

PERENCANAAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DI TAMAN KOPO INDAH 3 BANDUNG
(Design of FTTH Network In Taman Kopo Indah 3 Bandung)
TUGAS BESAR OPLAN

Ahyadan Weka

ABSTRAK

Pada tahun 2015, PT Telkom menargetkan seluruh jaringan kabel tembaga sudah tergantikan oleh jaringan kabel optik. FTTH (*Fiber To The Home*) merupakan salah satu infrastruktur jaringan yang akan dikembangkan di seluruh wilayah Indonesia tanpa terkecuali Taman Kopo Indah 3 Bandung. Taman Kopo Indah 3 yang terletak di Bandung Barat merupakan kompleks ruko dan perumahan yang lengkap dan strategis dengan jumlah demand yang semakin meningkat setiap tahunnya. FTTH ini akan diimplementasikan dengan teknologi GPON (*Gigabit-capable Passive Optical Network*).

Dalam tugas akhir ini dilakukan peramalan *demand* untuk 10 tahun mendatang, kemudian dilakukan perancangan jaringan FTTH dan menganalisis kelayakan sistem hasil perancangan yaitu dengan menghitung *link power budget* dan *rise time budget*. Hasil perhitungan tersebut akan dibandingkan dengan standar dari PT.Telkom sebagai acuan untuk melihat kelayakan hasil perancangan.

Dari hasil perancangan yang telah dilakukan di Taman Kopo Indah 3, perangkat yang dibutuhkan adalah 2 buah ODC dan 111 ODP dengan jumlah ONT sebanyak 802. Dari hasil perhitungan kelayakan sistem, untuk *link power budget* didapatkan redaman total pada jarak terjauh arah *downlink* sebesar 22.9178 dB dan arah *uplink* sebesar 23.3739 dB. Untuk jarak terdekat didapatkan redaman total 22.7731 dB untuk arah *downlink* dan 23.1076 dB untuk arah *uplink*. Untuk *rise time budget* arah *downlink* dengan *bitrate* sebesar 2,4 Gbps dengan jarak terjauh menghasilkan T_{total} sebesar 0.2545 ns dan arah *uplink* dengan *bitrate* sebesar 1.2 Gbps menghasilkan T_{total} sebesar 0.2502 ns. Untuk jarak terdekat didapatkan *rise time total* untuk arah *downlink* T_{total} sebesar 0.2528 ns dan untuk arah *uplink* T_{total} 0.2501 ns. T_{total} masih berada di bawah nilai T_{sistem} sebesar 0.2917 ns untuk arah *downlink* dan 0.5833 ns untuk arah *uplink*. Hasil perhitungan yang didapat masih memenuhi *rise time budget* dengan pengkodean NRZ. Dari hasil peramalan yang telah dilakukan, jumlah keseluruhan kebutuhan *bandwidth* pada tahun 2022 adalah 949.792 Mbps.

Kata Kunci : Taman Kopo Indah 3 Bandung, FTTH, GPON, Peramalan *Demand*, *Link Power Budget*, *Rise Time Budget*

ABSTRACT

In 2015, PT.Telkom has a target that all of copper network has been replaced by fiber optic network. FTTH (Fiber To The Home) is a network infrastructure that will be developed throughout the Indonesian region without exception Taman Kopo Indah 3 Bandung. Taman Kopo Indah 3 located in the West Bandung is shophouses and residential complex complete and strategic with a number of demand are increasing every year. FTTH will be implemented with GPON technology.

In this final project will be forecasting demand for the next 10 years, and then design FTTH network and analyze the properness of the system design result by counting link power budget and rise time budget. The results of these calculations will be compared with the standard as a reference to look at the properness of the design results.

From the design results that has been done, the device required is 2 pieces of ODC and 111 pieces of ODP and 802 ONT. From the result of properness calculation, for link budget total attenuation obtained at the farthest distance the downlink is 22.9178 dB and the uplink is 23.3739 dB. For the nearest distance total attenuation is 22.7731 dB for downlink and 23.1076 for uplink. for rise time budget the downlink direction with bitrate of 2.4 Gbps at the farthest distance generate T_{total} 0.2545 ns and for uplink with the bitrate of 1.2 Gbps generate T_{total} 0.2502 ns. For the nearest distance generate T_{total} 0.2528 ns for downlink and T_{total} 0.2501 ns for uplink. This total time is below than the value of time system 0.2917 ns for downlink and 0.5833 ns for downlink. From the results of forecasting has been done, the total bandwidth requirement in 2022 is 949.792 Mbps.

Keyword : Taman Kopo Indah 3 Bandung, FTTH, GPON, *Forecasting Demand*, *Power Link Budget*, *Rise Time Budget*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin meningkatnya kebutuhan manusia akan layanan telekomunikasi yang beragam merupakan salah satu faktor pendorong berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan di dunia ini. Dengan adanya arus globalisasi yang begitu luas juga berimbas pada perkembangan teknologi khususnya teknologi di bidang telekomunikasi. Perkembangan teknologi dalam dunia telekomunikasi diantaranya adalah kemajuan dalam media transmisi yang semula dari kabel tembaga kini beralih ke fiber optik. GPON merupakan salah satu teknologi yang memanfaatkan kabel fiber optik sebagai media transmisinya. Dengan GPON ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kapasitas bandwidth dan kecepatan waktu akses dalam layanan internet. Keunggulan dari GPON adalah *bandwidth* yang ditawarkan bisa mencapai 2,4 Gbps sampai ke pelanggan tanpa ada kehilangan bandwidth.

