

PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME DENGAN TEKNOLOGI GIGA BIT PASSIVE OPTICAL NETWORK DI BATALYON KAVALERY 9 / COBRA

DESIGN OF FIBER TO THE HOME ACCESS NETWORK USING GIGA BIT PASSIVE OPTICAL NETWORK AT BATALYON KAVALERY 9 / COBRA

Juwita Sekar Harum,^[1] Hafidudin, S.T M.T.^[2], Ir. Akhmad Hambali, M.T^[3]

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹juwita.sekar@gmail.com, ²hafidudin@telkomuniversity.ac.id, ³hbl@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Tugas akhir membahas mengenai perancangan jaringan akses *Fiber To the Home* (FTTH) dengan menggunakan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON). Perancangan jaringan FTTH dipilih lokasi yaitu di Batalyon Kavaleri 9/ Cobra. Dalam perancangan ini digunakan dua skenario perancangan yaitu skenario 1 dan skenario 2, lalu dipilih hasil perancangan terbaik. Sebelum dilakukan perancangan akan dilakukan peramalan demand untuk lima tahun mendatang sehingga akan didapatkan kapasitas *bandwidth*. Setelah perancangan selesai, dilakukan perhitungan terhadap parameter-parameter kelayakan dan performansi sistem perancangan ini. Parameter-parameter tersebut adalah *Link Power Budget* dan *Rise Time Budget* untuk kelayakan sistem. Nilai parameter tersebut dihitung secara manual.

Hasil dari tugas akhir ini adalah kapasitas *bandwidth* yang akan disediakan yaitu 531,0539 Mbps. Dari hasil perhitungan *power link budget downlink* untuk skenario 1 yaitu 20,8415dB dengan nilai P_{RX} sebesar -21,8415 dBm dan untuk *uplink* nilai redaman terbesar bernilai 21,164375 dB dengan nilai P_{RX} sebesar -22, 164375 dBm. Sedangkan untuk perancangan skenario 2 didapatkan nilai *link power budget downlink* bernilai 19,7924144 dB dengan nilai P_{RX} sebesar -20,7924144 dBm dan untuk *uplink* nilai redaman terbesar bernilai 19,890518 dB dengan nilai P_{RX} sebesar -20,890518 dBm. Dari hasil kedua perhitungan tersebut masih berada di atas standar yang ditentukan oleh ITU-T dan PT. Telkom, yaitu sebesar -28 dBm. Untuk *rise time budget* pada skenario 1 untuk Pengkodean NRZ dari kecepatan data yaitu 0,2814 ns untuk *downlink* dan 0,5627 ns untuk *uplink* didapatkan tsystem 0,2509 ns. Sedangkan pada skenario 2 didapatkan nilai tsystem sebesar 0,4821 ns. Sehingga perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget* arah *downlink* dan *uplink* pada dua skenario perancangan tersebut masih memenuhi *rise time budget* dengan pengkodean NRZ.

Kata kunci : FTTH, GPON, *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, Batalyon Kavaleri 9 / Cobra

Abstract

The final task discusses the planning of access networks *Fiber To The Home* (FTTH) technology using *Gigabit Passive Optical Network* (GPON). FTTH network design chosen location is in the Batalyon Kavaleri 9 / Cobra. In this scheme used two scenarios, namely design scenario 1 and scenario 2, then selected the best design results. Before the design will be made forecasting demand for the next five years so that we will get *bandwidth* capacity. Once the design is complete, the calculation of the parameters of the feasibility and performance of this design system. These parameters are *Link Power Budget* and *Rise Time Budget* for the feasibility of the system. The parameter values calculated manually.

Results of this final task is the *bandwidth* capacity that will be provided is 531,0539 Mbps. From the results of *downlink power link budget* calculations for Scenario 1 is 20,8415 dB with P_{RX} value of -22, 164375 dBm and the *uplink* attenuation value most valuable 21,164375 dB with P_{RX} value of -22,164375 dBm. As for the second scenario design values obtained valuable link *downlink power budget* 19,7924144 dB with P_{RX} value of -20,7924144 dBm and the *uplink* attenuation value most valuable 19,890518 dB with P_{RX} value of -20,890518 dBm. From the results of both of these calculations is still above the standard specified by ITU-T and PT. Telkom, which amounted to -28 dBm. For the *rise time budget* NRZ Encoding of data speeds for the *downlink* is 0.2814 ns and 0.5627 ns for the *uplink* in scenario 1 tsystem values obtained at 0,2509 ns. While in scenario 2 tsystem values obtained at 0,4821 ns. So that the eligibility calculation system for *rise time budget* *downlink* and *uplink* direction on the design of the two scenarios still meet the *rise time budget* with NRZ coding.

