

PEMBUATAN MODUL PRATIKUM FTTH MENGGUNAKAN TEKNOLOGI GPON UNTUK MENDUKUNG PELAKSANAAN PRAKTIKUM JARINGAN SERAT OPTIK DI PRODI TEKNIK KOMPUTER FAKULTAS ILMU TERAPAN UNIVERSITAS TELKOM

Rizki Surya Prayogo

Telkom University
6302114082

Mia Rosmiati, S.Si., M.T.

Telkom University
14821417-2

Muhammad Fahru Rizal, S.T., M.T.

Telkom University
14831317-1

Pengetahuan mahasiswa Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom terhadap jaringan akses fiber optik dirasa masih belum mengetahui secara mendalam mengenai jaringan akses salah satunya jaringan akses Fiber to the home (FTTH). Dalam penggunaan jaringan FTTH memerlukan teknologi GPON sebagai teknologi akses yang memiliki peningkatan kapasitas bandwidth yang sangat besar karena mampu mengangkut data, video, dan suara secara bersamaan (triple play service). Pembuatan modul praktikum FTTH dalam pembangunan jaringan prototype menggunakan teknologi GPON, memberikan solusi kepada mahasiswa Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom untuk dapat mengetahui proses FTTH dalam pengujian triple play service serta total loss perangkat. Dengan adanya prototype FTTH dapat membantu mahasiswa mempelajari FTTH dengan mudah melalui proses dan hasil pengujian tersebut. Terlihat dari hasil kuisioner sebanyak 76,6 % mahasiswa menyetujui modul praktikum ini dapat memberikan kemudahan bagi mereka dalam mempelajari FTTH.

Kata Kunci: Prototype FTTH, GPON, Triple Play Service

Knowledge of students Faculty Telkom Applied Science School about fiber optic access network where still haven't learned in depth one network access fiber to the the home (FTTH). To use FTTH in the network needs GPON as technology access having capacity improvement with very large bandwidth be able to take data, video, and sound at the same time (triple play service). Manufacture of practice module FTTH in network development prototype using GPON technology, provide solutions for students of the Faculty Telkom Applied Science School be able to know the process of FTTH a base in testing triple play service and total loss device. With the prototype fith can help student to studies fith easily through process and the result of test. Seen from the result of kuisioner as many as 76,6 % students approve practice module can give easy for them in studying FTTH.

Keywords: FTTH Prototype, GPON, Triple Play Service

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat saat ini, secara langsung ataupun tidak langsung akan mempengaruhi perkembangan sistem telekomunikasi. Begitupun dalam sistem pembelajaran yang memerlukan jaringan handal pada penggunaan layanan beragam informasi seperti data, video, suara dan sebagainya. Penggunaan kabel kapasitas bandwidth yang besar dan berkecepatan tinggi.

Universitas Telkom merupakan universitas yang menggunakan teknologi pada sistem pembelajarannya. Dengan semakin banyaknya teknologi yang digunakan sebagian besar mahasiswanya belum mengerti macam-macam jaringan akses fiber optik secara mendalam salah satunya jaringan akses fiber to the home (FTTH). Dengan adanya pembuatan modul praktikum FTTH dalam bentuk *prototype* ini diharapkan dapat

mendukung praktikum jaringan akses ke rumah-rumah atau disebut Fiber to the home (FTTH), serta memberikan kemudahan terhadap mahasiswa dalam mempelajari teknologi FTTH ini. Pada pembuatan modul praktikum jaringan akses FTTH, menggunakan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON). GPON adalah suatu teknologi akses yang dikategorikan sebagai *broadband access* berbasis kabel serat optik. Teknologi ini memiliki peningkatan kapasitas bandwidth yang sangat besar karena mampu mengangkut data, video, suara dalam satu alat secara bersamaan atau sering disebut *triple play*.

Pada proyek akhir ini akan dilakukan pembuatan modul praktikum jaringan akses FTTH menggunakan teknologi GPON di prodi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam proyek akhir ini berisi:

1. Belum adanya modul pelaksanaan praktikum FTTH menggunakan teknologi GPON di

prodi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom.

2. Belum adanya pengujian layanan akan akses internet yang cepat, suara dan video dalam satu infrastruktur (*Triple Play Service*) di prodi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom.
3. Belum adanya pengujian perangkat menggunakan OTDR (*optical time domain reflector*) di prodi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom.