PT Telkom sebagai salah satu penyedia jasa telekomunikasi terbesar di Indonesia kini mulai mengembangkan infrastruktur jaringan Fiber To The Home di seluruh wilayah di Indonesia. Rencananya pada tahun 2015, PT Telkom menargetkan jaringan kabel tembaga diganti menjadi jaringan fiber optik seluruhnya. Dalam tugas akhir ini akan dilakukan perancangan jaringan FTTH di Taman Kopo Indah 3 Bandung. Alasan mengapa dilakukan perancangan di daerah tersebut karena Taman Kopo Indah 3 merupakan salah satu kawasan ruko dan perumahan yang terletak di Bandung Barat yang mulai menjadi kawasan yang berkembang dan memungkinkan kebutuhan akan layanan data semakin meningkat tiap tahunnya. FTTH ini merupakan salah satu teknologi yang dapat memberikan layanan *triple play* yaitu data, suara, dan gambar dalam satu infrastruktur yang sama. Sehingga jaringan tembaga yang saat ini sudah ada akan digantikan menjadi jaringan kabel optik seluruhnya agar kebutuhan *bandwidth* yang semakin meningkat dapat teratasi dan meningkatkan kualitas layanan karena dengan FTTH ini kabel optik akan dipasang sampai ke rumah pelanggan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Melakukan perancangan jaringan FTTH di Taman Kopo Indah 3
2. Menentukan letak dan jumlah perangkat yang digunakan dalam perancangan
3. Menganalisis hasil perancangan sesuai parameter kelayakan sistem yaitu *link power budget* dan *rise time budget*.

1.3 Rumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini akan dibahas tentang :

1. Perancangan jaringan mulai dari sentral ke pelanggan
2. Penentuan pemakaian dan penempatan perangkat yang digunakan
3. Peramalan *demand* dan penentuan parameter *link power budget* dan *rise time budget*.

1.4

Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini dilakukan pembatasan masalah agar kajian tugas akhir ini tidak terlalu luas atau terlalu dangkal. Batasan masalah yang dilakukan adalah :

1. Perancangan jaringan optik ini hanya dibatasi di Taman Kopo Indah 3
2. Perancangan dilakukan berdasarkan data di lapangan
3. Perhitungan kelayakan hasil perancangan hanya dibatasi untuk *link power budget*, *rise time budget*, dan peramalan kebutuhan *demand*
4. Perancangan tidak membahas mengenai faktor biaya.

1.5

Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Studi literatur
Studi literatur dilakukan dengan pembelajaran berbagai macam referensi yang mendukung tugas akhir ini. Melakukan pembelajaran dari buku, jurnal serta artikel-artikel yang terdapat di situs internet terkait mengenai sistem komunikasi optik
2. Diskusi dengan dosen pembimbing dan instansi yang mengerti tentang teknologi jaringan optik
3. Survey lapangan dan lokasi
Menentukan letak lokasi *splitter* dan letak ODC serta menghitung jaraknya
4. Analisis
Menghitung *power link budget*, *rise time budget* dan analisis peramalan kebutuhan *demand*.

1.6

Sistematika Penulisan

Secara umum keseluruhan Tugas Akhir ini

dibagi menjadi lima bab bahasan, ditambah dengan lampiran dan daftar istilah yang diperlukan. Penjelasan sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Berisi latar belakang masalah, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian yang

digunakan serta sistematika penulisan yang memuat susunan penulisan Tugas Akhir ini.

BAB II : Dasar Teori

Berisi tentang teori-teori yang mendukung dalam perancangan jaringan meliputi, jarlokaf, arsitektur FTTx, perkembangan teknologi PON, GPON serta komponen-komponen yang ada didalamnya, dan metode-metode peramalan.

BAB III : Perancangan Jaringan FTTH Di Taman Kopo Indah 3

Berisi tentang kondisi eksisting di Taman Kopo Indah 3, peramalan *demand*, analisis teknologi dan spesifikasi perangkat yang digunakan dalam perancangan jaringan FTTH, dan perancangan jaringan FTTH mulai dari sentral sampai ke pelanggan serta kebutuhan perangkat yang digunakan.

BAB IV : Analisis Hasil Perancangan Jaringan FTTH Di Taman Kopo Indah 3

Berisi analisis dari hasil perancangan yang telah dilakukan yaitu hasil perhitungan *link power budget* dan *rise time budget*.

BAB V : Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dan saran sebagai hasil pembahasan Tugas Akhir ini.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf) ^[4]

Jaringan Lokal Akses Fiber (Jarlokaf) atau *Optical Access Network* adalah sekumpulan jaringan akses yang menggunakan secara bersama suatu antarmuka jaringan dan diimplementasikan menggunakan serat optik. Jarlokaf merupakan suatu solusi strategis bagi jaringan pelanggan namun sangat sensitif terhadap jenis teknologi. Keberadaan panduan dan ketepatan pemilihan teknologi sangat mempengaruhi kesuksesan kegiatan operasi dan perawatan, efektifitas investasi serta kemudahan menyediakan jasa-jasa baru.

2.1.1 Arsitektur Jaringan Fiber Optik Secara Umum ^[3]

Jaringan kabel lokal fiber optik (*Fiber To The X*) paling sedikitnya terdapat dua perangkat aktif (*Opto Elektrik*) yang dipasang di *Central Office* dan yang satu lagi dipasang di dekat dan atau dilokasi pelanggan. Berdasarkan lokasi penempatan perangkat aktif yang dipasang di dekat dan atau dilokasi pelanggan dan atau di lokasi pelanggan maka terdapat beberapa konfigurasi sebagai berikut :

1) Fiber To The Building (FTTB)

Titik Konversi Optik (TKO) terletak didalam gedung dan biasanya terletak

pada ruang telekomunikasi di basement atau tersebar di beberapa lantai, terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga indoor atau IKG. FTTB dapat dianalogikan dengan daerah catu langsung pada jaringan kabel tembaga.