Keywords: FTTH, GPON, *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*, Batalyon Kavaleri 9 / Cobra

1. Pendahuluan

Fiber optik merupakan salah satu media transmisi yang memiliki kapasitas *bandwidth* yang besar. Fiber optik memiliki kapasitas *bandwidth* mencapai 50 GHz, kapasitas ini lebih besar dibandingkan dengan kapasitas media transmisi lainnya, seperti kabel tembaga maupun radio. Pada jaringan akses tembaga dinilai memiliki keterbatasan dalam kapasitas *bandwidth* yang besar dengan kecepatan yang tinggi sehingga sulit untuk

memenuhi kebutuhan layanan yang tidak hanya berupa suara melainkan data dan video (*triple play services*). Seiring dengan meningkatnya permintaan layanan tersebut membuat semakin besar kapasitas *bandwidth* yang dibutuhkan.

Selain itu, layanan yang dibutuhkan tidak hanya berupa layanan *downstream* saja tetapi dibutuhkan layanan *upstream* yang besar. Untuk mengatasi persoalan tersebut dilakukan perbaikan kualitas jaringan untuk meningkatkan kecepatan transmisi, sehingga dilakukan modernisasi jaringan telepon lama menjadi *Fiber To The Home* (FTTH). Pihak perusahaan telekomunikasi merekomendasikan dan menggunakan Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) untuk jaringan FTTH. Teknologi ini menghasilkan kapasitas *bandwidth* yang lebih besar, akses yang lebih cepat, dan mendukung aplikasi *triple play services*.

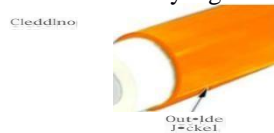
Dalam tugas akhir ini dibahas mengenai perancangan jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON di Batalyon Kavaleri 9/ Cobra dan dilakukan evaluasi serta analisa terhadap jaringan yang telah dirancang. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan permintaan pihak calon pelanggan untuk dilakukan modernisasi jaringan untuk meningkatkan kapasitas *bandwidth*. Lokasi tersebut berada di kawasan arteri niaga sehingga memiliki potensi pelanggan untuk masa yang akan datang sehingga dilakukan peramalan demand pelanggan serta *bandwidth* untuk lima tahun mendatang.

2. Dasar Teori

2.1 Fiber Optik

Struktur serat optik biasanya terdiri atas tiga bagian, yaitu :

1. Bagian yang paling utama dinamakan inti (core)
Gelombang cahaya yang dikirim akan merambat dan mempunyai indeks bias lebih besar dari lapisan kedua, dan terbuat dari kaca. Inti (core) mempunyai diameter yang bervariasi antara 5 – 200 μm tergantung jenis serat optiknya^[10].
2. Bagian kedua dinamakan lapisan selimut / selubung (cladding)
Bagian ini mengelilingi bagian inti dan mempunyai indeks bias lebih kecil dibanding dengan bagian inti, dan terbuat dari kaca.
3. Bagian ketiga dinamakan jacket (coating)
Bagian ini merupakan pelindung lapisan inti dan selimut yang terbuat dari bahan plastik elastik.



Gambar 1 Struktur *fiber optic*, diadaptasi dari^[10]

2.2 Fiber To The Home (FTTH)

Suatu jaringan yang menggunakan kabel serat optik dari sisi sentral sampai dengan sisi pelanggan. Konsep jaringan ini merupakan pengaruh dari perkembangan serat optik untuk menggantikan kabel konvensional seperti kabel tembaga. Dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah *Triple Play Services* yaitu layanan akses internet yang cepat, suara (jaringan telepon, PSTN) dan video (TV Kabel) dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan^[10].

2.3 Prinsip Dasar GPON

Prinsip kerja dari GPON adalah ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama splitter yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai Optical Network Terminal (ONT). Untuk ONT sendiri akan memberikan data – data dan sinyal yang diinginkan oleh user. Pada prinsipnya, *Passive Optical Network* adalah sistem *point-to-multipoint*^[10].

