ini menjelaskan tentang analisis dari hasil perancangan pada arsitektur jaringan FTTH yang meliputi parameter *power link budget*, *rise time budge* dan analisis menggunakan Optisystem.
- Bab V Kesimpulan dan Saran
Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang diharapkan dapat membantu pengembangan dan perbaikan selanjutnya.

DASAR TEORI

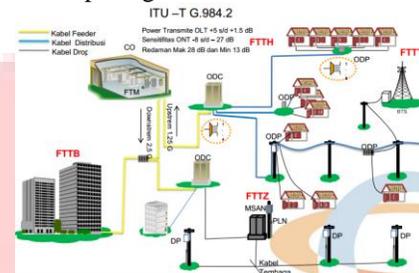
2.1 Fiber Optic^[6]

Fiber optik adalah media transmisi yang mentransmisikan sinyal cahaya sebagai gelombang pembawa informasi yang akan dikirimkan. Pada bagian pengirim isyarat informasi diubah menjadi isyarat optis. Lalu diteruskan ke kanal informasi yang terbuat dari serat optik yang bertugas sebagai pemandu gelombang. Sesampainya di penerima, berkas cahaya ditangkap oleh detector cahaya yang berfungsi mengubah besaran optis menjadi besaran elektris.

2.2 Fiber To The x (FTTx)^[8]

Fiber to The x merupakan jaringan lokal berbasis fiber optik, dimana dalam sistem ini memiliki 2 perangkat aktif yaitu:

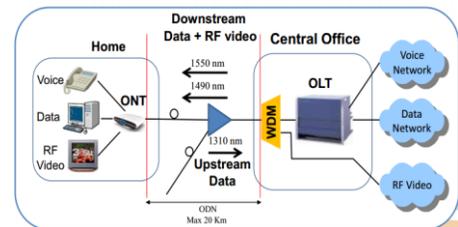
- a. Opto elektrik yang dipasang di *Central Office*.
- b. Detector Optik dipasang di dekat atau di lokasi pelanggan



Gambar 2.2 Topologi FTTx ^[8]

2.3 Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON)^[1]

GPON merupakan teknologi yang menggunakan standar ITU.G.984, teknologi ini merupakan teknologi *point-to-multipoint* dengan *bit rate* yang tinggi. Kecepatan *upstream* dari teknologi GPON ini sebesar 1.2 Gbps pada panjang gelombang 1310 nm. Dan kecepatan *downstream* sebesar 2.5 Gbps pada panjang gelombang 1490 nm dan 1550 nm.



Gambar 2.3 Konfigurasi GPON ^[12]

2.4 Parameter Transmisi Komunikasi Optik

Dalam sistem komunikasi optik, parameter transmisi menjadi faktor penting dalam perancangan jaringan. Parameter transmisi komunikasi optik terdiri dari:

2.4.1. Powewr Link Budget

Parameter *link power budget* menunjukkan perbedaan level daya maksimum yang diizinkan antara pemancar optik dan penerima optik. Total redaman untuk *power link budget* adalah sebagai berikut: ^[1]

$$\alpha_t = (L \times \alpha_{serat}) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + Sp \tag{2.1}$$

Perhitungan Margin Daya dapat dihitung dengan persamaan:

$$M = (P_t - P_r) - \alpha_t - SM \tag{2.2}$$

Nilai daya yang diterima di ONT atau di sisi pelanggan dihitung dengan persamaan:

$$P_{rx} = P_{tx} - \alpha_t \tag{2.3}$$

Keterangan:

- α_t = Redaman total sistem (dB)
- L = Panjang total serat optik (km)
- α_{serat} = Redaman serat optik (dB/km)
- α_c = Redaman konektor (dB/buah)
- N_c = Jumlah konektor
- N_s = Jumlah sambungan
- Sp = Redaman Splitter (dB)
- Pt = Daya keluaran sumber optik (dBm)
- Pr = Sensitivitas daya maksimum detektor (dBm)
- Prx = Daya terima, sensitivitas penerima (dBm)
- Ptx = Daya kirim (dBm)
- M = Margin daya
- SM = Safety Margin (dBm)

2.4.2. Rise Time Budget^[7]

Link rise time budget menunjukkan nilai batas dispersi dari jaringan serat optik. Persamaan rise time budget adalah sebagai berikut: ^[1]

$$T_{total} = \sqrt{T_{tx}^2 + T_{material}^2 + T_{intermodal}^2 + T_{rx}^2} \tag{2.4}$$

Keterangan:

