

PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) (STUDI KASUS DI PERUMAHAN GUNUNG BATU BANDUNG)

**“DESIGN OF FIBER TO THE HOME (FTTH) NETWORK WITH GIGABIT PASSIVE OPTICAL
NETWORK (GPON) TECHNOLOGY
(In Gunung Batu Bandung)”**

Ayu Suci Lestari^[1]

Sugito, Ir., SSi., MT.^[2] Yunasfi, Ir.^[3]

^{1,2,3}Fakultas Elektro dan Komunikasi – Institut Teknologi Telkom
Jln. Telekomunikasi Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia
²sio@ittelkom.ac.id ³Yunasfi@gmail.com

¹lestariusman@gmail.com

²sio@ittelkom.ac.id ³Yunasfi@gmail.com

²sio@ittelkom.ac.id ³Yuna

³Yunasfi@gmail.com

ABSTRAK

Perumahan Gunung Batu Bandung merupakan konsep rumah di tengah kota yang serba lengkap dan modern yang merupakan pilot project implementasi triple play service di Indonesia. Implementasi triple play di Indonesia memberi kesempatan pada operator dalam menyediakan layanan dalam satu bundle ke pelanggan, menjadi acuan pada konsep hunian di tengah kota. Dengan mengingat kebutuhan akses layanan untuk para pengguna dari kalangan profesional dan bisnis yang membutuhkan layanan suara, data dan video, maka disepakatilah penggunaan FTTH (Fiber To The Home) menggunakan teknologi GPON oleh Telkom. Penggunaan teknologi FTTH menjadi jawaban dari triple play dengan layanan high speed data, voice, dan video. GPON menjadi jawaban yang sesuai untuk diaplikasikan pada komplek perumahan Gunung Batu yaitu, menggunakan media transport ke pelanggan, dengan full service support, kehandalan dalam bitrate dan jarak jangkauan.

Dalam tugas akhir ini dilakukan analisis dan perancangan jaringan FTTH dengan teknologi GPON di STO Geger Kalong Bandung dengan memperhatikan parameter-parameter antara lain Rise Time Budget dan Power Link Budget serta peramalan kebutuhan demand selama 10 tahun yang akan datang.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa perancangan untuk daerah Perumahan Gunung Batu menggunakan 3 buah ODC dan 186 buah ODP dengan jumlah pelanggan 1408 ONT. Hasil uji Link Power Budget yaitu total redaman yang dihasilkan pada uplink sebesar 25.59337dB, dan total redaman pada downlink sebesar 24.78654 dB, kedua redaman ini masih berada di bawah standar GPON sesuai ITU-T G.984 sebesar 28 dB maupun standar yang dikeluarkan pihak Telkom sebesar 26 dB. Hasil uji Rise Time Budget yaitu untuk arah downlink pada pelanggan terjauh menghasilkan total waktu sebesar = 0.2620 ns. Waktu tersebut masih berada dibawah nilai waktu sistem sebesar 0,2917 ns. Untuk arah uplink pada pelanggan terjauh menghasilkan waktu total sebesar = 0.2508 ns. Waktu tersebut masih berada dibawah nilai waktu sistem sebesar 0.5833 ns. Peramalan kebutuhan bandwidth untuk paket 384Kbps menggunakan model kuadratik dengan kebutuhan bandwidth sebesar 117888 Kbps Paket 512Kbps menggunakan model linear dengan kebutuhan bandwidth 113280 kbps. Paket 1Mbps menggunakan model linear dengan kebutuhan bandwidth 186624 Mbps. Paket 2Mbps menggunakan model linear dengan kebutuhan bandwidth 9216 Mbps. Jadi total kebutuhan bandwidth di Perumahan Gunung Batu pada tahun 2021 adalah 427008 Mbps.

Kata Kunci : Gunung Batu, FTTH, GPON, Power Link Budget, Rise Time Budget, demand

ABSTRACT

ABSTRACT
Gunung Batu Residence Bandung is the concept of a home office in the city center, modern self-contained and is a pilot project implementation of triple play service in Indonesia. Implementation triple play in Indonesia provide opportunities for operators to provide services in one bundle to the customer, a reference to the concept of residence in the city. By considering the needs of the users access to services from professionals and businesses that need voice, data and video, it was agreed is the use of FTTH (Fiber To The Home) using GPON technology by Telkom. The use of technology to answer FTTH triple play services with high speed data, voice, and video. GPON be the appropriate answer to the housing complex was applied to the Rock that is, using the media transport to customers, with full service support, and reliability in bitrate range.

In this final analysis and design with technology GPON FTTH network in Bandung Kalong Geger STO with respect to parameters such as Rise Time Budget and Power Link Budget and forecasting demand needs for 10 years to come.

The results showed that the design of the design for Stone Mountain Housing area using 3 pieces of fruit and 186 ODP ODC with 1408 subscribers ONT. Link Power Budget test results are produced at the total damping of 25.59337dB uplink and downlink total attenuation in dB at 24.78654, both damping is still under the appropriate standard GPON ITU-T G.984 standard is 28 dB and issued the Telkom by 26 dB. Rise Time Budget test results for the downlink direction is the furthest customer a total time of = 0.2620 ns. When it is below the value of the system time of 0.2917 ns. For the uplink direction the farthest customers generate a total of = 0.2508 ns. When it is below the value of the system time of 0.5833 ns. Forecasting the need for a package of 384Kbps bandwidth using quadratic models to the needs of 117 888 Kbps bandwidth 512Kbps package using linear models with 113 280 kbps bandwidth requirements. 1Mbps package using linear models with 186 624 Mbps bandwidth requirements. Package 2Mbps using linear models with 9216 Mbps bandwidth requirements. So the total bandwidth requirement in Stone Mountain Housing in 2021 was 427 008 Mbps.