2.4 Komponen GPON

a. Optical Line Terminal (OLT)^[11]

OLT merupakan perangkat yang berfungsi sebagai penyedia layanan *endpoint* jaringan optik pasif. OLT diletakkan pada *Central Office* atau pada saat di lapangan OLT implementasinya berada di STO.

b. Optical Distribution Frame (ODF)

Fungsi utamanya yaitu digunakan sebagai *interface* antara jaringan transmisi optik, peralatan transmisi optik, dan antara kabel optik dalam jaringan akses fiber optik pelanggan.

c. Optical Distribution Cabinet (ODC)

ODC berfungsi sebagai tempat instalasi sambungan jaringan optik *single-mode* yang dapat terdiri dari connector, splicing maupun splitter, dan dilengkapi ruang pengaturan fiber dengan kapasitas tertentu pada jaringan optik pasif (PON) untuk hubungan telekomunikasi.

d. Passive Splitter

Passive splitter merupakan komponen pasif yang dapat memisahkan daya optik dari satu input fiber menjadi beberapa output fiber. *Splitter* pada PON dikatakan pasif karena tidak memerlukan sumber energi eksternal dan optimasi tidak dilakukan terhadap dayang yang digunakan pada pelanggan yang jaraknya berbeda dari node *splitter* sehingga sifatnya idle dan membagi daya optik secara rata^[9].

e. Optical Distribution Cabinet (ODP)

ODP digunakan untuk menghubungkan jaringan distribusi ke pelanggan dan mengatur serat optik serta kabel optik.

f. *Optical Network Terminal (ONT)*

Perangkat ini digunakan sebagai demodulator dimana akan terjadi proses perubahan dari sinyal cahaya ke listrik dan sebaliknya.

2.5 Peramalan Demand

Peramalan demand jumlah pelanggan merupakan metode yang digunakan untuk memprediksi jumlah pelanggan dalam suatu daerah dalam jangka waktu beberapa tahun. Adapun peramalan demand dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$U_n = U_0 \times (1 + F_p)^n \tag{2.1}$$

$$F_p = \left[\left(\frac{U_n}{U_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \times 100\% \tag{2.2}$$

Selain dengan menggunakan persamaan di atas, perhitungan demand dapat diramalkan berdasarkan jumlah pelanggan per paket. Dari hasil peramalan tersebut dikalikan dengan jumlah paket sehingga di dapatkan kapasitas bandwidth pada tahun tertentu. Banyak bentuk trend suatu data. Sebagai contoh dalam model peramalan, salah satunya adalah model Kurva-S. Trend kurva S memiliki model sebagai berikut:

$$Y_t = e (\beta_0 + (\beta_1/T)) \text{ atau } \ln(Y) = \beta_0 + (\beta_1/T)$$

2.5 Link Power Budget

Link power budget merupakan total redaman pada daya optik yang diijinkan antara sumber cahaya dan fotodetektor, yang didapatkan dari redaman kabel, redaman konektor, redaman penyambungan, dan margin sistem^[6].

$$a_{total} = L \cdot a_{kabel} + n_{connector} \cdot a_{connector} + n_{splice} \cdot a_{splice} + a_{splitter} \tag{2.3}$$

$$P_{rx} = P_{tx} - a_{total} - SM \tag{2.4}$$

$$M = (P_t - P_r) - a_{total} - SM \tag{2.5}$$

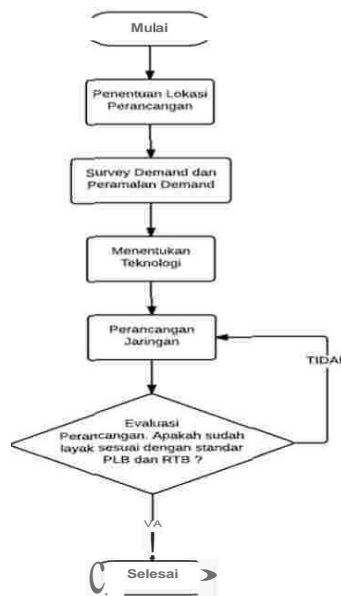
2.6 Rise Time Budget

Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisa apakah unjuk kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan^[11]. Umumnya degradasi 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)^[11].

$$t_{system} = (t_{tx}^2 + t_{material}^2 + t_{intermodal}^2 + t_{rx}^2)^{1/2} \tag{2.6}$$

3. Perancangan Jaringan Fiber To The Home

3.1 Diagram Alir



Gambar 2 Diagram alir perancangan jaringan

3.2 Lokasi Perancangan

Lokasi perancangan untuk tugas akhir ini adalah Batalyon Kavaleri 9 / Cobra yang berada di Jalan Serpong Raya KM 10, Kecamatan Serpong Utara Tangerang Selatan. Lokasi perancangan ini berada di 6°15'13.76"S dan 106°39'2.29"T. Batalyon Kavaleri 9/ Cobra merupakan kawasan yang terdiri dari perumahan dinas Angkatan Darat, sekolah dasar, taman kanak-kanak, TPA, kantor staff militer, dan perpustakaan. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan permintaan pihak calon pelanggan untuk dilakukan modernisasi jaringan untuk meningkatkan kapasitas *bandwidth*.