1.3 Tujuan

Tujuan dalam proyek akhir ini adalah memperoleh modul praktikum FTTH menggunakan teknologi GPON untuk membantu mahasiswa mempelajari FTTH dengan mudah melalui proses pengujian *Triple Play Service* serta total *loss* perangkat yang digunakan dalam modul tersebut.

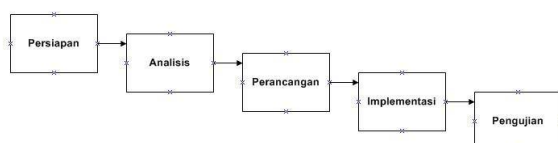
1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dapat berisi:

1. Pembuatan modul praktikum ini membangun jaringan *prototype* dengan jarak 10 m, 1 *server* dan 2 *client*.
2. Pembangunan jaringan *prototype* menggunakan *switch* standar (tanpa modul optik).
3. Pembangunan jaringan *prototype* ini menggunakan serat optik multimode.
4. Pembangunan jaringan *prototype* ini hanya menguji teknologi GPON untuk mendapatkan *Triple Play Service*.
5. Pengukuran menggunakan OTDR hanya menghitung *loss* perangkat dari daya *output client* dan daya *output server*.
6. Pembuatan modul praktikum ini dalam pengukuran QoS hanya meliputi *delay* dan *throughput*.
7. Pengukuran *Triple Play Service* dalam 3 tahap waktu yang berdurasi 60 sec, 120 sec, dan 180 sec.

1.5 Metode Pengerjaan

Dalam proyek akhir ini dan model pengembangan yang digunakan adalah waterfall. Tahapannya seperti pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Waterfall

1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan untuk perumusan masalah, pencarian dan pengumpulan data yang dibutuhkan

2. Analisis

Proses analisis merupakan proses lanjutan dari proses preparation. Pada tahap ini akan dilakukan analisis semua kebutuhan atas kurang atau tidak *software* atau *hardware* yang akan digunakan.

3. Perancangan

Proses ini akan dilakukan perancangan jaringan *prototype* sebagai dasar pembangunan sistem.

4. Implementasi

Pada tahap ini dilakukan pembangunan jaringan akses FTTH menggunakan teknologi GPON secara sederhana.

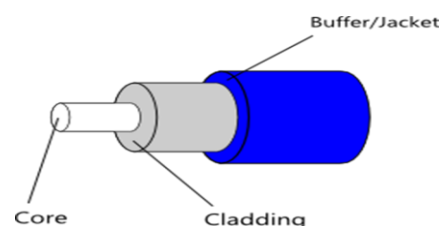
5. Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk mengetahui layak atau tidaknya sistem ini diimplementasikan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Serat Optik

Serat optik merupakan helaian optik murni yang sangat tipis dan dapat membawa data informasi digital untuk jarak jauh. Helaian tipis ini tersusun dalam bundelan yang dinamakan kabel serat optik dan berfungsi mentransmisikan cahaya yang berhasil dikirim dari suatu tempat ke tempat lainnya hanya mengalami kehilangan sinyal dalam jumlah sangat sedikit. Serat-serat optik membentuk kabel yang sedemikian halus hingga ketebalan mencapai 1 mm untuk dua puluh helai serat. Sinyal listrik dari transmitter (pengirim) digunakan untuk memodulasi berkas laser yang kemudian dikirimkan lewat kabel serat. Serat juga dapat dipakai untuk mengirimkan bayangan, dengan memberikan cahaya pada salah satu ujung kabel sementara ujung yang lain dihadapkan pada kamera. Bagian-bagian sebuah kabel serat optik tunggal terdiri dari inti (*core*), pembungkus (*cladding*), serta jaket penyangga (*buffer/jacket*) yang melindungi serat dari temperatur dan kerusakan[8].