- T_{tx} = Rise time pemancar (ns)
- T_{rx} = Rise time penerima (ns)
- $T_{intermodal}$ = Rise time dispersi intermodal
- $T_{material}$ = Rise time disperse material

Besarnya rise time disperse material dapat dihitung dengan persamaan:

$$T_{material} = \Delta\sigma \times L \times Dm \tag{2.5}$$

Keterangan:

- $\Delta\sigma$ = Lebar Spektral (nm)
- L = Panjang serat optik (km)
- Dm = Dispersi material (ps/nm.km)

Besarnya waktu batas (Tr) untuk pengkodean NRZ dan RZ:

$$Tr = \frac{0.7}{Bitrate} \text{ (Pengkodean NRZ)} \tag{2.6}$$

$$Tr = \frac{0.35}{Bitrate} \text{ (Pengkodean RZ)} \tag{2.7}$$

2.4.3. Bit Error Rate (BER)^[2]

Bit error rate yaitu laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital. Sensitivitas merupakan daya optik minimum dari sinyal yang datang pada bit error rate yang dibutuhkan. BER yang

dibutuhkan pada komunikasi optik yaitu lebih kecil dari 10⁻⁹

2.5 Aplikasi AutoCad

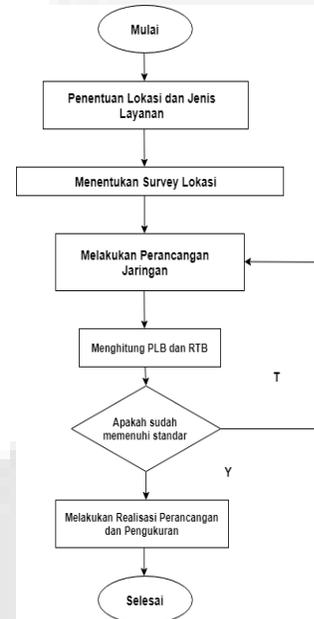
Aplikasi AutoCad merupakan sebuah program yang biasa digunakan untuk tujuan tertentu dalam menggambar serta merancang dengan bantuan computer dalam pembentukan model serta ukuran dua dan tiga dimensi atau dikenali sebagai “computer – aided drafting and design program (CAD). Program ini dapat digunakan dalam semua bidang kerja terutama sekali dalam bidang-bidang yang memerlukan ketrampilan khusus seperti bidang mekanikal Engineering, sipil, Arsitektur, Desain Grafik dan semua bidang yang berkaitan dengan penggunaan CAD.



Gambar 2.4 Logo Software AutoCad

PERANCANGAN SISTEM

3.1. Flowchart Perancangan Sistim



Gambar 3.1 Diagram alir perancangan Fiber to The Home

3.2. Penentuan lokasi

Penentuan lokasi daerah dan Jenis Layanan untuk 2 hal ini survei awal dilakukan dengan melihat posisi pelanggan dan menunggu keputusan dari pihak PT.Telkom. Penarikan kabel juga biasanya akan dilakukan jika sudah mendapat persetujuan dari PT Telkom. Ada beberapa hal yang mempengaruhi kecepatan penarikan kabel :

- Instalasi yang dibangun adalah milik pemerintah dalah hal ini seperti kepolisian, pendidikan dan sarana kesehatan.
- Daerah industri dan warung internet yang menggunakan bandwidth tinggi sehingga ce-pat mendapat keuntungan



Gambar 3.3 tampilan tagging yang telah dirubah

3.3. Survey lokasi

Setelah mengetahui posisi dimana proyek akhir dikerjakan maka tugas berikutnya ada-lah melakukan survei tahap satu. Survei tahap satu dilakukan dengan melihat daerah secara langsung dan menggunakanGPS(untuk sekarang digunakan GPSMAP 76CSx)PT



Gambar 3.2 Hasil tagging pada GPS di AutoCad

3.4. Proses Perancangan jaringan FTTH

Proses perancangan Jaringan adalah proses lanjutan dari survei dalam perancangan jaringan berpatok pada data hasil survei awal agar memudahkan perancangan. Menentukan posisi STO kemudian posisi ODC,ODP lalu pengambagr kabel distribusi