Keywords: Stone Mountain, FTTH, GPON, Power Link Budget, Rise Time Budget, demand

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kontribusi yang muncul dari dasar pemikiran terhadap pesatnya pertumbuhan teknologi yaitu trend teknologi menghadirkan kebutuhan akan *bandwidth*, perubahan dari industri manufaktur menjadi industri berbasis informasi. Kondisi ini mengharuskan para pengguna untuk mendapatkan koneksi dengan kecepatan tinggi demi mendukung penggunaan aplikasi data, gambar dan video, serta kebutuhan dasar berupa telepon. Kecenderungan penggunaan internet di rumah terus meningkat melihat para pengguna profesionalisme membutuhkan akses layanan yang cepat serta *bandwidth* yang besar.

Kendala – kendala yang terutama terjadi di dunia telekomunikasi khususnya komunikasi internet, yaitu kebutuhan akan *bandwidth*. Kebutuhan akan *high speed data, voice, dan video* yang harus didukung oleh kecepatan transmisi meluncurkan teknologi yang menjadi jawaban dari kendala-kendala tersebut, yaitu dengan menggunakan teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Networks*).

Teknologi GPON menjadi salah satu respon dari sistem transmisi dalam akses layanan *triple play* (suara, data, dan video) yang dibutuhkan. Keseluruhan teknologi GPON menggunakan fiber optik, dimana kebutuhan akan layanan baru di sisi pelanggan yaitu *triple play* dapat direalisasikan. Dengan penggunaan FTTH kecepatan layanan akses yang dibutuhkan jauh lebih meningkat jika dibandingkan dengan kabel tembaga.

Dengan melihat kebutuhan akan layanan internet yang semakin pesat maka akan dilakukan perancangan jaringan optik FTTH (*Fiber To The Home*) dalam arsitektur teknologi GPON, melihat kebutuhan dan permintaan dari pihak pelanggan yang terus meningkat. Dimulai dengan daerah perancangan, pengumpulan data-data, termasuk perangkat yang sudah tersedia, untuk kemudian memperoleh analisis dalam perancangan jaringan FTTH dengan teknologi GPON.

Dalam tugas akhir ini perancangan yang akan dilakukan yaitu di daerah perumahan Gunung Batu Bandung, yaitu merupakan salah satu lokasi yang membutuhkan akses layanan yang tinggi dan lengkap.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Merancang jaringan optik FTTH dengan menggunakan teknologi GPON di Perumahan Gunung Batu Bandung.
2. Menentukan spesifikasi, letak dan jumlah perangkat yang digunakan dalam perancangan
3. Menentukan parameter-parameter yang digunakan dalam proses perancangan

1.3 Rumusan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini akan dibahas tentang:

1. Perancangan jaringan mulai dari sentral sampai ke pelanggan
2. Penentuan pemakaian dan penempatan perangkat yang digunakan
3. Peramalan demand dan penentuan parameter Power Link Budget dan Rise Time Budget dalam membangun jaringan optik FTTH

1.4 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini masalah yang akan dibahas dibatasi oleh beberapa kajian agar tugas akhir ini tidak terlalu luas atau tidak terlalu dangkal. Batasan masalahnya yaitu:

1. Perancangan jaringan optik ini dibatasi hanya di area perumahan Gunung Batu Bandung
2. Perancangan dilakukan berdasarkan data di lapangan
3. Pemilihan user akan diadakan dengan Survei Demand sesuai kebutuhan yang bisa dipenuhi GPON
4. Perancangan ditujukan untuk mengantisipasi kebutuhan bandwidth di masa depan
5. Perancangan tidak memperhitungkan biaya

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Konsep dasar serat optik^[5]

Serat optik merupakan saluran transmisi berupa helaian optik murni yang sangat tipis (tebalnya setipis rambut manusia) yang dapat membawa data informasi digital untuk jarak jauh.

2.2 Arsitektur Jaringan Fiber Optik secara Umum^[5]

Perbedaan letak TKO menimbulkan modus aplikasi atau arsitektur jarloka berbeda pula yaitu:

1. Fiber To The Zone (FTTZ) atau Fiber To The Node (FTTN)

TKO terletak di suatu tempat di luar bangunan, baik didalam kabinet dengan kapasitas besar. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa kilometer. FTTZ umumnya diterapkan pada daerah perumahan yang letaknya jauh dari sentral.

2. Fiber To The Curb (FTTC)

TKO terletak di suatu tempat di luar bangunan, didalam kabinet dan di atas tiang dengan kapasitas lebih kecil. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa ratus meter.

3. Fiber To The Building (FTTB)

TKO terletak di dalam gedung dan biasanya terletak pada ruang telekomunikasi di *basement* namun juga dimungkinkan diletakkan pada beberapa lantai di gedung tersebut. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga indoor atau IKR.

4. Fiber To The Home (FTTH)

TKO terletak di dalam rumah pelanggan. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga *indoor* atau IKR hingga beberapa puluh meter.

2.3 GPON (Gigabit Passive Optical Network)^[5]

2.3.1 Perkembangan PON^[5]

1. ITU-T G.983

ITU-T G.983 merupakan PON berbasis ATM, mendukung suara dan data, efisiensi 70 % dan memiliki *bandwidth* 622 Mbps, diadopsi dari standar ITU tahun 1999. Terdiri dari APON (*ATM Passive Optik Network*) dan BPON (*Broadband PON*). APON merupakan standar PON (*Passive Optik Network*) yang pertama.