2) Fiber To The Zone (FTTZ)

TKO terletak di suatu tempat diluar bangunan, biasanya berupa kabinet yang ditempatkan dipinggir jalan sebagaimana biasanya RK. Terminal pelanggan

dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa kilometer. FTTZ dapat dianalogikan sebagai pengganti RK.

3) Fiber To The Curb (FTTC)

TKO terletak di suatu tempat diluar bangunan, baik didalam kabinet, diatas tiang, maupun di *manhole*. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa ratus meter saja. FTTC dapat dianalogikan sebagai pengganti Titik Pembagi.

4) Fiber To The Home (FTTH)

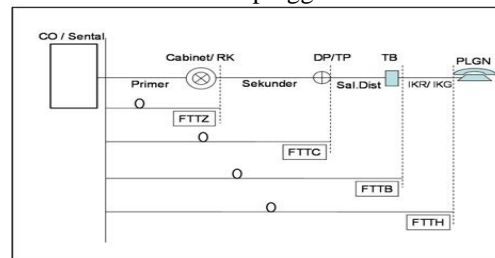
TKO terletak di dalam rumah pelanggan. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga indoor atau IKR hingga beberapa puluh meter. FTTH dapat dianalogikan sebagai pengganti Terminal Blok.

5) Fiber To The Tower (FTTT)

TKO terletak didalam *shelter* daripada *tower, terminal equipment system*

GSM/CDMA dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga *indoor* hingga beberapa meter saja. FTTT dapat dianalogikan sebagai pengganti ODP (FTTC) atau TB (FTTH). Jaringan kabel FO yang mencatu *tower* sebagai berikut :

- a) Kabel FO Drop jika lokasi *tower* di perkotaan
- b) Kabel FO Distribusi jika lokasi *tower* di pinggiran kota.



Gambar 2.1 Arsitektur FTTx ^[3]

2.2 GPON

GPON merupakan teknologi FTTx yang dapat mengirimkan layanan hingga ke pelanggan menggunakan kabel fiber optik. Jika sebelumnya di

sisi pelanggan instalasinya menggunakan kabel tembaga, dengan teknologi GPON ini pada sisi pelanggan akan digunakan kabel optik. GPON dapat

secara fleksibel mentransferkan informasi dengan laju bit dan format yang berbeda karena setiap laju bit dan format data ditransmisikan melalui panjang gelombang yang berbeda. Laju bit 1.244 Gbit/s untuk *upstream* dan 2.44 Gbit/s untuk *downstream*.

2.2.1 Perkembangan GPON [4]

GPON merupakan evolusi dari PON. Adapun tahapan-tahapan evolusinya adalah sebagai berikut:

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 Optikal Network*) dan BPON (*Broadband PON*). APON merupakan standar PON (*Passive Optikal Network*) yang pertama. Digunakan terutama untuk aplikasi bisnis dan menggunakan teknologi ATM sedangkan BPON merupakan perkembangan dari APON. Teknologi ini mendukung WDM dan alokasi *bandwidth upstream* yang besar.

2) ITU-T G.984

ITU-T G.984 merupakan standard yang di keluarkan oleh ITU-T untuk teknologi GPON (*Gigabit PON*). GPON merupakan evolusi dari standar BPON. Teknologi ini mendukung kecepatan yang besar, peningkatan dalam pengamananan, dan pilihan 2 *layer* protokol (ATM, GEM, Ethernet).

Tetapi pada kenyataannya ATM tidak diimplementasikan. Teknologi ini memiliki *bandwidth* 2,5 Gbps dengan efisiensi 93%. Proses *framing* pada GPON menggunakan GEM (*GPON Encapsulate Method*). GEM menggunakan *frame segmentation* untuk QoS (*Quality of Service*) yang lebih besar. Standar teknologi ini mengijinkan beberapa pilihan kecepatan, tetapi untuk industri seragam antara 2488 Mbps untuk *downstream* dan 1244 Mbps untuk *upstream*.

3) IEEE 802.3ah

IEEE 802.3ah ialah suatu standar teknologi yang dikeluarkan IEEE untuk EPON dan GEAPON (*Gigabit Ethernet PON*) 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*. Standar ini selesai dibuat tahun 2004.

Tabel 2.1 Perbandingan BPON, GPON, dan [5]

GEAPON			
Karakteristik	BPON	GPON	GEAPON
Standard	ITU-T G.983	ITU-T G.984	IEEE 802.3ah
Protocol	ATM	Ethernet, TDM	Ethernet
Rates	DS : 622 Mbps US : 155 Mbps	DS : 2488 Mbps US : 1244 Mbps	DS : 1000 Mbps US : 1000 Mbps
Span (Km)	20	20	10
Split Ratio	32	32 or 64	16 or 32

2.2.2

Komponen GPON [5]

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)*. Jenis ILD yang digunakan pada sistem GPON antara lain *Fabry Perot Laser* dan *Distributed Feddback Laser (DFB)*, dengan lebar spektrum masing – masing 3nm dan 1nm.

2) Serat optik yang digunakan

Jenis serat optik yang digunakan dalam GPON yang diaplikasikan untuk komunikasi jarak jauh harus memiliki kemampuan untuk membawa banyak sinyal dengan laju bit yang tinggi. Dari dua jenis serat optik yang ada yaitu *single mode* dan *multimode*, yang digunakan sebagai media transmisi teknologi GPON adalah 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)

Optical 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 Optical Network (GPON)*. OLT mempunyai fungsi

untuk melakukan konversi dari sinyal elektrik menjadi optik.



Gambar 2.2 Bagian – bagian OLT

4) Optical Network Terminal (ONT)

Optical 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 Optical Network (GPON)* kepada para pelanggan dan OLT.