3.5. Perancangan jaringan FTTH

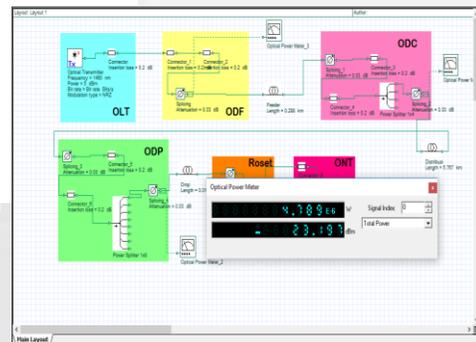
Perangkat yang digunakan berdasarkan spesifikasi yang ditentukan oleh pihak PT. Telkom Akses. Berikut perangkat yang digunakan dalam pearancangan FTTH ini yaitu:

a. Optical Line Termination (OLT)

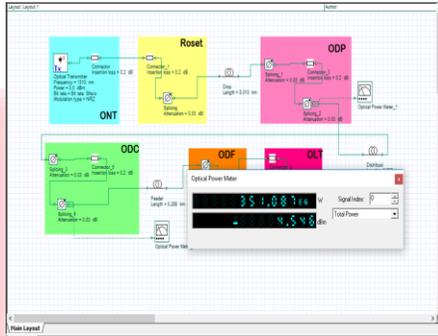
Pemilihan OLT disesuaikan dengan jarak dan banyaknya redaman yang dapat terjadi di sepanjang link. OLT yang digunakan pada perancangan FTTH ini yaitu OLT Alcatel Lucent 7432 ISAM FTTU. Spesifikasi dari perangkat OLT yaitu sebagai berikut:

3.6. Simulasi Perancangan

Setelah membuat perancangan jaringan FTTH, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan simulasi perancangan. Simulasi perancangan ini menggunakan software Optisystem. Simulasi ini dapat menggambarkan skema / alur perancangan jaringan FTTH.



Gambar 3.4 Hasil simulasi *downlink* untuk jarak terjauh



Gambar 3.5 Hasil simulasi uplink untuk jarak terjauh

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, hasil redaman yang diterima telah memenuhi standar ITU-T G. 984 yaitu tidak kurang dari -28 dBm untuk upstream maupun downstream.

3.7. Perhitungan Power Link Budget

Power Link Budget digunakan untuk menghitung daya pada suatu sistem transmisi yang didasarkan pada karakteristik saluran redaman serat optik, sumber optik dan sensitivitas detektor. Standar daya yang dipakai oleh PT. Telkom dalam perancangan ini sesuai dengan standarisasi ITU-T G. 984 yaitu jarak yang tidak lebih dari 20 km dan daya terima tidak kurang dari -28 dBm. Beberapa data yang harus dikumpulkan terlebih dahulu untuk menghitung PLB yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.1 Daya pancar OLT

No.	Jenis	Nilai	Satuan
1.	Daya OLT	5	dBm
2.	Sensitivitas detektor	>-28	dBm

Tabel 3.2 Spesifikasi insertion loss perangkat yang digunakan

No.	Jenis Perangkat	Satuan	Nilai
1.	Kabel serat optik ITU-T G. 652.D dan G.657 (1490 nm)	Km	0,2 dB/km
2.	Kabel serat optik ITU-T G. 652.D dan G.657 (1310 nm)	Km	0,35 dB/km
3.	Konektor	unit	0,2 dB
4.	Splice	unit	0,15 dB

Tabel 3.3 Jumlah perangkat yang digunakan

No.	Jarak	Panjang Feeder G.652D (km)	Panjang Distribusi G.652 D (km)	Panjang Drop G. 657 (km)	Jumlah Splice	Jumlah Konektor
1.	Terdekat	2,53	2,227	0,015	6	9
2.	Menengah	4,75	4,444	0,018	6	9
3.	Terjauh	6,068	5,767	0,013	6	9

Perhitungan PLB dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.1) sampai (2.3) pada dua sisi yaitu downstream dan upstream. Perhitungan downstream dilakukan dari OLT hingga ke ONT sedangkan

perhitungan upstream dilakukan dari ONT hingga ke OLT.

3.8. Perhitungan Rise Time Budget

Rise Time Budget yaitu sebuah cara untuk menentukan batasan dispersi pada saluran transmisi. Data-data yang diperlukan dalam perhitungan RTB adalah sebagai berikut:

Tabel 3.4 Data perhitungan RTB

Jenis data	Satuan	Nilai
Panjang gelombang uplink	Nm	1310
Panjang gelombang downlink	Nm	1490
Panjang serat optik (terjauh)	Km	4,824
Panjang serat optik (menengah)	Km	4,272
Panjang serat optik (terdekat)	Km	3,814
Pengkodean	-	NRZ
Lebar spectral	Nm	1
Bitrate downlink	Gbps	2,5
Bitrate uplink	Gbps	1,2
Rise time TX	Ns	150 x 10 ⁻³
Rise time RX	Ns	200 x 10 ⁻³
Rise time modus single mode	Ns	0
Disperse material uplink	ns/nm km	0,00356
Disperse material downlink	ns/nm km	0,01364

Perhitungan RTB dilakukan dengan persamaan (2.4) hingga (2.7).