2. ITU-T G.984

ITU-T G.984 merupakan standar yang dieluarkan oleh ITU-T untuk teknologi GPON (*Gigabit PON*). Standar teknologi ini mengijinkan

beberapa pilihan kecepatan, tetapi untuk industri seragam antara 2,488 Mbps untuk *downstream* dan 1,244 Mbps untuk *upstream*.

3. IEEE 802.3ah

IEEE 802.3ah adalah suatu standar teknologi yang dikeluarkan IEEE untuk EPON (*Ethernet PON*) dan GEPO merupakan PON berbasis ethernet, standar IEEE/EFM pada penggunaan ethernet untuk paket data. Teknologi ini mendukung suara dan data, efisiensi 49%, *bandwidth* 1 Gbps untuk *upstream* dan *downstream*.

2.3.2 Prinsip Dasar GPON

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

Tabel 2.2 Standar dari Teknologi GPON

| Karakteristik | GPON |
|-----------------------|--------------------|
| Standardization | ITU-T G.984 |
| Frame | ATM / GEM |
| Speed Upstream | 1.2 G / 2.4 G |
| Speed Downstream | 1.2 G / 2.4 G |
| Service | Data, Voice, Video |
| Transmission Distance | 10 km / 20 km |
| Number of Branches | 64 |
| Wavelength Up | 1310 nm |
| Wavelength Down | 1490 nm |
| Splitter | Passive |

2.3.3 Komponen GPON

Komponen-komponen pada teknologi GPON antara lain yaitu :

1. Sumber cahaya

Sumber cahaya yang digunakan untuk memancarkan cahaya yang membawa informasi merupakan hasil pengubahan sinyal listrik menjadi sinyal optik. Sumber cahaya yang digunakan dalam teknologi GPON adalah *Injection Laser Diode* (ILD).

2. Serat optik yang digunakan

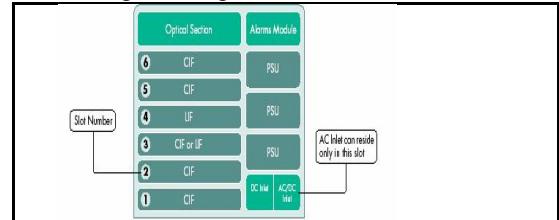
Teknologi GPON menggunakan jenis *single mode*, hal ini dikarenakan daerah kerja panjang gelombang *single mode* lebih tinggi daripada daerah kerja panjang gelombang *multimode*. Sehingga serat optik jenis ini lebih sesuai digunakan pada transmisi jarak jauh yang memerlukan transmisi kecepatan tinggi dan rugi – rugi yang kecil.

3. Optical Line Termination (OLT)

Optikal Line Termination (OLT) sebagai daerah pusat dari sistem jaringan. OLT merupakan gabungan dari CWDM, Gigabit-capable Ethernet (GbE) dan SONET/SDH yang dipergunakan untuk mentransmisikan suara, data dan video yang melewati Gigabit-capable Passive Optikal Network

(GPON). OLT mempunyai fungsi untuk melakukan konversi dari sinyal elektrik menjadi optik.

Bagian – bagian dari OLT:



Gambar 2.1 Bagian – bagian OLT

4. Optical Network Terminal (ONT)



Gambar 2.2 Optical Network Terminal

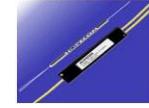
Optikal Network Terminal (ONT) berada di sisi pelanggan dari sistem jaringan. Optimate 1000NT (ONT) mempunyai tugas utama yaitu dipergunakan untuk mentransmisikan suara, data dan video yang melewati jaringan Gigabit-capable Passive Optikal Network (GPON) kepada para pelanggan dan OLT.

5. Flex Manage

Flex *Manage* yang adalah suatu software untuk memonitor dari layanan GPON.

6. Splitter

Berdasarkan ITU G.983.1 BPON Standart direkomendasikan agar sinyal dapat dibagi untuk 32 pelanggan, namun ratio meningkat menjadi 64 berdasarkan ITU-T G.984 GPON standart. *Splitter* mendukung beberapa pilihan ratio pembagian sinyal. Ratio pembagian dapat menggunakan sebuah alat untuk *splitter*.



Gambar 2.3 Splitter

7. Splicer

Alat sambung Serat Optik dikenal dengan sebutan *fusion splicer* yaitu suatu alat yang digunakan untuk menyambung core Serat Optik yang berbasis kaca yang mengimplementasikan daya listrik yang sudah dirubah menjadi sebuah media sinar berbentuk sinar laser yang berfungsi memanasi kaca yang putus pada core sehingga terhubung kembali secara baik.

8. Konektor

Konektor terdapat pada ujung dari serat optik yang terhubung langsung pada perangkat. Konektor pada fiber optik terbuat dari material yang sederhana seperti plastik, karet dan kaca sehingga lebih praktis.

2.3.4 Standar Perangkat GPON^[11]

Persyaratan teknik perangkat yaitu mampu menyalurkan atau membawa multilayanan (voice, data, video) dalam satu platform teknologi berbasis Passive Optical Network (PON) pada lingkungan jaringan masa depan (NGN).

Persyaratan system GPON yaitu :

- Beroperasi dengan line rates pada 2.488 Gbps downstream dan 1.244 Gbps upstream dengan menggunakan single fiber, sistem G-PON harus

sesuai dengan ITU-T G.984.x series (G.984.1/2/3/4).

b. Modul GPON dapat diekspansi, yang memungkinkan terbentuknya sistem perangkat yang fleksible.

c. Sistem arsitektur GPON harus dalam satu rak yang terintegrasi untuk semua layanan. Semua layanan dikontrol oleh sebuah EMS

d. Arsitektur internal backplane perangkat GPON harus berbasis arsitektur IP. Kemampuan switching bersifat non-blocked matrix.