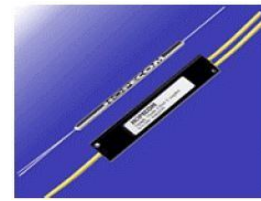
Gambar 2.3 Optical Network Terminal

5) FlexManage

Flex Manage yang adalah suatu *software* untuk memonitor dari layanan GPON. *Flex Manage* merupakan solusi dari management jaringan dari *Flex Light* yang dirancang berdasarkan system yang berbasisan web. *Flex manage* dioperasikan untuk mensetting jaringan atau mengoperasikan jaringan guna menghindari *downtime* (dapat untuk menanggulangi ataupun menghindari *downtime*). Dari *Flex Manage* dapat diketahui alarm apa yang aktif, sistem *reporting*, ataupun kegagalan jaringan GPON.

6) Splitter

Splitter adalah *optical fiber coupler* sederhana yang membagi sinyal optik menjadi beberapa *path (multiple path)* atau sinyal – sinyal kombinasi dalam satu *path*. Selain itu, *splitter* juga dapat berfungsi untuk merutekan dan mengkombinasikan berbagai sinyal optik. *Splitter* terdiri dari 3 port dan bisa mencapai dari 32 port. 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*, sebagai contoh pemakaian *splitter* tunggal 1:32, atau pemakaian *splitter* secara paralel seperti 1:8 dan 1:4 atau 1:16 atau 1:2.



Gambar 2.4 Splitter

7) Splice^[1]

Sambungan (*splice*) adalah

peralatan untuk menghubungkan satu kabel serat optik dengan yang lainnya secara permanen. *Splice* merupakan perlengkapan tetap yang menyambung konektor.

8) Konektor^[1]

Konektor adalah peralatan mekanik yang ditempatkan di akhir kabel serat optik, sumber cahaya, *receiver*, atau kerangka mesin. Konektor harus mengarahkan dan mengumpulkan cahaya. Konektor menandai sebuah tempat dalam sambungan data serat optik dimana setempat dimana daya sinyal dapat hilang dan BER atau keandalan dapat dipengaruhi oleh koneksi mekanik. Ada beberapa jenis konektor diantaranya :

- Bionik : salah satu jenis konektor yang paling awal digunakan dalam sambungan serat optik. Konektor bionik memiliki selongsong tirus (*tapered sleeve*) yang merupakan harga mati untuk kabel serat optik. Ketika steker ini dimasukkan ke dalam akhir stopkontak berarti menempatkan kabel serat optik dalam posisi tepat. Konektor jenis ini sekarang jarang digunakan.
- D4 : konektor ini sangat mirip dengan konektor FC dalam hal berkas pemasangannya, penguncian dan penyelesaian PCnya. Perbedaan utamanya adalah diameter landasan 2,0 mm. Aslinya didesain oleh Nippon Electric Corp.
- FC (Fiber Connector) : digunakan untuk kabel *single-mode fibers*. Konektor ini menawarkan penempatan yang sangat tepat untuk kabel optik *single-mode fibers*, menanggapi pancaran sumber optik transmitter dan detektor optik *receiver*. Konektor ini mengistimewakan posisi yang dapat dilokasikan derajatnya dan suatu stopkontak tergulung.

Konektor ini dapat ditarik dan didorong dengan tab pengunci.

- SMA : pendahulu konektor ST. Konektor ini mengistimewakan tutup tergulung dan perumahan.
- ST : suatu jenis bayonet terkunci mirip dengan konektor BNC. Konektor ini digunakan baik untuk kabel *single-mode fibers* maupun *multi-mode fibers*. Konektor ini digunakan secara luas karena mempunyai kemampuan yang baik dalam hal memasukkan maupun mengeluarkannya dari kabel serat optik dengan cepat dan mudah. Metode penempatannya juga mudah.

BAB III PERANCANGAN JARINGAN FTTH DI TAMAN KOPO INDAH 3 BANDUNG

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Penelitian

Proses pengerjaan tugas akhir ini dimulai dengan menentukan lokasi yang akan dirancang dan dalam penelitian ini lokasi yang diambil yaitu di Taman Kopo Indah 3 Bandung. Setelah lokasi ditentukan langkah selanjutnya yaitu pengambilan data pelanggan, dalam hal ini data yang diambil adalah data pelanggan speedy yang ada di Taman Kopo Indah 3. Proses selanjutnya yaitu melakukan peramalan demand untuk mengetahui kebutuhan *bandwidth* di waktu 10 tahun mendatang. Setelah kebutuhan *bandwidth* diketahui maka dilakukan perancangan jaringan FTTH dengan teknologi GPON yang meliputi penentuan letak perangkat, pengukuran jarak, dan penentuan perangkat yang akan digunakan. Langkah terakhir yaitu menganalisis hasil

perancangan yaitu analisis kelayakan sistem dengan menghitung *link power budget* dan *rise time budget*.

3.2 Kondisi Eksisting Perumahan Taman Kopo Indah 3 Bandung

Taman Kopo Indah 3 adalah kompleks perumahan dan bisnis yang terletak di daerah Bandung Barat dan berada di kawasan Taman Kopo Indah. Taman Kopo Indah 3 saat ini terdiri dari 802 bangunan yang terdiri dari rumah-rumah penduduk dan ruko, namun dalam perkembangan tahun-tahun berikutnya jumlah ini masih bisa bertambah melihat peluang bisnis serta ketersediaan lahan yang masih memungkinkan untuk diperluas. Taman Kopo Indah 3 semakin berkembang saat ini dengan berbagai fasilitas umum yang ada di dalamnya sehingga memudahkan para penghuni untuk melakukan aktivitas tanpa harus bepergian jauh. Sejak tahun 2008 hingga 2012 tercatat ada 341 pelanggan aktif yang sudah berlangganan speedy. Dengan perkembangan teknologi yang ada serta kebutuhan akan layanan data yang semakin meningkat memungkinkan jumlah pelanggan akan bertambah setiap tahunnya dengan melihat potensi kawasan yang semakin berkembang.