HASIL DAN ANALISIS PERANCANGAN

4.1. Analisis Perancangan

Berikut hasil simulasi dan perhitungan PLB serta RTB:

Tabel 4.1 Hasil analisis perancangan

No	Jenis Analisis	Jarak Terjauh (6,068 km)		Jarak Menengah (4,75 km)		Jarak Terdekat (2,53 km)	
		Downstream m	Upstream m	Downstream m	Upstream m	Downstream m	Upstream m
1.	Simulasi Optisystem	-23,197 dBm	-4,546 dBm	-22,934 dBm	-4,282 dBm	-22,490 dBm	-3,838 dBm
2.	Perhitungan PLB	-18,283 dBm	-8,248 dBm	-18,559 dBm	-7,984 dBm	-18,116 dBm	-7,541 dBm
3.	Perhitungan RTB	0,363 ns	0,251 ns	0,254 ns	0,2516 ns	0,272 ns	0,2514 ns

Berdasarkan tabel 4.1 diperoleh hasil perhitungan simulasi dan perhitungan Power Link Budget (PLB) untuk jarak terjauh, menengah, dan terdekat dengan nilai tidak kurang dari -28 dBm. Nilai ini telah memenuhi ketentuan yang diizinkan oleh PT. Telkom.

Pada perhitungan Rise Time Budget (RTB) menghasilkan nilai yang telah memenuhi ketentuan yaitu dibawah nilai batas pengkodean untuk NRZ.

Sehingga perancangan jaringan FTTH ini dapat digunakan di Desa pedan klaten.

4.1.1 Analisis Performansi Sistem Menggunakan OptiSystem (BER)

Berikut nilai BER untuk *downstream* yang ditampilkan pada simulasi perancangan:

Tabel 4.2 Hasil Analisis BER

No.	Jarak	Nilai BER
1.	Terjauh (6,068 km)	2.4781 x 10 ⁻¹¹
2.	Menengah (4,75 km)	1.1939 x 10 ⁻¹¹
3.	Terdekat (2,53 km)	2.3359 x 10 ⁻¹⁵

Berdasarkan hasil simulasi BER untuk *upstream* diperoleh nilai sebesar ≈ 0. Maka dari itu nilai BER untuk arah *downstream* maupun *upstream* sangat baik karena masih diatas nilai maksimum yaitu 10⁻⁹.

4.2. Analisis Kebutuhan Bandwidth

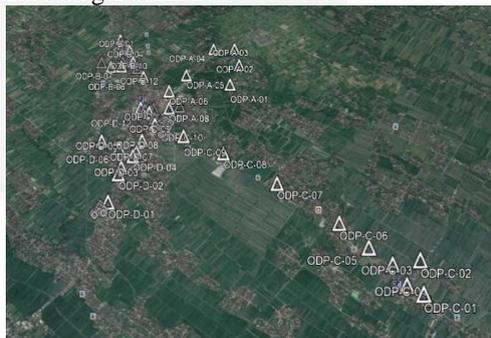
Berikut total *bandwidth* yang diperlukan dalam perancangan ini yaitu:

Tabel 4.3 Analisis kebutuhan *bandwidth*

No	Layanan	Bandwidth (Mbps)	Homepassed (unit)	Jumlah (Mbps)
1	Telepon (VoIP)	0.5 Mbps	384	192
2	Televisi (IPTV)	3.5 Mbps	384	1.344
3	Internet (Data)	1 Mbps	384	304
Total				1920

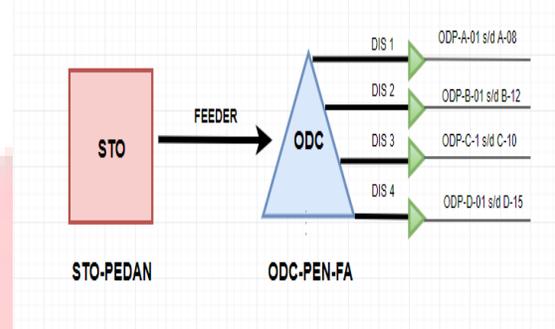
4.3. Implementasi perancangan

Implementasi perancangan ini adalah hasil dari perancangan FTTH menggunakan aplikasi Autocad. Hasilnya dapat dilihat dan dibuka menggunakan aplikasi google earth. Hasil dari perancangan FTTH ini yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.1 Penempatan ODP

Pada gambar 4.1 menunjukkan jalur perancangan penempatan ODP dan 4 jalur distribusi



Gambar 4.2 skema perancangan FTTH

Pada gambar 4.2 menunjukkan jalur perancangan dari STO menuju ODC samapai dengan jalur distribusi 1 samapi distribusi 4.