3.3 Pengumpulan Data Perancangan

Dalam pengumpulan data perancangan ini dilakukan perhitungan jumlah bangunan yang ada, berikut hasil perhitungan bangunan pada lokasi perancangan:

- Rumah Dinas = 420 unit
- Kantor = 2 unit
- Perpustakaan = 1 unit
- Sekolah Dasar = 1 unit
- Taman Kanak-kanak = 1 unit
- Koperasi = 1 unit
- TPA = 1 unit

Tabel 1 Daftar Pelanggan internet di Batalyon Kavaleri 9 / Cobra.

Tahun	Jenis Layanan Internet			
	384 Kbps	512 Kbps	1 Mbps	2Mbps
2009	11	30	32	45
2010	12	33	36	55
2011	12	39	43	64
2012	13	43	47	67
2013	15	48	58	82
2014	17	52	65	87

3.4 Peramalan Demand

$$F_p = [10^{(\frac{\log 221 - \log 70}{5})} - 1] \times 100\% = [10^{(\frac{\log 221 - \log 118}{5})} - 1] \times 100\% = 0,1337$$

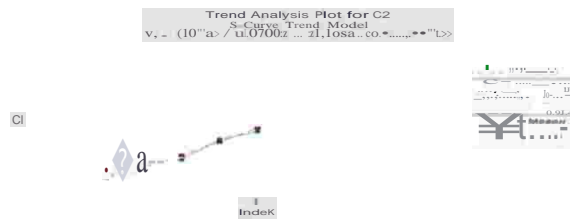
$$\text{Jumlah pelanggan} = 221 \times (1 + 0,1337)^5 = 413,9068 \text{ pelanggan.}$$

Untuk peramalan demand metode kedua, peramalan dilakukan berdasarkan jumlah perpaket. Dari peramalan jumlah perpaket dikali dengan paket yang digunakan, akan didapatkan peramalan bandwidth untuk lima tahun mendatang. Peramalan jumlah pelanggan per paket didapatkan dari pengolahan data tentang paket yang dipilih oleh pelanggan dengan menggunakan software MINITAB versi 17. Peramalan demand ini menggunakan metode kurva-S.

a. Peramalan paket 2 Mbps

Tabel 2 Pertumbuhan Pelanggan Paket 2 Mbps

Tahun	2015	2016	2017	2018	2019
Jumlah Pelanggan	100,499	111,584	122,895	134,25	145,466

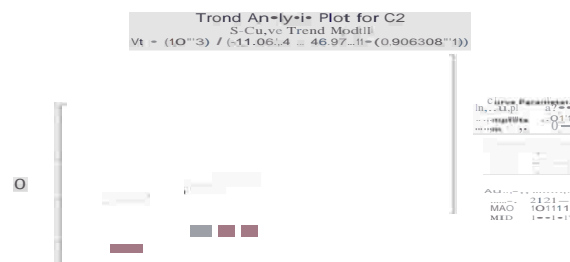


Gambar 3 Grafik Pertumbuhan Pelanggan Paket 2 Mbps

b. Peramalan paket 1 Mbps

Tabel 3 Pertumbuhan Pelanggan 1 Mbps

Tahun	2015	2016	2017	2018	2019
Jumlah Pelanggan	79,819	96,92	120,274	153,878	206,057



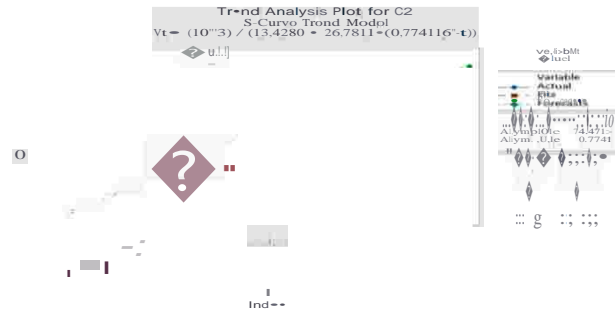
Gambar 4 Grafik pertumbuhan pelanggan paket 1 Mbps.

c. Peramalan paket 512 Kbps

Tabel 4 Pertumbuhan Pelanggan 512 Kbps

Tahun	2015	2016	2017	2018	2019
Jumlah Pelanggan	100,499	111,584	122,895	134,25	145,466

Jumlah Pelanggan	55,899	59,2359	62,1059	64,526	66,533
-------------------------	--------	---------	---------	--------	--------



Gambar 5 Grafik pertumbuhan pelanggan paket 512 Kbps.

d. Peramalan paket 384 Kbps

Tabel 5 Pertumbuhan Pelanggan 512 Kbps

Tahun	2015	2016	2017	2018	2019
Jumlah Pelanggan	28,001	298,01	-20,982	-7,807	-3,923



Gambar 6 Grafik pertumbuhan pelanggan paket 384 Mbps.