Divisi Access PT.Telkom Regional Bandung Barat mulai berencana untuk melakukan penggantian jaringan kabel tembaga yang sudah ada saat ini menjadi jaringan optik seluruhnya untuk meningkatkan performansi layanan yang ada dan kebutuhan *bandwidth* yang semakin besar dapat terpenuhi. PT.Telkom berinisiatif untuk menerapkan jaringan FTTH di seluruh kawasan Bandung tanpa terkecuali Taman Kopo Indah 3. Pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan jaringan FTTH di kawasan Taman Kopo Indah 3 dengan melakukan peramalan demand untuk 10 tahun mendatang dengan data pelanggan aktif selama 5 tahun ke belakang.

3.3 Peramalan Demand

Untuk meramalkan permintaan layanan speedy di 10 tahun mendatang dibutuhkan data pelanggan aktif speedy beberapa tahun sebelumnya. Pada peramalan ini, sesuai data yang didapatkan di lapangan peramalan dilakukan dengan menggunakan data pelanggan speedy 5 tahun sebelumnya yaitu mulai tahun 2008 sampai 2012.

Perhitungan peramalan kebutuhan *bandwidth* untuk masa mendatang didasarkan pada hasil peramalan jumlah pelanggan tiap-tiap paket. *Bandwidth* peramalan dihitung dengan mengkalikan jumlah pelanggan tiap-tiap paket dengan paket berlangganan. Peramalan jumlah pelanggan tiap-tiap paket untuk 10 tahun ke depan didapatkan dari pengolahan data banyaknya pelanggan dari tahun

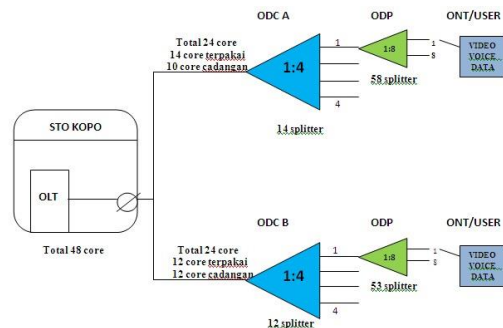
2008-2012 menggunakan software MINITAB versi 14. Dengan bantuan software ini dapat diketahui perkiraan jumlah pelanggan pada beberapa tahun mendatang dan pada tugas akhir ini peramalan yang dilakukan yaitu melihat perkembangan jumlah pelanggan untuk 10 tahun mendatang.

Pada tiap-tiap paket dilakukan peramalan dengan empat model sesuai dengan metode peramalan yaitu model linear, model kuadratik, model pertumbuhan eksponensial, dan model kurva S. Dari tiap grafik akan muncul nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), MAD (*Mean Absolute Deviation*) dan MSD (*Mean Square Deviation*). MAPE adalah rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan (selisih) antara data aktual dengan data hasil peramalan. MAD adalah rata-rata dari nilai *absolute* simpangan. MSD adalah rata-rata dari nilai kuadrat simpangan data. Dari keempat model akan dibandingkan nilai MAPE yang dihasilkan dan model dengan nilai MAPE yang terkecil akan digunakan untuk menghitung jumlah kebutuhan bandwidth pada waktu 10 tahun mendatang.

3.4 Perancangan Jaringan FTTH

Jumlah seluruh bangunan yang ada di Taman Kopo Indah 3 adalah 802 bangunan namun belum semuanya terisi penuh. Jumlah ini masih mungkin bertambah seiring dengan perkembangan jumlah permintaan pelanggan di daerah tersebut. Dalam perancangan ini akan dirancang jaringan FTTH mulai dari sentral yaitu STO Kopo yang terletak di Jl.Kopo Sayati sampai ke rumah pelanggan. Jumlah ONT yang dirancang diasumsikan sesuai jumlah bangunan yang ada sekarang dengan asumsi bahwa seluruh penghuni Taman Kopo Indah 3 akan menggunakan produk PT.Telkom di tahun-tahun mendatang.

Dari STO Kopo sampai ke ODC A dan ODC B menggunakan kabel fiber optik G.652. dari STO Kopo sampai ke ODC A berjarak 2408 m dan ke ODC B berjarak 2806,13 m. Dari ODC ke ODP juga menggunakan kabel fiber optik G.652. Kemudian dari ODP ke ONT yang ada di rumah pelanggan menggunakan kabel fiber optik G.657. Pada perancangan ini digunakan 2 buah ODC dengan tujuan untuk meminimalkan jarak ke ODP agar tidak terlalu jauh. ODC A melayani sebanyak 413 bangunan yang terdistribusi ke 14 *splitter* 1:4 dan selanjutnya terdistribusi ke 58 *splitter* 1:8. ODC B melayani sebanyak 389 bangunan yang terdistribusi ke 12 *splitter* 1:4 dan selanjutnya terdistribusi ke 53 *splitter* 1:8. Gambar konfigurasi jaringan FTTH di Taman Kopo Indah 3 Bandung bisa dilihat pada gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Konfigurasi Jaringan FTTH Di Taman Kopo Indah 3 Bandung

3.4.1 Penentuan Tata Letak Lokasi Perangkat

Letak OLT berada di STO Kopo yang terletak di Jl.Kopo Sayati. Sedangkan letak ODC berada di daerah kompleks perumahan Taman Kopo Indah 3 yang diletakkan di dua titik sentral kompleks perumahan agar jarak antara ODC ke ODP tidak terlalu jauh. Hasil pemetaan letak perangkat ODC, ODP hingga ke ONT dapat dilihat di **Lampiran**.