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan perhitungan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Power Link Budget* hasil perancangan 20.823 dB maks nilai PLB perancangan 26 dB dari hasil ini dapat dinilai perancangan jaringan di pedan klaten. sedangkan untuk realisasi 26.180 dari nilai maksimum 28 Db.
2. *Rise Time Budget* downlink 0,363 ns untuk jarak jauh dan uplink 0,251 ns.
3. Untuk nilai *BER* sendiri adalah 0,363 ns untuk downlink terjauh dan uplink 0.021 ns
4. Untuk *bandwidth* didapatkan nilai total 1920Mbps dari bandwidth telpon 192, IPTV 1344 ,internet 304 Mbps

1.2 Saran

Selama penyusunan proyek akhir ini tentu tidak semua yang terdapat pada buku ini sempurna, melainkan masih ada beberapa poin yang masih bisa dikembangkan bagi penelitian selanjutnya, yaitu dapat membuat lebih dari satu jalur skema perancangan FTTH agar dapat dibandingkan jalur skema perancangan FTTH yang satu dengan yang lainnya, sehingga skema jalur perancangan FTTH yang diterapkan di lapangan adalah jalur skema yang paling tepat dan efisien.

1. Di harapkan untuk Penelitian selanjutnya perancangan didaerah karesidenan atau regional solo terutama didaerah Klaten khususnya dapat lebih dibuka lagi untuk layanan FTTH karna masih banyak daerah klaten yang masih belum terjangkau jaringan FTTH khususnya Fiber Optic.

2. Untuk penelitian selanjutnya dikandatel sendiri masih memerlukan banyak survei lokasi tempat lagi yang akan di bagun jaringan fiber karna masih banyak tempat yang masih belum tersentuh jaringan fiber sendiri khususnya.

3. Pada survei dan pegerjaan masih banyak kendala dan kesulitan yang dihadapi dikarnakan masih banyak daerah klaten yang masih belum tersentuh jaringan fiber dan masih banyak juga jaringan pindahan dari tembaga (speedy) migrasi ke fiber optic

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Damayanti, Tri Nopiani., dkk. 2016. *Perbandingan Unjuk Kerja Transmisi Jaringan FTTH Menggunakan GEAPON dan GPON* [Jurnal]. Bandung: Telkom University.
- [2] Gita, Igntia., dkk. 2016. *Perancangan Jaringan Akses (FTTH) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Private Village, Cikoneng* [Jurnal]. Bandung: Telkom University.
- [3] ITU-T Recommendation G.652.. 2009. *Characteristics of a Single Mode Optical Fibre and Cable.*
- [4] ITU-T Recommendation G.657.. 2009. *Characteristic of a Bending loss Insensitive Single Mode Optical Fibre and Cable for The Access Network.*
- [5] Kumala, Dian Ratna. 2015. *Simulasi Perancangan Jaringan Fiber to The Home (FTTH) di Perumahan Legok Indah Menggunakan Simulasi Optisystem* [Jurnal]. Bandung: Telkom University.
- [6] Peni, Hapsari., dkk. 2013. *Penggunaan Google Earth untuk Menghitung Home Passed dalam Perencanaan Pelayanan Fiber to The Home* [Jurnal]. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- [7] Sutrisna, Lalu., dkk. 2010. *Perencanaan Jaringan Fiber to The Home pada Perumahan Permata Jingga West Area-Malang untuk Layanan Triple Play* [Jurnal]. Malang: Universitas Brawijaya.
- [8] Telkom Akses Indonesia. 2016. *Basic FTTH Network.*
- [9] Telkom Akses Indonesia. 2016. *Design Fiber to The x (FTTX).*
- [10] Telkom Indonesia. 2016. *Konfigurasi FTTH.*
- [11] Telkom Akses Indonesia. 2016. *Overview FTTx.*
- [12] Telkom Akses Indonesia. 2016. *Overview GPON.*