Tabel 6 Kebutuhan Bandwidth untuk lima tahun mendatang.

Paket	Layanan	Pelanggan	Total
384	0,384	0	0
512	0,512	66,5330	34,0649
1	1	206,057	206,057
2	2	145,466	290,932
Total			531.0539

Dari keseluruhan kebutuhan bandwidth, jika dijumlahkan kebutuhan bandwidth yang dibutuhkan sebesar 531.0539 Mbps.

3.5 Perancangan Jaringan

OLT yang terletak di *central office*, perangkat tersebut berfungsi untuk mengirimkan sinyal atau data menuju pelanggan. Sinyal atau data tersebut dikirimkan menggunakan media fiber optik menuju ODC, fiber optik dari OLT menuju ODC disebut kabel feeder.

Di dalam ODC terdapat passive splitter yang membagi core fiber optik menjadi beberapa core, tergantung jenis passive splitter yang digunakan. Pada perancangan ini digunakan passive splitter 1:4. ODC memiliki fungsi sebagai tempat passive splitter, dan sebagai titik terminasi ujung kabel feeder dengan pangkal kabel distribusi.

Kabel fiber optik dari ODC menuju ODP disebut dengan kabel distribusi. Di dalam ONT terdapat passive splitter yang memiliki fungsi yang sama dengan passive splitter di ODC. Sedangkan dari ODP menuju ONT menggunakan kabel fiber optik yang disebut kabel drop. Kabel drop berfungsi meneruskan sinyal optik dari ODP menuju ONT, dapat langsung menuju roset atau melewati OTP terlebih dahulu.

Teknologi GPON ini dipilih karena dapat melayani kebutuhan *bandwidth* yang besar dan melayani *triple play services*. Dalam perancangan ini dibuat dua skenario perancangan yang terdiri dari skenario 1 dan skenario 2. Untuk skenario 1, perancangan jaringan FTTH menggunakan kabel feeder yang ditarik dari OLT yang berada STO Pakulonon menuju lokasi perancangan. Untuk skenario 2, OLT diletakkan di lokasi perancangan. Pembuatan skenario perancangan ini bertujuan untuk mencari hasil perancangan yang terbaik untuk daerah tersebut.

3.5.1 Skenario 1 Feeder Network

Pada skenario 1 perancangan jaringan FTTH ini terbagi menjadi dua yaitu perancangan kabel *feeder* dan kabel distribusi, kabel *feeder* diambil dari *central office* yang berada di STO Pakulonon. yaitu kabel duct fiber optik G 652 D yang berisi 264 core yang melewati *handhole* (HH-PKL-ODC/01). Jarak dari STO Pakulonon sampai dengan Batalyon Kavaleri 9 / Cobra yaitu 2,96341 km. Untuk jarak jalur eksisting dari STO Pakulonon sampai dengan lokasi *handhole* yang berada di koordinat 6°15'17.98"S dan 106°39'3.80"T yaitu 3,071 km.

Untuk perancangan di Yonkav Cobra dipetik kabel sebanyak 24 core dari *handhole* yang akan masuk ke dalam ODC yang diletakkan di provost yang berada di dalam kawasan tersebut dengan koordinat $6^{\circ}15'12.34''S$ dan $106^{\circ}39'1.90''T$. Jarak dari *handhole* menuju ODC yaitu 0,201 km.

3.5.2 Skenario 1 *Distribution Network*

Perancangan jaringan kabel distribusi ini dilakukan berdasarkan tata letak dari kawasan Yonkav Cobra. Untuk perancangan *distribution network* skenario 1 ini, dilakukan penentuan boundary dari wilayah perancangan.