Perangkat GPON terdiri dari :

a. Optical Line Termination (OLT) dipasang di Central Office

Persyaratan umum untuk OLT yaitu :

- Backplane OLT menyediakan sistem backup (redundansi) dan koneksi independent 10 Gigabit Ethernet full duplex untuk masing-masing servis slot.

- Kemampuan switching fabric OLT mempunyai arsitektur non-blocking 150 Gbps full duplex per shelf.

- OLT memiliki universal service slot Untuk PON card

b. Sejumlah Optical Network Terminal (ONT) atau Optical Network Unit (ONT) diletakkan di beberapa lokasi dalam jaringan akses broadband point-to-multipoint antara central office dan customer premises.

Persyaratan umum untuk ONT yaitu :

- Aplikasi di perumahan, kantor, atau pada building (HRB) dan curbs.

- Dapat dikontrol secara lokal dan remote melalui OMCI sesuai dengan G.984.4

- Menggunakan fiber optik single mode bidirectional untuk 1310 nm (upstream) dan 1490 nm (downstream)

- Dapat mendukung λ 1550 nm untuk RF video.

c. ODN terdiri dari fiber optik dan passive splitters/couplers serta aksesoris lain seperti konektor yang menjadikan elemen-elemen ODN terkoneksi.

Spesifikasi untuk ODN (Optical Distribution Network) yaitu :

- Beroperasi menggunakan transmisi single optik.
- Physical Reach ODN

Jarak maksimum dari OLT ke ONT/ONU sebesar 20 Km dengan cascading splitter 2 stage dan minimum 32 port ONT/ONU.

- Power link budget

Power link budget dari OLT ke ONU/ONT minimum 28 dB.

- Rise time budget

Rise time budget dari OLT ke ONT/ONU maksimal 0.2917 untuk pengkodean NRZ dan 0.1458 untuk pengkodean RZ

- Fiber Optik

Perangkat dapat beroperasi menggunakan single fiber optic mengacu standard single mode fiber (ITU-T G.652)

2.3.5 Keunggulan GPON^[5]

Keunggulan GPON antara lain :

1. Mendukung aplikasi triple play (suara, data, dan video) pada layanan FTTx)

2. Memberikan power hingga loop terakhir.

3. Alokasi bandwidth dapat diatur

4. Passive component membutuhkan biaya maintenance yang ringan.

5. Proses Instalasi dan upgrade menjadi sederhana. Program perangkat sistem GPON dikemas dalam bentuk modul agar memudahkan proses instalasi. Disamping itu, penambahan kapasitas jaringan pada GPON dapat dilakukan secara mudah dan tidak mahal.

6. Transparan terhadap laju bit dan format data. GPON dapat secara fleksibel mentransferkan informasi dengan laju bit dan format data ditransmisikan melalui panjang gelombang yang berbeda.

7. Biaya pemasangan, pemeliharaan dan pengembangan lebih efisien. Dikarenakan arsitektur jaringan GPON lebih sederhana dibandingkan arsitektur pada jaringan serat optik konvensional.

8. Dengan adanya GPON mengurangi penggunaan banyak serat optik dan peralatan pada kantor pusat bila dibandingkan dengan arsitektur point to point.

2.4 Power Link Budget dan Rise Time Budget^[5]

Power link budget dihitung sebagai syarat agar link yang kita rancang dayanya melebihi batas ambang dari daya yang dibutuhkan. Untuk menghitung *power link budget point to multipoint* dapat dihitung dengan rumus :

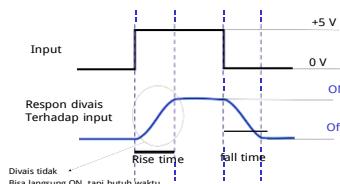
Bentuk persamaan untuk perhitungan margin daya adalah :

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

Keterangan :

- P_t = daya keluaran sumber optik (dBm)
- P_r = sensitivitas daya maksimum detektor (dBm)
- SM = safety margin, berkisar 6-8 dB
- α_{tot} = redaman total sistem (dB)
- L = panjang serat optik (km)
- α = redaman konektor (dB/buah)
- α_s = redaman sambungan (dB/sambungan)
- α_{r} = redaman serat optik (dB/km)
- N_s = jumlah sambungan
- N_c = jumlah konektor

Rise time budget adalah perhitungan pada link optik berdasarkan pada dispersi yang terjadi pada link tersebut. Rise time terjadi karena keterbatasan sumber optik tidak dapat langsung aktif ketika menembakkan sinyal sehingga sinyal yang terbentuk seperti pada gambar 2.6, bukan membentuk sinyal kotak.



Gambar 2.6 Rise Time pada Sumber Optik

Ada 4 elemen dasar yang membatasi kecepatan sistem adalah t_{TX} , t_{mat} , t_{mod} dan t_{RX} .

Secara umum, degradasi waktu transisi total sebuah link digital tidak melebihi 70 % dari sebuah periode bit NRZ (*Non-Return to Zero*) atau 35 % sebuah periode bit RZ (*Return to Zero*). *Rise time budget* dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$t_{sys} = t_{TX}^2 + t_{mat}^2 + t_{mod}^2 + t_{RX}^2$$

Keterangan :

$$- t_{TX} = \text{rise-time transmitter}$$

- $t_{RX} = \text{rise-time receiver}$ dihasilkan oleh respon *fotodetector* dan *bandwidth* 3 dB penerima.

$$t_{RX} = \frac{350}{B_{RX}} \text{ ns}$$

B_{RX} = *bandwidth* listrik 3 dB penerima (MHz).