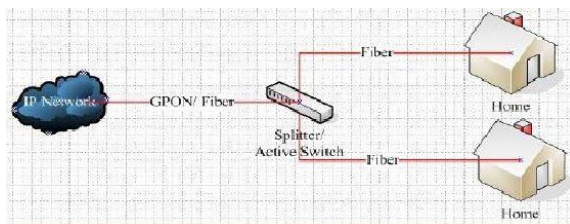
Gambar 2.1 Bagian Kabel Serat Optik[8]

2.2 Arsitektur Jaringan Fiber Optik Yang Digunakan

Sistem Jaringan Lokal Fiber (JARLOKAF) setidaknya memiliki 2 buah perangkat opto elektronik, yaitu satu perangkat opto elektronik di sisi sentral dan satu perangkat opto elektronik di sisi pelanggan. Lokasi perangkat opto elektronik di sisi pelanggan selanjutnya disebut Titik Konversi Optik (TKO). Secara praktis TKO berarti batas terakhir kabel optik ke arah pelanggan yang berfungsi sebagai lokasi konversi sinyal optik ke sinyal elektronik[3].

2.2.1 Fiber To The Home (FTTH)

TKO terletak di rumah pelanggan. Keberadaan kabel tembaga dapat dihilangkan sama sekali, sehingga keterbatasan kemampuan dalam menyediakan *Bandwidth* yang lebar dan interferensi tidak terjadi. Dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah *Triple Play Service* yaitu layanan akan akses *internet* yang cepat, suara dan video dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan[7].



Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan Lokal Akses FTTH[7]

2.3 GPON (Gigabit Passive Optical Network)

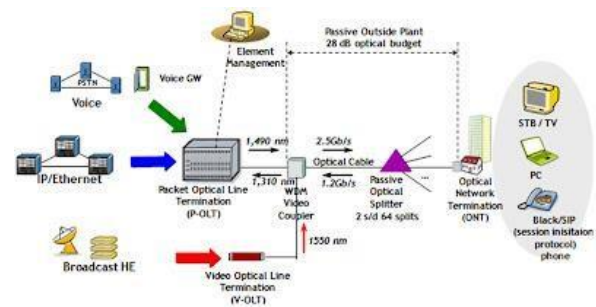
GPON merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T dengan standar G.984 yang mendukung bit rate yang lebih tinggi, perbaikan keamanan dan pilihan protokol layer 2 (ATM, GEM, Ethernet). Ciri khas dari teknologi ini dibanding teknologi optic lainnya semacam SDH adalah teknik distribusi trafficnya dilakukan secara pasif. Dari sentral hingga ke arah subscriber akan didistribusikan menggunakan pasif splitter. Prinsip kerja dari GPON itu sendiri ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama splitter yang berfungsi untuk memungkinkan fiber optic tunggal dapat mengirim ke berbagai ONU, untuk ONU sendiri akan memberikan data-data dan sinyal yang diinginkan user. Arsitektur sistem GPON berdasarkan pada TDM (Time Division Multiplexing) sehingga mendukung layanan T1, E1 dan DS3. Tidak seperti sistem multiplexer lainnya, GPON mempunyai layer PMD (Physical Media Dependent) yang dilengkapi dengan FEC (Forward Error Correction). ONU mempunyai kemampuan untuk mentransmisikan data di 3 mode power. Pada mode 1, ONU akan mentransmisikan pada kisaran daya *output* yang normal. Pada mode 2 dan 3 ONU akan

mentransmisikan 3-6 dB lebih rendah daripada mode 1 yang mengizinkan OLT untuk memerintahkan ONU menurunkan daya apabila OLT mendeteksi sinyal dari ONU terlalu kuat atau sebaliknya, ONU akan memberi perintah ONU untuk menaikkan daya jika terdeteksi sinyal dari ONU terlalu rendah[1].

2.4 Perangkat GPON

Menurut [1] konfigurasi network GPON intinya dapat dibagi menjadi 5 bagian yaitu:

1. Network Management System (NMS)
2. Optical Line Terminal (OLT)
3. Optical Distribution Cabinet (ODC)
4. Optical Distribution Pack (ODP)
5. Optical Network Unit (ONU)



Gambar 2.3 Konfigurasi GPON[1]

2.4.1 Network Management System (NMS)

NMS merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk mengontrol dan mengkonfigurasi perangkat GPON. Letak NMS ini bersamaan di dekat OLT namun beda ruangan. Konfigurasi yang dapat dilakukan oleh NMS adalah OLT dan ONU. Selain itu NMS dapat mengatur layanan GPON seperti POTS, VOIP, dan IPTV. NMS ini menggunakan platform Windows dan bersifat GUI (Graphic Unit Interface) maupun command line. NMS memiliki jalur langsung ke OLT, sehingga NMS dapat memonitoring ONU dari jarak jauh.