3.5.3 Skenario 2 *Feeder Network*

Perancangan jaringan pada skenario 2 ini bertujuan untuk membandingkan hasil perancangan dari skenario 1 sehingga didapatkan hasil perancangan yang optimal. OLT diletakkan di lokasi perancangan yaitu di Yonkav Cobra, tepatnya berada di Kantor Mayon yang berada di koordinat $6^{\circ}15'13.97''S$ dan $106^{\circ}39'1.38''T$. Penempatan OLT tersebut dipilih dikarenakan tempat tersebut mendapatkan catuan arus listrik setiap saat. Pada skenario 2, kabel fiber optik G 652 D berkapasitas 24 core ditarik dari OLT menuju ODC dengan kapasitas 144 core.

3.5.4 Skenario 2 *Distribution Network*

Dalam perancangan jaringan kabel distribusi FTTH pada skenario 2 ini hampir sama seperti skenario 1. Pada perancangan kabel distribusi skenario 2 ini ODC diletakkan pada koordinat $6^{\circ}15'12.61''S$ dan $106^{\circ}39'1.10''T$. Pada skenario 2 ini, penentuan jalur kabel distribusi perancangan jaringan FTTH ini ditentukan berdasarkan jumlah rumah serta ODP yang akan digunakan.

3.6 Spesifikasi Perangkat

a. OLT

Pemilihan OLT harus disesuaikan dengan jarak dan banyaknya redaman yang dapat terjadi di sepanjang link. *Power transmit* (Ptx) harus mencukupi agar dapat memenuhi parameter *power link budget*. Selain itu pemilihan OLT juga harus mempertimbangkan nilai lebar spektral, *rise time* dan *fall time* yang diharapkan bernilai relatif kecil agar tidak melewati batas dispersi atau nilai *rise time budget*. OLT yang digunakan untuk perancangan ini yaitu ZX10 C220.

b. Serat Optik

Serat optik yang digunakan adalah serat optik jenis Single Mode dengan spesifikasi serat rekomendasi ITU-T G.652D. Dari OLT sampai ke ODC *genset*, kemudian dari ODC sampai dengan ODP akan menggunakan serat G.652D. Untuk kabel distribusi dari ODP menuju ONT digunakan kabel fiber optik serat G 657, kabel ini memiliki redaman yang kecil serta radius bending yang kecil sehingga cocok digunakan pada tempat yang berliku-liku.

c. Konektor

Jenis konektor yang digunakan adalah *Subscriber Connector* (SC). Konektor terdapat pada OLT, tepatnya penghubung antara frame input dan output pada FDM. Selain di OLT, konektor juga terdapat pada ODC dibagian input, ODP dibagian input, dan ONT di bagian input.

d. Passive Splitter

Pada perancangan ini menggunakan dua buah jenis passive splitter yaitu 1:4 dan 1:8. Passive splitter 1:4 diletakkan di ODC dan passive splitter 1:8 diletakkan di ODP.

e. ODP

ODP yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan jenis ODP tiang. ODP ini diletakkan pada bagian badan tiang. ODP jenis ini dipilih karena melihat kondisi eksisting jaringan yang sebelumnya dan kabel yang akan digunakan menggunakan jenis kabel udara fiber optic G 652 D SCPT.

f. ONT

ONT yang digunakan pada perancangan ini adalah ONT yang sudah support untuk lingkungan FTTH. ONT ZX10 F660 digunakan pada perancangan ini karena perangkat ini dapat memberikan keluaran *wifi*. Sehingga *access point* biasa dapat digantikan dengan perangkat ini, untuk dapat diberikan layanan *wifi* pada daerah-daerah tertentu. Selain itu perangkat ini memiliki 2 port untuk telepon (POTS), 4 port untuk internet (MDI), dan 2 port untuk USB. Berdasarkan bagian-bagian yang terdapat pada perangkat ini, ONT ZX10 F660 telah *support* untuk layanan *triple play*.

3.7 Penentuan Lokasi Perangkat

a. Lokasi OLT

Lokasi OLT untuk skenario 1, diletakkan di *central office* yaitu STO Pakulonan. Peletakkan OLT di dalam STO ini bertujuan untuk memudahkan *maintenance*. OLT yang digunakan dalam perancangan ini merupakan OLT eksisting, hal ini bertujuan untuk efisiensi biaya perancangan dan kapasitas dari OLT tersebut cukup untuk melayani kapasitas core yang dibutuhkan dalam perancangan ini.