3.4.2 Pengukuran Jarak Perangkat

Setelah penentuan letak lokasi perangkat ditentukan, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengukuran jarak perangkat dari OLT ke ODC, ODC ke ODP, dan ODP ke ONT yang ada di dalam rumah pelanggan. Cara pengukuran ini menggunakan survey langsung ke lokasi perancangan dan dengan bantuan google maps. Setelah pengukuran jarak antar perangkat di dapat, jarak tersebut akan menentukan besar redaman dari perancangan jaringan FTTH di perumahan Taman Kopo Indah 3 Bandung.

3.4.3 Daftar Kebutuhan Perangkat

Perangkat yang dibutuhkan dalam pembangunan jaringan FTTH di Taman Kopo Indah 3 dapat dilihat pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Daftar Kebutuhan Perangkat

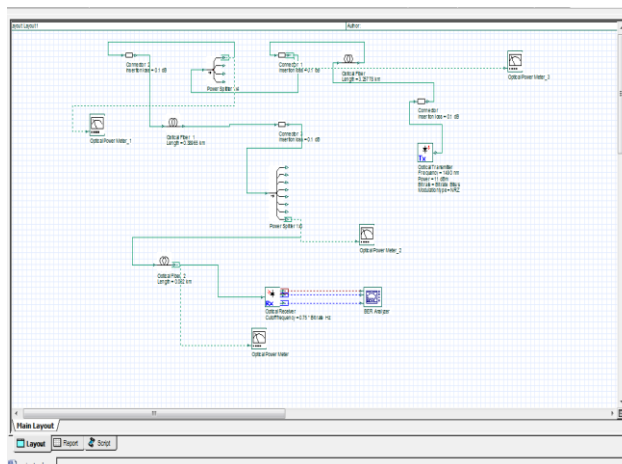
No.	Perangkat	Jumlah
1	OLT	1 unit
2	Feeder Cable	5,21413 km
3	ODC	2 buah
4	Passive Splitter 1:4	26 buah
5	Distribution Cable	20,23186 km
6	ODP	111 buah
7	Passive Splitter 1:8	111 buah
8	Drop Cable	53,952 km
9	ONT	802 buah
10	Konektor SC	915 buah

BAB IV ANALISIS HASIL PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME DI TAMAN KOPO INDAH 3 BANDUNG

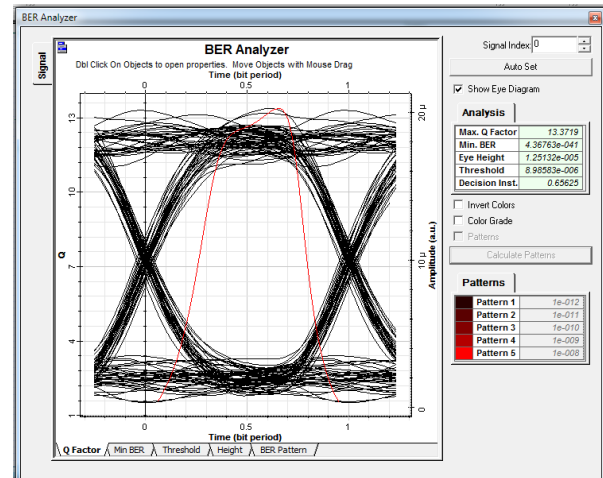
Setelah lokasi perangkat dan jarak untuk masing-masing perangkat didapat, hasil perancangan tersebut akan digunakan untuk menganalisis kelayakan sistem. Analisis kelayakan sistem yang dilakukan yaitu menghitung BER, *link power budget* dan *rise time budget*.

4.1. BER Dengan Menggunakan OPTISYSTEM

Pada simulasi ini panjang gelombang downlink adalah 1490 nm, pengkodean bit yang digunakan NRZ dengan kecepatan bit rate downstream 2.4 Gbps. Konfigurasi jaringan ditunjukkan yakni jaringan menggunakan 2 splitter (1:4 dan 1:8).



Dan didapatkan hasil BER nya adalah



4.1. Link Power Budget

Perhitungan *link power budget* yaitu untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan *link power budget* dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.984. Dalam perancangan ini juga mengikuti standar yang ditetapkan oleh PT.Telkom sebagai penyedia layanan

- Konektor : 0.2 dB
- Jenis PS 1:8, 1:4 : 11 dB, 7.8 dB
- Jumlah Sambungan : 3 buah
- Jumlah Konektor : 8 buah

Proses perhitungan yang dilakukan dalam hasil perancangan ini dibagi menjadi dua bagian dan yang dihitung hanya jarak terjauh saja. Untuk sisi uplink digunakan panjang gelombang 1310 nm sedangkan untuk sisi downlink digunakan panjang 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 :

$$\alpha_{\text{tot}} = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p + \text{Redaman Instalasi}$$

Keterangan :

Pt = Daya keluaran sumber optik (dBm)

Pr = Sensitivitas daya maksimum detektor(dBm)

SM = *Safety* margin, berkisar 6 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_{serat} = 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) : 5dBm
- Sensitivitas detektor (OLT/ONU) :-29dBm
- 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

gelombang 1550 nm. Berikut ini adalah uraian hasil perhitungan link power budget untuk uplink dan downlink :

a) *Link power budget* untuk jarak terjauh

Perhitungan *Link Power Budget* dengan jarak terjauh yaitu 3.25778 Km (2.80613 Km STO ke ODC, 0.38965 Km ODC ke ODP, 0.062 Km ODP ke ONT) dengan jalur dari STO Kopo ke ODC B lalu ke ODP B49.