- t_{mat} adalah dispersi material.

$$t_{\text{mat}} = D_{\text{mat}} / L$$

D_{mat} = faktor dispersi material serat (ns/nm.km)
= lebar spektral sumber optik (nm)

L=panjang serat (km).

- t_{mod} adalah *rise-time* dispersi modal.

$B_0^{\text{mod}} = \frac{440L}{\text{Bandwidth}}$ pada 1 km panjang kabel optik
 q = parameter panjang serat yang bernilai antara 0,5 sampai 1.

t_{mod} bernilai 0 pada serat *single mode*

2.5 Peramalan Demand^[5]

Peramalan demand *bandwidth* untuk masa depan merupakan perkiraan tentang sesuatu yang akan terjadi pada waktu yang akan datang yang di dasarkan pada data yang ada pada waktu sekarang dan waktu lampau (historical data).

2.5.1 Metode Hubungan Deret Waktu Dengan Peramalan

Terkait dengan ramalan kuantitatif, metode peramalannya pada dasarnya dapat dibedakan atas:

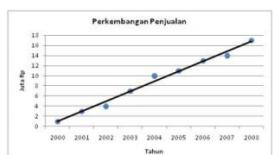
1. Metode peramalan melalui analisis suatu variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu, yang dikenal dengan metode hubungan deret waktu.
2. Metode peramalan melalui analisis pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel-variabel lain yang mempengaruhinya (waktu dan/serta bukan waktu).

2.5.2 Data Deret Waktu (*Time Series*)

Banyak bentuk trend suatu data. Sebagai contoh dalam metode peramalan, ada empat bentuk umum dari trend data tersebut.

1. Model Linear

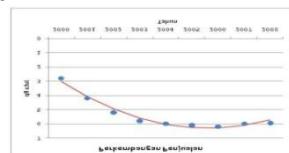
Trend linear adalah kecenderungan data dimana perubahannya berdasarkan waktu adalah tetap. $Y_t = \beta_0 + \beta_1 T$



Gambar 2.7 Contoh Grafik Model Linear

2. Model Kuadratik

Trend kuadratik adalah kecenderungan data yang kurvanya berpola lengkungan (curvature). Trend kuadratik memiliki model sebagai berikut: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 T^2$

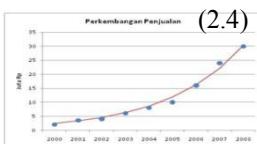


Gambar 2.8 Contoh Grafik Model Kuadratik

3. Model Pertumbuhan Eksponensial

Trend pertumbuhan eksponensial adalah kecenderungan data dimana perubahannya semakin

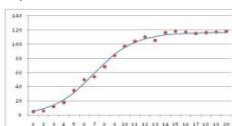
lama semakin bertambah secara eksponensial. $Y = \beta_0 e^{\beta_1 T}$ atau $\ln(Y) = \ln(\beta_0) + \beta_1 T$



Gambar 2.9 Contoh Grafik Model Pertumbuhan Eksponensial

4. Model Kurva S

Karakteristik kurva S adalah pada awalnya pertumbuhan lambat, kemudian meningkat pesat dan sampai pada titik tertentu kemudian melambat lagi dan cenderung tetap. Trend kurva S memiliki model sebagai berikut: $Y_t = e^{(\beta_0 + (\beta_1/T))}$ atau $\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1/T$



Gambar 2.10 Contoh Grafik Model Kurva S

BAB III ANALISIS JARINGAN FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON DI PERUMAHAN GUNUNG BATU BANDUNG

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian di dalam Tugas Akhir ini dimulai dengan penentuan daerah operasi jaringan, dalam penelitian ini daerah operasi jaringan berada di Daerah Gunung Batu Bandung. Setelah menentukan daerah operasi langkah berikutnya yang dilakukan adalah pengumpulan data di lapangan antara lain mencakup hal-hal yang mendukung penentuan daerah operasi yaitu kondisi eksisting di lapangan, data *bandwidth*, data pelanggan dan tanggal pemasangan internet. Selanjutnya data-data yang telah terkumpul dijadikan dasar untuk dilakukan peramalan demand, yaitu untuk mengetahui kebutuhan *bandwidth* di masa yang akan datang, dalam tugas akhir ini mencakup 10 tahun yang akan datang. Berdasarkan hasil peramalan yang diperoleh dapat dilakukan analisis metode apa yang cocok digunakan dan berapa besar kebutuhan *bandwidth* daerah tersebut di tahun 2022. Selanjutnya dilakukan perancangan jaringan FTTH yaitu disesuaikan dengan dasar teori dan kondisi di lapangan. Perancangan yang telah dibuat dianalisis kelayakannya, serta menentukan jumlah perangkat yang dibutuhkan dan dibuat kesimpulan mengenai penelitian tugas akhir ini.

3.2 Kondisi Eksisting Gunung Batu Bandung

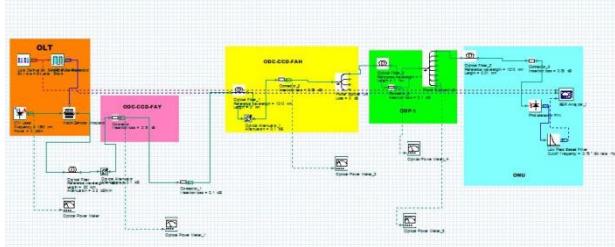
Daerah Perumahan Gunung Batu yang terletak di kawasan Bandung Barat, sedangkan STO Geger Kalong terletak di Jalan Geger Kalong Hilir. Jumlah bangunan dalam penelitian ini yaitu 1408 bangunan, yang terdiri dari rumah-rumah penduduk, kantor pemerintahan dan juga industri. Sejak tahun 2006 sampai dengan 2012 tercatat ada 405 rumah telah menggunakan internet. Jaringan akses

yang tersedia masih menggunakan media transmisi kabel tembaga.