Untuk skenario 2, OLT diletakkan di lokasi perancangan yaitu di dalam kawasan Yonkav Cobra, tepatnya berada di Kantor Mayon yang berada di koordinat $6^{\circ}15'13.97''S$ dan $106^{\circ}39'1.38''T$. Penempatan OLT tersebut dipilih dikarenakan tempat tersebut mendapatkan catuan arus listrik setiap saat.

b. Lokasi ODC

Pada perancangan skenario 1, terdapat satu ODC dengan kapasitas 144 core. ODC diletakkan di provost yang berada di dalam kawasan Yonkav Cobra. Untuk perancangan skenario 2, ODC diletakkan sejauh 57 meter dari letak OLT yang berada di kantor mayon. Peletakkan di ODC ini dibuat berbeda dengan skenario 1 dengan tujuan agar tidak terjadi bending pada kabel feeder tersebut.

c. Lokasi ODP

Passive splitter terletak di dalam ODP yang akan membagi kabel menjadi beberapa cabang. Letak ODP berada di tiang telepon yang dapat melayani 8 – 16 ONT tergantung dari kapasitas yang disediakan oleh ODP dan jumlah rumah yang dilalui.



Gambar 7 Lokasi ODP Skenario 1



Gambar 8 Lokasi ODP Skenario 2

d. Lokasi ONT

ONT diletakkan di tempat yang dekat dengan catuan listrik.

3.8 Bill of Quantity

Pada akhir perancangan setelah ditentukan jumlah perangkat yang dibutuhkan dapat dibuat daftar kebutuhan perangkat berdasarkan dari hasil perancangan dan lokasi perangkat pada perancangan. Dari daftar kebutuhan perangkat dapat dicantumkan harga dari setiap perangkat sehingga menjadi *bill of quantity*. Untuk perancangan skenario 1 dan skenario 2 memiliki jumlah kebutuhan perangkat yang berbeda sehingga harga dari perancangannya pun berbeda.

4. Analisis Perancangan Jaringan FTTH

4.1 Power Link Budget Skenario 1

Downlink

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{total}} &= L \cdot \alpha_{\text{kabel}} + n_{\text{konektor}} \cdot \alpha_{\text{konektor}} + n_{\text{splice}} \cdot \alpha_{\text{splice}} + \alpha_{\text{PS 1:4}} + \alpha_{\text{PS 1:8}} \\ &= (3,236 \times 0,28) + (1,32507 \times 0,28) + (0,01543 \times 0,28) + (4 \times 0,2) + (3 \times 0,15) + 7,8 + 10,5 \\ &= 20,83145 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{\text{RX}} &= P_{\text{TX}} - \alpha_{\text{total}} - \text{SM} \\ &= 5 - 20,8415 - 6 \\ &= -21,83145 \text{ dBm}.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{PM} &= (P_{\text{TX}} - P_{\text{RX}} (\text{sensitivitas})) - \alpha_{\text{total}} - \text{SM} \\ &= (5 - (-29)) - 20,843142 - 6 \\ &= 7,1685 \text{ dB}\end{aligned}$$

Uplink

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{total}} &= L \cdot \alpha_{\text{kabel}} + n_{\text{konektor}} \cdot \alpha_{\text{konektor}} + n_{\text{splice}} \cdot \alpha_{\text{splice}} + \alpha_{\text{PS 1:4}} + \alpha_{\text{PS 1:8}} \\ &= (3,236 \times 0,35) + (1,32507 \times 0,35) + (0,01543 \times 0,35) + (4 \times 0,2) + (3 \times 0,15) + 7,8 + 10,5 \\ &= 21,164375 \text{ dB}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{\text{RX}} &= P_{\text{TX}} - \alpha_{\text{total}} - \text{SM} \\ &= 5 - 21,15178 - 6 \\ &= -22,164375 \text{ dBm}.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{PM} &= (P_{\text{TX}} - P_{\text{RX}} (\text{Sensitivitas})) - \alpha_{\text{total}} - \text{SM} \\ &= (5 - (-29)) - 21,15178 - 6 \\ &= 6,835625 \text{ dB}\end{aligned}$$

4.2 Power Link Budget Skenario 2

Untuk skenario 2, didapatkan redaman *power link budget downlink* sebesar 19,7924144 dB dan P_{RX} sebesar -20,7924144 dBm. Sedangkan redaman *power link budget uplink* sebesar 19,890518 dB dan P_{RX} sebesar 20,890518 dBm.

4.3 Rise Time Budget

Perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget* pada skenario 1 untuk Pengkodean NRZ memiliki batas 70% dari kecepatan data yaitu 0,2814 ns untuk *downlink* dan 0,5427 ns untuk *uplink*. Pengkodean RZ memiliki batas 35% dari kecepatan data yaitu 0,1407 untuk *downlink* dan 0,2814 untuk *uplink*. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai *t*system sebesar 0,2509 ns untuk *uplink* dan *downlink*. Sedangkan pada skenario 2 didapatkan nilai *t*system sebesar 0,4821 ns. Sehingga perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget* arah *downlink* dan *uplink* pada dua skenario perancangan tersebut masih memenuhi *rise time budget* dengan pengkodean NRZ.