2.4.2 Optical Line Terminal (OLT)

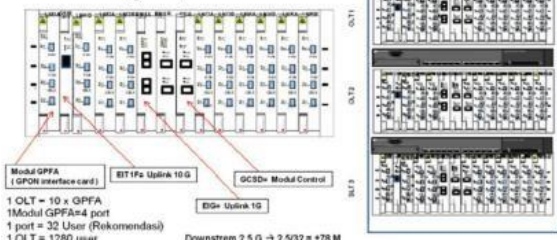
OLT menyediakan interface antara sistem GPON dengan penyedia layanan data, video, dan jaringan telepon. Bagian ini akan membuat link ke sistem operasi penyedia layanan melalui Network Management System (NMS).

Perangkat Aktif

OLT – Optical Line Terminal

OLT adalah perangkat aktif yang berfungsi :

1. Mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik
2. Sebagai Multiplex



Gambar 2.4 Perangkat OLT[1]

2.4.3 Optical Distribution Cabinet (ODC)/Rumah Kabel

ODC (Optical Distribution Cabinet) adalah jaringan optik antara perangkat OLT sampai ke perangkat ODC. Letak dari ODC ini adalah terletak di rumah kabel. ODC menyediakan sarana transmisi optik dari OLT terhadap pengguna dan sebaliknya. Transmisi ini menggunakan komponen optik pasif. ODC menyediakan peralatan transmisi optik antara OLT dan ONU.



Gambar 2.5 Perangkat ODC[6]

Perangkat Interior pada ODC terdiri dari:

1. Konektor
2. Splitter

2.4.3.1 Konektor

Konektor optik merupakan salah satu perlengkapan kabel serat optik yang berfungsi sebagai penghubung serat. Dalam operasinya konektor mengelilingi serat kecil sehingga cahayanya terbawa secara bersama-sama tepat pada inti dan segaris dengan sumber cahaya (serat lain). Konektor yang digunakan pada Optical Access Network dapat dipasang di luar dan di lokasi pelanggan.



Gambar 2.6 Macam-Macam Konektor[5]

2.4.3.2 Splitter

Splitter merupakan komponen pasif yang dapat memisahkan daya optik dari satu input serat ke dua atau beberapa output serat. Splitter pada PON dikatakan pasif sebab tidak memerlukan sumber energy eksternal dan optimasi tidak dilakukan terhadap daya yang digunakan terhadap pelanggan yang jaraknya berbeda dari node splitter, sehingga cara kerjanya membagi daya optik sama rata. Passive Splitter atau Splitter merupakan optical fiber coupler sederhana yang membagi sinyal optik menjadi beberapa path (multiple path) atau sinyal-sinyal kombinasi dalam satu jalur. Selain itu splitter juga dapat berfungsi untuk merutekan dan mengkombinasikan berbagai sinyal optik. Alat ini sedikitnya terdiri dari 2 port dan bisa lebih hingga mencapai 32 port.



Gambar 2.7 Perangkat Splitter[6]

2.4.4 Optical Distribution Pack (ODP)

Instalasi atau terminasi yang bagus dari fiber adalah persyaratan utama untuk menjamin kemampuan transmisi pada kabel fiber optik, pada implementasi dari suatu jaringan, beberapa jenis DP yang diperkenalkan. Syarat utama DP adalah:

1. DP dapat diubah tanpa mengganggu kabel yang sudah terpasang dengan cara melebihi kabel fiber optik beberapa meter.
2. Setiap DP harus punya ruangan untuk memuat splitter.
3. DP harus memiliki akses dari sisi depan.
4. Setiap DP harus memiliki penutup depan untuk melindungi orang dari cahaya laser yang langsung keluar dari ujung fiber.

5. DP harus mempunyai ruang untuk memuat dan memandu kabel fiber optik.



Gambar 2.8 ODP Pedestal[6]

2.4.5 Optical Network Unit (ONU)

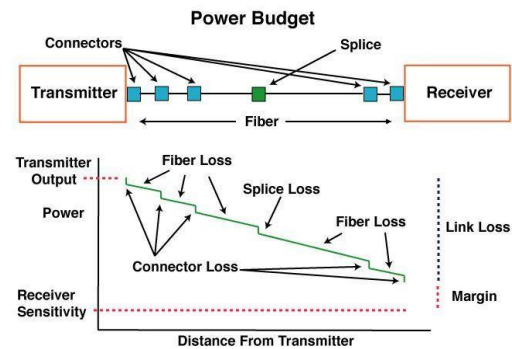
ONU menyediakan interface antara jaringan optik dengan pelanggan. Sinyal optik yang ditransmisikan melalui ODC diubah oleh ONU menjadi sinyal elektrik yang diperlukan untuk service pelanggan. Pada arsitektur FTTH, ONU diletakan di sisi pelanggan.