Downlink

$$\alpha_{\text{tot}} = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p +$$

Redaman Instalasi

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{tot}} &= [(2.80613 \times 0.21) + (0.38965 \times 0.21) + \\ &(0.062 \times 0.21)] + (8 \times 0.2) + (3 \times 0.05) + \\ &(11 + 7.8) + 1.6837 \\ \alpha_{\text{tot}} &= 22.9178 \text{ dB} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk margin daya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} M &= (P_t - P_r) - \alpha_{\text{tot}} - 6 \\ M &= (5 + 29) - 22.9178 - 6 \\ M &= 5.0822 \text{ dB} \end{aligned}$$

Uplink

$$\alpha_{\text{tot}} = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p +$$

Redaman Instalasi

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{tot}} &= [(2.80613 \times 0.35) + (0.38965 \times 0.35) + \\ &(0.062 \times 0.35)] + (8 \times 0.2) + (3 \times 0.05) + \\ &(11 + 7.8) + 1.6837 \\ \alpha_{\text{tot}} &= 23.3739 \text{ dB} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk margin daya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} M &= (P_t - P_r) - \alpha_{\text{tot}} - 6 \\ M &= (5 + 29) - 23.3739 - 6 \\ M &= 4.6261 \text{ dB} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, ternyata nilai redaman total yang diperoleh dari hasil perhitungan *link power budget* dengan jarak terjauh menghasilkan nilai yang masih berada dibawah 28 dB dan nilai M yang diperoleh masih berada diatas 0 (nol) dB. Hal ini berarti bahwa *link* diatas memenuhi kelayakan *link power budget*.

b) *Link power budget* untuk jarak terdekat

Perhitungan *Link Power Budget* dengan jarak terdekat yaitu 2.56872 Km (2.480 Km

STO ke ODC, 0.02359 Km ODC ke ODP, 0.06513 Km ODP ke ONT) dengan jalur dari STO Kopo ke ODC A lalu ke ODP A32.

Downlink

$$\alpha_{\text{tot}} = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p +$$

Redaman Instalasi

$$\alpha_{\text{tot}} = [(2.408 \times 0.21) + (0.02359 \times 0.21) + (0.06513 \times 0.21)] + (8 \times 0.2) + (3 \times 0.05) + (11 + 7.8) + 1.6837$$

$$\alpha_{\text{tot}} = 22.7731 \text{ dB}$$

Perhitungan untuk margin daya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} M &= (P_t - P_r) - \alpha_{\text{tot}} - 6 \\ M &= (5 + 29) - 22.7731 - 6 \\ M &= 5.2269 \text{ dB} \end{aligned}$$

Uplink

$$\alpha_{\text{tot}} = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p +$$

Redaman Instalasi

$$\alpha_{\text{tot}} = [(2.408 \times 0.35) + (0.02359 \times 0.35) + (0.06513 \times 0.35)] + (8 \times 0.2) + (3 \times 0.05) + (11 + 7.8) + 1.6837$$

$$\alpha_{\text{tot}} = 23.1076 \text{ dB}$$

Perhitungan untuk margin daya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} M &= (P_t - P_r) - \alpha_{\text{tot}} - 6 \\ M &= (5 + 29) - 23.1076 - 6 \\ M &= 3.8924 \text{ dB} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, ternyata nilai redaman total yang diperoleh dari hasil perhitungan *link power budget* dengan jarak terdekat menghasilkan nilai yang masih berada diatas 13 dB dan nilai M yang diperoleh masih berada diatas 0

(nol) dB. Hal ini berarti bahwa *link* diatas memenuhi kelayakan *link power budget*.

4.2. 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 untuk kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. 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 :

- Panjang Gelombang: 1310 nm dan 1550 nm
- Lebar Spektral ($\Delta\sigma$) (OLT/ONU): 1 nm / 1 nm

- Rise time sumber cahaya (t_{tx}) (OLT/ONU): $(150 \times 10^{-3} / 200 \times 10^{-3}) \text{ ns}$
- Dispersimaterial (D_m) (1330/1490):

$$(3.5/14.57) \text{ ps/nm.Km}$$

- Rise time receiver (t_{rx})

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

- Pengkodean NRZ

Berikut ini adalah uraian hasil perhitungan *rise time budget* :

a) *Rise time budget* untuk jarak terjauh

Perhitungan *rise time budget* dengan jarak terjauh yaitu 3.25778 Km (2.806.13 Km STO ke ODC, 0.38965 Km ODC ke ODP, 0.062 Km ODP ke ONT) dengan jalur dari STO Kopo ke ODC B lalu ke ODP B49.

Downlink

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

$$tr = \frac{0.7}{Br} = \frac{0.7}{2.4 \times 10^9} = 0.2917 \text{ ns}$$

Menentukan T :

$$\begin{aligned} t_{\text{material}} &= \Delta\sigma \times L \times D_m \\ &= 1 \text{ nm} \times 3.25778 \text{ Km} \times 0.01457 \\ &= 0.0475 \text{ ns} \end{aligned}$$

$$t_{\text{modus}} = 0, \text{ karena singlemode}$$

Sehingga besar *rise time* untuk serat optik *single mode* adalah :

$$\begin{aligned} t_{\text{total}} &= (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{modus}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2} \\ &= [(0.15)^2 + (0.0475)^2 + (0)^2 + (0.2)^2]^{1/2} \\ &= 0.2545 \text{ ns} \end{aligned}$$