5. Kesimpulan

1. Berdasarkan dari hasil peramalan demand dan jumlah pelanggan dari lokasi perancangan, kebutuhan bandwidth untuk lima tahun mendatang adalah 531,0539 Mbps.
2. Berdasarkan perhitungan kelayakan perancangan jaringan FTTH di Batalyon Kavaleri 9/Cobra untuk perancangan skenario 1 didapatkan nilai *link power budget* dengan redaman terbesar untuk *downlink* bernilai 20,83145 dB dengan nilai P_{RX} sebesar -21,83145 dBm dan untuk *uplink* nilai redaman terbesar bernilai 21,164375 dB dengan nilai P_{RX} sebesar -22,164375 dBm. Sedangkan untuk perancangan skenario 2 didapatkan nilai *link power budget* dengan redaman terbesar untuk *downlink* bernilai 19,7924144 dB dengan nilai P_{RX} sebesar -20,7924144 dBm. Sedangkan untuk *uplink* nilai redaman terbesar bernilai 19,890518 dB dengan nilai P_{RX} sebesar -20,890518 dBm. Dari hasil kedua perhitungan tersebut masih berada di atas standar yang ditentukan oleh ITU-T dan PT. Telkom, yaitu sebesar -28 dBm.
3. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget* pada skenario 1 untuk Pengkodean NRZ memiliki batas 70% dari kecepatan data yaitu 0,2814 ns untuk *downlink* dan 0,5427 ns untuk *uplink*. Pengkodean RZ memiliki batas 35% dari kecepatan data yaitu 0,1407 untuk *downlink* dan 0,2814 untuk *uplink*. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai *t*system sebesar 0,2509 ns untuk *uplink* dan *downlink*. Sedangkan pada skenario 2 didapatkan nilai *t*system sebesar 0,4821 ns. Sehingga perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget* arah *downlink* dan *uplink* pada dua skenario perancangan tersebut masih memenuhi *rise time budget* dengan pengkodean NRZ.
4. Berdasarkan jumlah pelanggan beberapa tahun mendatang, perhitungan kelayakan sistem *power link budget* dan *rise time budget*, dan perhitungan BoQ sehingga dipilih perancangan skenario 1 untuk perancangan jaringan akses FTTH di Batalyon Kavaleri 9 / Cobra.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Divisi Access. "Transfer Knowledge FTTH/FTTB, Penyusunan Design, BoQ & Justifikasi Segmen Tip". PT Telkom Indonesia, 2009.
- [2] "Fiber Optic Connectors". <http://www.huihongfiber.com/fiber-optic-connector.html> (diakses pada 26 mei 2015)
- [3] ITU-T Recommendation G.652. "Characteristics of a single mode optical fibre and cable", 2009.
- [4] ITU-T Recommendation G.657. "Characteristics of a bending loss insensitive single mode optical fibre and cable for the access network", 2009.
- [5] ITU-T Recommendation G.984.1. "Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General Characteristics", 2003.
- [6] ITU-T Recommendation L.79. "Optical fibre cable elements for microduct blowing-installation application", 2008.
- [7] Kunigonis, M., "FTTH Explained: Delivering efficient customer bandwidth and enhanced services", Corning Cable Systems, Corning NY. 2005.
- [8] Laboratorium Sistem Komunikasi Optik. "Modul Drafter Training", Telkom University, Bandung 2013.
- [9] Larasati, Solichah. "Analisis Kualitas Jaringan Tembaga Terhadap Penerapan Teknologi Annex M Pada Perangkat MSAN Studi Kasus Di PT.Telkom Purwokerto". Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom, Purwokerto. 2014.
- [10] Margareth, Grace. "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Giga Bit Passive Optical Network (GPON) Citylight Residence". Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2014.
- [11] Maulana,Angga Julian. "Perencanaan Desain Jaringan Metro FTTH di Universitas Indonesia". Skripsi Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, 2012.
- [12] Ramadhan M S, Muhamad. "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Giga Bit Passive Optical Network (GPON) di Perumahan Setraduta Bandung". Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2013.
- [13] ZTE Corporation. "ZXA10 C220 GPON Optical Access Convergence Equipment – Product Description", 2010.
- [14] ZTE Corporation. "ZXA10 F660 GPON Optical Access Convergence Equipment – Product Description", 2010