Gambar 2.9 Salah Satu Perangkat ONU[1]

2.5 Perhitungan OTDR

Link power budget adalah sebuah cara untuk menghitung mengenai semua parameter dalam transmisi sinyal mulai dari *gain* dan *loss* dari Tx sampai Rx melalui media transmisi. Sistem komunikasi "power budget" ini merupakan spesifikasi dari jangkauan dinamis dari elektronik, perbedaan antara daya *output* pemancar digabungkan ke dalam serat dan minimum daya yang diterima pada penerima diperlukan untuk transmisi data yang tepat. Anggaran daya sistem komunikasi akan menetapkan batas atas hilangnya *loss* kabel[2].



Gambar 2.10 Analisis Power Budget[2]

Adapun cara menghitung OTDR yang merupakan suatu alat opto elektronik untuk mengukur *loss* pada satuan panjang dengan menggunakan rumus:

$$L_m = P_r - R_{sensitivity}$$

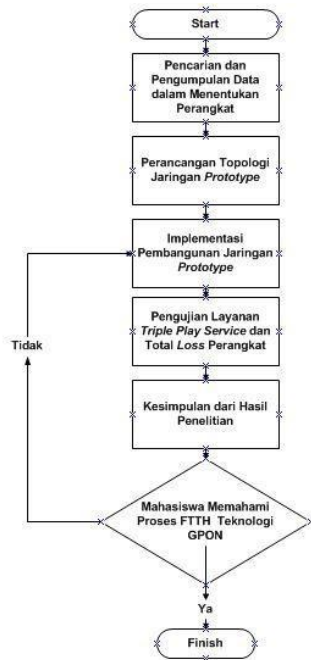
$$P_r = P_t - \text{loss fiber} - \text{splice loss} - \text{connector loss} \quad (Tx, Rx)$$

Berikut langkah-langkah cara menghitung *loss* perangkat daya *output server* dan daya *output client* menggunakan OTDR:

1. Langkah awal menghitung *loss* perangkat ini menghubungkan kabel Tx *server* atau kabel Tx *client* dengan OTDR. Dan pastikan OTDR telah dinyalakan.
2. Langkah selanjutnya tekan tombol *scan* untuk mengetahui total *loss* perangkat pada masing-masing daya *output server* maupun *output client* tunggu sampai terdapat tulisan done.
3. Jika nominal angka pada *loss* telah berhenti, Selanjutnya import data grafik yang ada pada OTDR ke PC supaya lebih mudah untuk dibaca dengan cara masuk ke menu 4 OTDR lalu tekan export. Sebelum *scan loss* perangkat pastikan pada PC telah membuka software OTDR dan tersambung antara PC dengan OTDR.
4. Tahapan berikutnya pada software OTDR pilih tools, lalu pilih load trace from instrument, kemudian membuat folder yang akan disimpan untuk data *grafik loss* perangkat. Selanjutnya akan ada perintah send all atau send one. Tekan send one apabila hanya ada satu data saja yang ingin disimpan dan tekan send all jika lebih dari satu data yang ingin disimpan. Setelah itu data tersebut akan ada di trace list dan klik 2 kali data yang ingin dibaca. Kemudian akan muncul hasil data *grafik loss* perangkat yang telah di *scan* pada OTDR.