Sedangkan potensi permintaan pelanggan internet semakin besar jika dilihat dari total bangunan yang ada. Hal tersebut tentunya akan menjadi suatu permasalahan apabila besarnya permintaan bandwidth tidak dapat terpenuhi. Untuk itu akan dilakukan pengembangan jaringan yang telah ada agar kedepannya permintaan bandwidth yang besar dapat terpenuhi. Penggunaan teknologi FTTH (Fiber To The Home) menggunakan teknologi GPON (Gigabit Passive Optical Network) dijadikan suatu kesepakatan dari pihak Divisi Access Telkom karena dapat mendukung triple play service sebagai solusi untuk memenuhi kebutuhan bandwidth di masa yang akan datang.

BAB IV PERANCANGAN JARINGAN FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON DI PERUMAHAN GUNUNG BATU BANDUNG

4.1 Perancangan Jaringan



Downstream
bit rate 2,4 gbps

Optical fiber 1550 nm dengan jarak 20km
Atenuator 0,1dB
Konektor 0,1 dB

Optical fiber 1310 nm dengan jarak 2km
Atenuator 0.1 db
Konektor 0,5 dB

Spliter 1:4
Optical fiber 1490nm dengan jarak 1km
Konektor lossnya 0,1

Spliter 1:8
Optical fiber 1310nm dengan jarak 0,01 km
Konektor 0.05

Receiver
Photo detector pin
Low pass bessel filter

Visualizer
Vptical opower meter
Ber Analyzer

Perancangan dilakukan berdasarkan teori peramalan yang telah dilakukan, dan berdasarkan kondisi di lokasi penelitian, yaitu daerah perumahan Gunung Batu Bandung. Perancangan dimulai dari STO Gegerkalong sampai ke tiap rumah pelanggan di perumahan Gunung Batu. Perancangan dilakukan tanpa melakukan survei ke rumah-rumah dikarenakan untuk mengantisipasi apabila seluruh rumah akan menggunakan produk PT. Telkom di tahun-tahun yang akan datang. Sehingga perancangan dilakukan secara menyeluruh ke setiap rumah. Secara umum perancangan dilakukan mulai dari STO Geger Kalong sampai ke tiap rumah pelanggan di Daerah Perumahan Gunung Batu.

BAB V ANALISIS HASIL PERANCANGAN JARINGAN FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON DI PERUMAHAN GUNUNG BATU BANDUNG

5.1 Analisis Hasil Perancangan Jaringan

Setelah dilakukan perancangan jaringan akses Fiber To The Home (FTTH) menggunakan GPON, dan hasil yang diperoleh maka untuk mengetahui hasil kelayakan sistem dilakukan analisis menggunakan parameter yang terdiri dari power link budget dan rise time budget.

5.2 Analisis Kelayakan Sistem

5.2.1 Link Power Budget

Perhitungan *link power budget* dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.984 dan juga peraturan yang diterapkan oleh P.T TELKOM yaitu jarak tidak lebih dari 20 km dan redaman total tidak lebih dari 28 dB.

Bentuk persamaan untuk perhitungan redaman total pada *link power budget* yaitu :

Bentuk persamaan untuk perhitungan margin daya adalah : $M = (P_t - P_r) - \alpha_{\text{total}} - SM$

Keterangan :

- Pt = Daya keluaran sumber optik (dBm)
- Pr = Sensitivitas daya maksimum detektor (dBm)
- SM = Safety margin, berkisar 6-8 dB
- α_{tot} = Redaman Total sistem (dB)
- L = Panjang serat optik (Km)
- α_c = Redaman Konektor (dB/buah)
- α_s = Redaman sambungan (dB/sambungan)
- α_{sera} = Redaman serat optik (dB/ Km)
- Ns = Jumlah sambungan Nc
- = Jumlah konektor
- Sp = Redaman Splitter (dB)

Margin daya disyaratkan harus memiliki nilai lebih dari 0 (nol), margin daya adalah daya yang masih tersisa dari power transmit setelah dikurangi dari loss selama proses pentransmisian, pengurangan dengan nilai safety margin dan pengurangan dengan nilai sensitifitas receiver. Data-data yang digunakan pada perhitungan antara lain :

- Daya keluaran sumber optik (OLT/ONU) : 5 dBm
- Sensitivitas detektor (OLT/ONU) : -29 dBm
- Redaman Serat optik G.652 (1310/1550) : (0.35, 0.21) dB/Km
- Redaman Serat optik G.657 (1310/1550) : (0.35, 0.21) dB/Km
- Redaman Splice : 0.05 dB/splice

- Konektor : 0.2 dB
- Jenis PS 1:8 , 1:4 dB , 7.8 dB : 11
- Jumlah Sambungan : 1 buah

Perhitungan link power budget pada GPON akan dibagi menjadi dua bagian dan akan menghitung jarak yang terjauh saja. Hal ini dikarenakan teknologi GPON memiliki panjang gelombang asimetrik dalam pentransmisianya. Panjang gelombang untuk uplink sekitar 1310 nm sedangkan untuk downlink sekitar 1550 nm.