Uplink

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

$$tr = \frac{0.7}{Br} = \frac{0.7}{1.2 \times 10^9} = 0.5833 \text{ ns}$$

Menentukan T :

$$\begin{aligned} t_{\text{material}} &= \Delta\sigma \times L \times D_m \\ &= 1 \text{ nm} \times 3.25778 \text{ Km} \times 0.003 \\ &= 0.00973 \text{ ns} \end{aligned}$$

$$t_{\text{modus}} = 0, \text{ karena single mode}$$

Sehingga besarnya *rise time* untuk serat optik *single mode* adalah :

$$\begin{aligned} t_{\text{total}} &= (t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{material}}^2 + t_{\text{modus}}^2 + t_{\text{rx}}^2)^{1/2} \\ &= [(0.2)^2 + (0.00973)^2 + (0)^2 + (0.15)^2]^{1/2} \\ &= 0.2502 \text{ ns} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan untuk jarak terjauh, didapat *rise time total* sebesar 0.2545 ns untuk arah *downlink* dan 0.2502 ns untuk arah *uplink*. Nilai tersebut masih di bawah maksimum *rise time* dari *bit rate* sinyal NRZ sebesar 0.2917 ns untuk arah *downlink* dan 0.5833 ns untuk arah *uplink*. Berarti dapat disimpulkan bahwa sistem memenuhi *rise time budget*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, analisis, dan proses perhitungan yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Berdasarkan hasil peramalan jumlah kebutuhan *bandwidth* untuk masing-masing paket, paket CHAT menggunakan model kuadratik dengan jumlah kebutuhan *bandwidth* 136 Mbps, paket LOAD menggunakan model linear dengan jumlah kebutuhan *bandwidth* 47.616 Mbps, paket MAIL menggunakan model kuadratik dengan jumlah kebutuhan *bandwidth* 169 Mbps , paket FAMILIA menggunakan model linear dengan jumlah kebutuhan *bandwidth* 43 Mbps, paket SOCIALIA menggunakan model kuadratik dengan jumlah kebutuhan *bandwidth* 130.176 Mbps, dan paket EXECUTIVE menggunakan model kuadratik dengan jumlah kebutuhan *bandwidth* 424 Mbps. Sehingga jumlah keseluruhan kebutuhan *bandwidth* pada tahun 2022 adalah 949.792 Mbps.
2. Berdasarkan hasil perancangan jaringan FTTH, di Taman Kopo Indah 3 Bandung menggunakan 2 buah ODC, 111 buah ODP dan 802 buah ONT dengan fiber optik jenis G.652 dan G.657. Dan jumlah *passive splitter* 1:4 yaitu sebanyak 26 buah dan *passive splitter* 1:8 sebanyak 111 buah.
3. Berdasarkan hasil perhitungan kelayakan sistem *link power budget* didapatkan redaman total pada jarak terjauh untuk *downlink* sebesar 22.9178 dB dan untuk *uplink* sebesar 23.3739 dB. Untuk jarak terdekat didapatkan redaman total 22.7731 dB untuk arah *downlink* dan 23.1076 dB untuk arah *uplink*. Hasil perhitungan yang didapat masih berada dalam toleransi yang ditetapkan oleh ITU-T G.984 yaitu minimal 13 dB dan maksimal 28 dB sehingga tidak diperlukan tambahan peredam.
4. Berdasarkan hasil perhitungan kelayakan sistem *rise time budget* didapatkan *rise time total* untuk arah *downlink* dengan *bitrate* sebesar 2.4 Gbps dengan jarak terjauh menghasilkan T_{total} sebesar 0.2545 ns dan untuk arah *uplink* dengan *bitrate* sebesar 1.2 Gbps menghasilkan T_{total} sebesar 0.2502 ns. T_{total} masih berada di bawah nilai T_{sistem} sebesar 0.2917 ns untuk arah *downlink* dan 0.5833 ns untuk arah *uplink*. Hasil perhitungan

yang didapat masih memenuhi *rise time budget* dengan pengkodean NRZ.

5.2 Saran

1. Untuk tugas akhir selanjutnya dapat dilakukan di kawasan yang lebih berkembang dengan *demand* yang tinggi
2. Diharapkan menganalisa parameter tambahan berdasarkan kelayakan bisnis dalam perancangan tersebut seperti faktor biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Keiser, "Optical fiber Communication", Mc Graw Hill Inc, 1991
- [2] Nugraha, Andi Rahman. 2006. "Serat Optik". Yogyakarta: ANDI
- [3] Divisi Pelatihan Construction FTTH. "Overview Jaringan FTTH". PT.Telkom Indonesia. 2012
- [4] Divisi Riset Teknologi Informasi. "Pedoman Perencanaan Jarlokaf". PT.Telkom Indonesia. 1996
- [5] Mainurmalita, Astri. "PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) DI DAERAH TURANGGA BANDUNG". Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2012.
- [6] ITU-T Recommendation G.652 (2009), *Characteristics of single-mode optical fibre and cable*.
- [7] ITU-T Recommendation G.657 (2009), *Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable for the access network*.
- [8] ITU-T Recommendation G.984.1 (2008), *Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON) : General Characteristics*.
- [9] Tsunagu Technology Fujikura, "Optical Cable Network Solution Catalog", 2009-2010.
- [10] Chaniago, Junaidi. 2009. "Metode Hubungan Deret Waktu Untuk Peramalan (SeriPeramalan)". <http://junaidichaniago.com/2009/01/20/deret-waktu-peramalan-seri1/>. (diakses tanggal 16 Januari 2013)
- [11] PT.Telkom,Tbk. 2010. "Produk Dan Layanan". <http://www.telkom.co.id/produk-layanan/personal/internet/speedy.html>. (diakses tanggal 18 Januari 2013)
- [12] "Huihong Technologies Limited." <http://HuihongFiber.com> (diakses tanggal 07 Maret 2013)