3. Analisis dan Pembuatan Modul Praktikum

3.1 Alur Proses Pembuatan Modul Pratikum

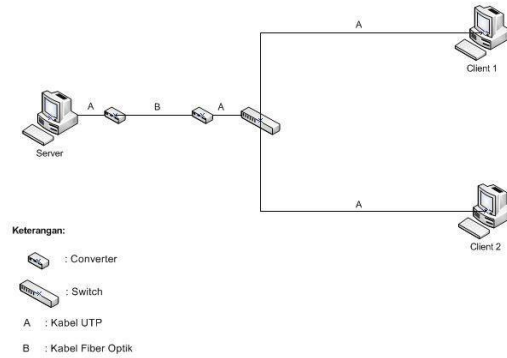


Gambar 3.1 Alur Proses Pembuatan Modul Praktikum

Proses awal pembuatan modul pratikum yaitu pencarian dan pengumpulan data yang dibutuhkan kemudian dilakukan perumusan masalah. Setelah menemukan perumusan masalah dan data pada pembuatan modul pratikum ini, selanjutnya mengumpulkan dan menentukan perangkat beserta software yang digunakan untuk membangun sebuah jaringan *prototype* FTTH. Selanjutnya dilakukan perancangan topologi sebagai dasar untuk membangun sebuah jaringan *prototype* FTTH. Setelah dilakukan perancangan dan pembangunan jaringan *prototype* FTTH lalu melakukan pengujian *triple play service* dimana aplikasi data, aplikasi video serta aplikasi suara digunakan secara bersamaan dengan memakai *software skype* yang menggunakan alat bantu *software wireshark* untuk memonitoring statistik jaringan tersebut. Kemudian pengukuran *total loss* perangkat dari *daya output client* dan *daya output server* dengan menggunakan OTDR untuk memperoleh data tercapainya standar kerja jaringan akses fiber to the home (FTTH) berbasis teknologi GPON. Dan akan mendapatkan kesimpulan dari hasil penelitian pembangunan jaringan pada pembuatan *prototype* FTTH menggunakan teknologi GPON pada prodi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom. Maka dari itu mahasiswa dapat mengetahui proses FTTH menggunakan teknologi GPON dalam pengujian *Triple Play Service* serta *total loss* perangkat pada pembuatan *prototype* di prodi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom.

3.2 Perencanaan Skema Pembangunan Jaringan Prototype FTTH

Pada pembangunan jaringan *prototype* FTTH menggunakan teknologi GPON seharusnya dilengkapi dengan perangkat utama OLT, ODC, ODP dan ONU. Tetapi perangkat utama tersebut dapat disederhanakan dan menjadi jaringan FTTH yang dapat dilihat pada gambar 2.2. Dengan mengacu pada jaringan FTTH dan adanya peralatan yang lebih mudah untuk diimplementasikan dalam pembuatan *prototype* ini terbentuk topologi jaringan seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Topologi Jaringan

Pada gambar skema pembangunan jaringan di atas dibutuhkan *server* yang terhubung dengan modem sebagai penyedia *triple play service* dan memonitoring jaringan. Lalu *server* akan *sharing* data dari modem tersebut kepada *client 1* dan *2* untuk dapat menggunakan *triple play service* melalui komponen jaringan yang digunakan pada pembuatan *prototype ini*.

3.3 Penentuan dan Spesifikasi Perangkat

Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai perangkat keras maupun perangkat lunak yang digunakan dalam pembangunan jaringan pada pembuatan *prototype* beserta spesifikasi.

3.3.1 Perangkat Keras

Perangkat Keras yang digunakan merupakan perangkat keras yang berkaitan dalam pembangunan jaringan yang akan dibangun. Berikut adalah spesifikasi Perangkat Keras yang dibutuhkan dalam pembuatan *prototype*:

Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop

Device	Server	Client 1	Client 2
Laptop	Toshiba	Toshiba	Lenovo
Processor	Intel Core i3	Intel Core i3	Intel Core i5
Memory	4 GB RAM	2 GB RAM	4 GB RAM
Harddisk	500 GB	500 GB	500 GB
Network	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps

Tabel 3.2 Spesifikasi Jaringan

Komponen	Spesifikasi
Kabel <i>Fiber Optik</i>	Multimode
Kabel UTP	-
<i>Converter Server</i>	Gigabit Ethernet
<i>Converter Client</i>	10/100 Mbps
<i>Switch</i>	Cisco Catalyst 2960 Series
<i>Connector Fiber Optik</i>	SC
<i>Connector UTP</i>	RJ45
Smartfren EVDO RevB	14,7 Mbps

3.3.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan merupakan perangkat lunak yang berkaitan dalam membantu pengujian pembangunan jaringan yang akan dibangun. Berikut adalah spesifikasi perangkat lunak yang dibutuhkan dalam pembuatan *prototype*:

Tabel 3.3 Spesifikasi Perangkat Lunak

No	Software	Spesifikasi	Deskripsi
1	Sistem Operasi	Windows 7	Sistem Operasi yang digunakan <i>Server</i>
		Windows 7	Sistem Operasi yang digunakan pada <i>Client 1</i> dan <i>Client 2</i>
2	Software atau Tools yang digunakan	Skype	Software untuk simulasi pada <i>Client</i>
		WireShark	Software yang digunakan untuk memonitoring jaringan

3.4 Skenario Pengujian

Untuk skenario pada pembuatan *prototype* ini dilakukan 2 tahap pengujian, yaitu:

3.4.1 Pengujian Pada Perangkat

Pengujian pada tahapan ini akan dilakukan pengujian untuk mengukur total *loss* komponen perangkat pembuatan *prototype* dari daya *output server* dan daya *output client* menggunakan perangkat OTDR. Adapun untuk menghitung link budget yang harus diketahui terlebih dahulu adalah kontribusi *loss* maksimum per elemen dan dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kontribusi *Loss* Maksimum Per Elemen[2]

Network Elemen	Batasan	Ukuran (db)
Kabel	Max	0.35
Splicing	Max	0.1
Connector <i>loss</i>	Max	0.25

3.4.2 Pengujian Triple Play Service

Triple Play Service merupakan kombinasi dari beberapa tipe layanan terdiri dari Aplikasi Internet, Aplikasi VoIP dan Aplikasi Video yang dapat berjalan secara bersamaan hanya melewati satu layanan saja, namun kecepatan transfer dan bandwidth tetap mencukupi untuk semuanya. Pengujian pada tahapan ini akan dilakukan pengujian triple play service untuk mengetahui standar kerja jaringan akses fiber to the home (FTTH) berbasis teknologi GPON. Dalam pengujian ini menggunakan parameter waktu yang berdurasi 60 sec, 120 sec, 180 sec dan statistik jaringan akan di capture oleh wireshark untuk mendapatkan QOS berupa throughput serta delay. Adapun dalam pengujian ini yang hanya melakukan pengukuran video streaming. Spesifikasi minimum bandwidth untuk mendukung triple play service dapat dilihat pada tabel 3.5.

Table 3.5 Spesifikasi *Minimum Bandwidth* Untuk Mendukung *Triple Play Service*

Aplikasi	<i>Minimum Bandwidth</i>
Aplikasi Internet	512 Kbps
Aplikasi VoIP	8 Kbps
Aplikasi Video	6 Mbps

Adapun tahap pengujian ini dikatakan baik berdasarkan QoS jika latensi dalam besar delay memenuhi seperti pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Spesifikasi Latensi dalam Besar Delay [ITU-T]

Kategori Latensi	Besar Delay (ms)
Sangat Bagus	<9
Bagus	9 – 50
Jelek	50 – 450
Sangat Jelek	>450

4. Implementasi dan Pengujian

4.1 Implementasi

Dalam tahap ini, dilakukan pembangunan jaringan *prototype* FTTH menggunakan teknologi GPON untuk memberikan kemudahan terhadap mahasiswa dalam pelaksanaan praktikum FTTH. Pada pembangunan jaringan FTTH dapat dilihat pada gambar 2.2. Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam pembangunan jaringan:

1. Langkah awal pembangunan jaringan *prototype* ini menghubungkan kabel serat optik multimode dengan *converter*. Pastikan panjang kabel serat optik sama agar dalam mengirimkan dan menerima data antar *converter* sama.
2. Karena *switch* yang digunakan adalah *switch* standar dan PC pun belum memiliki perangkat yang menghubungkan langsung ke serat optik, maka langkah selanjutnya menghubungkan kabel utp dengan *converter switch* maupun PC.
3. Selanjutnya Konfigurasi *switch* dengan membuat vlan supaya *server* maupun *client* dapat terhubung. Setelah Konfigurasi vlan pada switch, lalu membuat sharing data dari *server* kepada *client*, agar pada saat melakukan pengukuran *triple play service* dapat terlaksana.
4. Setelah semuanya terhubung satu sama lain, kemudian lakukan ping ke setiap ip baik melalui *server* maupun *client* bertujuan untuk memastikan apakah semua perangkat sudah terhubung dalam satu jaringan.

Tahapan berikutnya melakukan instalasi *skype* pada *client* serta instalasi *wireshark* pada *server* untuk dapat monitoring, melakukan pengukuran *triple play service*, mengukur total *loss* perangkat daya *output server* serta *client*, dan mendapatkan kesimpulan dari hasil pengukuran tersebut.