Perhitungannya dapat diuraikan sebagai berikut : Perhitungan Link Power Budget dengan jarak terjauh yaitu 4.4471 Km (3.73905 Km STO ke ODC, 0.66364 Km ODC ke ODP, 0.04441 Km ODP ke ONT) dengan jalur dari STO Cijaura ke ODC B lalu ke ODP B24 sampai pada ONT di blok F1 No.1

Downlink

$$3.73905 \times 0.21 + (0.066364 \times 0.21) + (0.04441 \times 0.21) + (8 \times 0.2)$$

$$+ (1 \times 0.05) + (11 + 7.8) + 2.243$$

$$\alpha_{\text{tot}} = 23.6268 \text{ dB}$$

Sehingga untuk perhitungan margin adalah sebagai berikut :

$$Pr = Pt - \alpha_{\text{tot}} - 6$$

$$Pr = 5 - 23.6268 - 6$$

$$= -24.6268 \text{ dBm}$$

$$M = (Pt - Pr) - \alpha_{\text{total}} - SM$$

$$M = (5 + 29) - 23.6268 - 6$$

$$M = 4.3732 \text{ dBm}$$

Nilai M yang diperoleh dari hasil perhitungan downlink

Panjang Gelombang : 1310 nm dan 1550 nm

Lebar Spektral ($\Delta\sigma$) (OLT/ONU) : 1 nm / 1 nm

Rise time sumber cahaya (ttx) (OLT/ONU) : $(150 \times 10^{-3} / 200 \times 10^{-3}) \text{ ns}$

Dispersi material (Dm) (1330/1550) : $(3/18) \text{ ps/nm.Km}$

Rise time receiver (trx) (OLT/ONU) : $(150 \times 10^{-3} / 200 \times 10^{-3}) \text{ ns}$

Pengkodean NRZ

Perhitungannya dapat diuraikan sebagai berikut :

Perhitungan Rise Time Budget dengan jarak terjauh yaitu 4.4471 Km (3.73905 Km STO ke ODC, 0.66364 Km ODC ke ODP, 0.04441 Km ODP ke ONT) dengan jalur dari STO Cijaura ke ODC B lalu ke ODP B24 sampai pada ONT di blok F1 No.1

Downlink

Bit Rate downlink (Br) = 2.4 Gbps dengan format NRZ, sehingga :

Menentukan t intramodal

$$tintra = \Delta\sigma \times L \times Dm$$

$$= 1 \text{ nm} \times 4.4471 \text{ Km} \times 0.0035 \text{ ns/nm.Km} = 0.0155 \text{ ns}$$

Sehingga besarnya untuk serat optik singlemode:

$$t_{\text{total}} = (ttx^2 + tintramodal^2 + tintermodal^2 + trx^2)^{1/2}$$

$$= [(0.15)^2 + (0.0155)^2 + (0.2)^2 + (0.2)^2]^{1/2}$$

$$= 0.2504 \text{ ns}$$

Dari hasil perhitungan rise time total sebesar 0.2504 ns masih di bawah maksimum rise time dari bit rate sinyal NRZ sebesar 0.2917 ns. Berarti dapat disimpulkan bahwa

ternyata menghasilkan nilai yang masih berada diatas 0 (nol) dB. Hal ini mengindikasikan bahwa link diatas memenuhi kelayakan link power budget.

Uplink

$$(3.73905 \times 0.35) + (0.066364 \times 0.35) + (0.04441 \times 0.35) + (8 \times 0.2)$$

$$+ (1 \times 0.05) + (11 + 7.8) + 2.243$$

$$\alpha_{\text{tot}} = 24.2494 \text{ dB}$$

Sehingga untuk perhitungan margin adalah sebagai berikut :

$$Pr = Pt - \alpha_{\text{tot}} - 6$$

$$Pr = 5 - 24.2494 - 6$$

$$Pr = -25.2494 \text{ dBm}$$

$$M = (Pt - Pr) - \alpha_{\text{total}} - SM$$

$$M = (5 + 29) - 24.2494 - 6$$

$$M = 3.7506 \text{ dBm}$$

Nilai M yang diperoleh dari hasil perhitungan uplink ternyata menghasilkan nilai yang masih berada diatas 0 (nol) dB.

Hal ini mengindikasikan bahwa link diatas memenuhi kelayakan link power budget.

5.2.2 Rise Time Budget

Rise time budget merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi suatu link serat optik. Metode ini sangat berguna untuk menganalisis sistem transmisi digital. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisis apakah unjuk kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang dinginkan. 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). Satu periode bit didefinisikan sebagai resiprokal dari data rate. Spesifikasi alat untuk perhitungan rise time budget adalah :

sistem memenuhi rise time budget.

Uplink

Bit Rate uplink (Br) = 1.2 Gbps dengan format NRZ, sehingga :

Menentukan t intramodal

$$tintra = \Delta\sigma \times L \times Dm$$

$$= 1 \text{ nm} \times 4.4471 \text{ Km} \times 0.0035 \text{ ns/nm.Km}$$

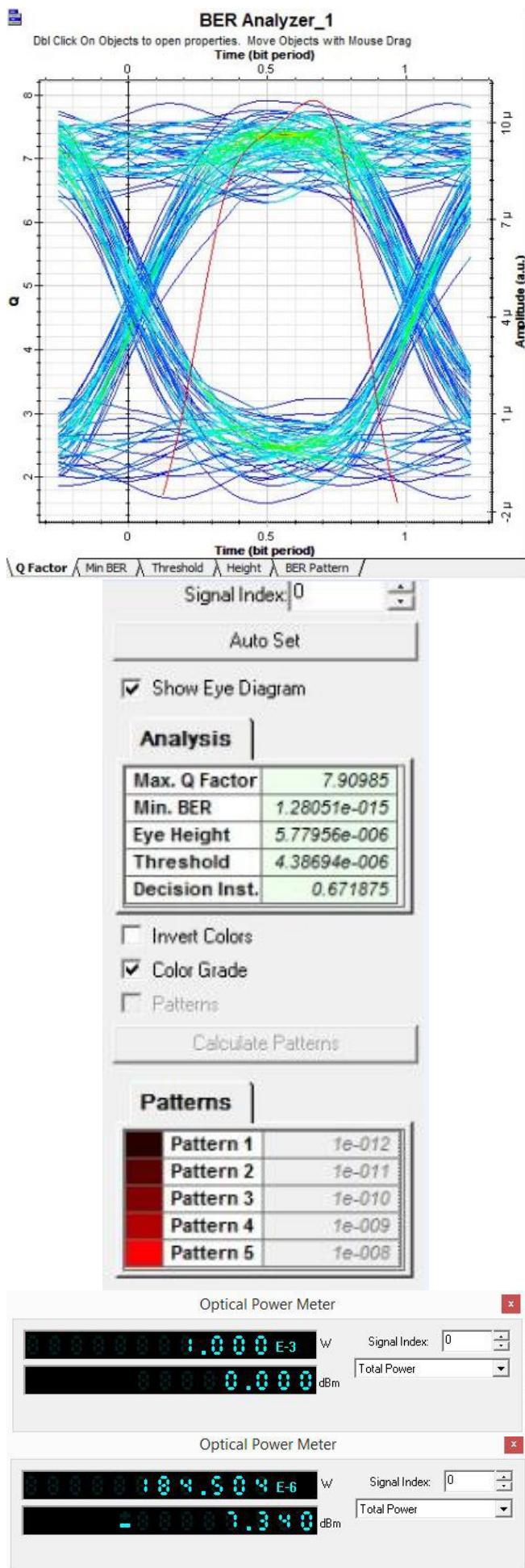
$$= 0.0155 \text{ ns}$$

Sehingga besarnya untuk serat optik singlemode: $t_{\text{total}} = (ttx^2 + tintramodal^2 + tintermodal^2 + trx^2)^{1/2}$

$$= [(0.2)^2 + (0.0277)^2 + (0.2)^2 + (0.15)^2]^{1/2}$$

$$= 0.2504 \text{ ns}$$

Dari hasil perhitungan rise time total sebesar 0.2504 ns masih dibawah maksimum rise time dari bit rate sinyal NRZ sebesar 0.5833 ns. Berarti dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi rise time budget.



BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, analisis, dan proses perhitungan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa jaringan eksisting yang digunakan sekarang perlu diadakan penambahan kapasitas jaringan dan migrasi menjadi jaringan akses FTTH menggunakan teknologi GPON yang cocok untuk diterapkan pada daerah perumahan Gunung Batu.

1. Berdasarkan data pelanggan di Daerah Perumahan Gunung Batu Bandung, peramalan kebutuhan *bandwidth* untuk paket 384Kbps menggunakan model kuadratik dengan kebutuhan bandwidth sebesar 117.888Mbps, paket 512Kbps menggunakan model kuadratik dengan kebutuhan bandwidth 113.280Mbps, paket 1Mbps menggunakan model pertumbuhan eksponensial dengan kebutuhan bandwidth 186.624Mbps, paket 2Mbps menggunakan model

kuadratik dengan kebutuhan bandwidth 9216Mbps. Total kebutuhan bandwidth di Daerah perumahan Gunung Batu pada tahun 2022 adalah 427.008Mbps.

2. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *link Power Budget* didapatkan redaman total pada jarak terjauh sebesar 24.78654dB untuk *downlink* dan 25.59337dB untuk *uplink*. Hal ini masih berada dalam toleransi yang ditetapkan ITU-T G.984 sebesar 28 dB.
3. Berdasarkan perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget* didapatkan *rise time total* untuk arah *downlink* dengan *bitrate* sebesar 2,4 Gbps, pelanggan terjauh menghasilkan T_{total} sebesar 0.2620ns. T_{total} masih berada di bawah nilai T_{sistem} sebesar 0,2917 ns. dan *uplink* dengan *bitrate* sebesar 1.2 Gbps, pelanggan terjauh menghasilkan T_{total} sebesar 0.2508 ns. T_{total} masih berada di bawah nilai T_{sistem} sebesar 0.5833 ns dengan demikian sistem tersebut masih memenuhi *rise time budget* dengan pengkodean NRZ.
4. Perancangan jaringan akses Fiber To The Home (FTTH) Bandung menggunakan 3 buah ODC, 186 buah ODP dan 1408 buah ONT dengan fiber optik jenis G.652 dan G.657 dengan 45 buah *passive splitter* 1:4 dan 180 buah *passive splitter* 1:8.

6.2 Saran

Untuk tugas kedepannya area perancangan dapat diperluas. Selain itu berikutnya cost factor (faktor biaya) dapat dijadikan sebagai salah satu parameter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Amar," *PERANCANGAN JARINGAN OPTIK UNTUK LAYANAN INTERNET DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GPONSTUDI KASUS GEDUNG WISMA LIPPO BANDUNG*", Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, Bandung, 2008.
- [2] Divisi Access. "Data Pelanggan." <http://www.embassy.telkom.co.id> PT Telkom Indonesia 2012.
- [3] Divisi Riset Teknologi Informasi. "*Pedoman Perencanaan Jarloka*". PT.Telkom Indonesia. 1996.
- [4] Dwi Safitri.Rinna," *EVALUASI PERANCANGAN JARINGAN FTTH (Fiber To TheHome) DENGAN TEKNOLOGI GPON (Gigabit Passive Optical Network) (Studi Kasus Plaza 1 Pondok Indah Jakarta Selatan)*", Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2011.
- [5] "FTTH Fiber To The Home." <http://www.opfibrecorp.com/info/articles/fttb.html> (diakses tanggal 27 Februari 2012)