4.2 Pengujian

Pada tahap ini akan dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui kelayakan hasil pembangunan jaringan serta untuk mengetahui standar kerja jaringan akses FTTH berbasis teknologi GPON. Parameter yang hendak diukur berupa data, suara dan video secara bersamaan serta mengukur *loss* serat optik pada jaringan.

4.2.1 Pengukuran Triple Play Service

Pengukuran dilakukan dalam 3 tahap waktu yang berdurasi 60 sec, 120 sec, dan 180 sec menggunakan aplikasi *skype* dan statistik jaringan menggunakan *wireshark*. Pengambilan data rata-rata didapatkan setelah dilakukan 3 sesi pada saat *client* sedang melakukan aplikasi internet, aplikasi Voip dan aplikasi video secara bersamaan.

Tabel 4.1 Pengukuran Triple Play Service Menggunakan Kabel Serat Optik Pada Jam 20.00 – 21.00

Waktu (sec)	Throughput (MBit/sec)	Delay (ms)
60	2.061	0.0024
120	1.808	0.0024
180	1.702	0.0025

Tabel 4.2 Pengukuran Triple Play Service Menggunakan Kabel UTP Pada Jam 20.00 – 21.00

Waktu (sec)	Throughput (MBit/sec)	Delay (ms)
60	1.118	0.0042
120	0.979	0.0051
180	1.037	0.0046

Tabel 4.3 Pengukuran Triple Play Service Menggunakan Kabel Serat Optik Pada Jam 12.00 – 13.00

Waktu (sec)	Throughput (MBit/sec)	Delay (ms)
60	1.744	0.0021
120	1.612	0.0025
180	1.271	0.0033

Tabel 4.4 Pengukuran Triple Play Service Menggunakan Kabel UTP Pada Jam 12.00 – 13.00

Waktu (sec)	Throughput (MBit/sec)	Delay (ms)
60	1.621	0.0035
120	1.367	0.0035
180	1.150	0.0047

Dari Tabel 4.1, 4.2, 4.3, dan 4.4 dapat disimpulkan bahwa perbandingan QoS dalam pembangunan jaringan *prototype* ini kabel serat optik lebih baik dibandingkan dengan kabel UTP karena terlihat dari traffic *wireshark* pada pengujian yang dilakukan beberapa kali dan diambil rata-rata kedua data tersebut pada jam yang berbeda. Rata-rata pengukuran QoS pada jam 12.00 – 13.00 wib setiap harinya terlihat sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata pengukuran QoS pada jam 20.00 – 21.00 dikarenakan jam sibuk di Fakultas Ilmu Terapan.

Adapun perbandingan pengukuran Video Streaming menggunakan kabel serat optik pada waktu yang berbeda. Pengambilan data rata-rata didapatkan setelah dilakukan 3 sesi pada saat *client* hanya sedang video streaming.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Video Streaming

Jam	Waktu (sec)	Throughput (MBit/sec)	Delay (ms)
18.00	60	0.063	0.0543
	120	0.051	0.0538
19.00	180	0.033	0.0674
22.00	60	0.033	0.0499
	120	0.027	0.0425
23.00	180	0.017	0.0654

Dari Tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa QoS dalam pembangunan jaringan *prototype* ini sangat baik karena terlihat dari tabel latensi dalam besar delay pada tabel 3.6 serta *traffic* dari *wireshark* pada

pengujian yang dilakukan beberapa kali dan setiap jam berbeda.

4.2.2 Pengukuran Loss Pada Perangkat

Pengukuran tahap ini akan dilakukan menggunakan perangkat OTDR untuk mengukur total loss perangkat dari output client serta output server pada pembangunan jaringan prototype ini. Berikut merupakan pengambilan data rata-rata yang didapatkan setelah melakukan 5 sesi pengukuran:

Tabel 4.6 Pengukuran Loss Menggunakan OTDR

Output	A-B Distance (Km)	A-B Loss (db)	IOR	λ (nm)
Output dari Client 10 m Awal	0.098	4.41	1.468	1300
Output dari Client 10 m Akhir	0.098	-1.892	1.468	1300
Output dari Server 10 m Awal	0.098	3.408	1.468	1300
Output dari Server 10 m Akhir	0.098	-0.914	1.468	1300

Dari Tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa loss perangkat dari daya output server dan daya output client di akhir dalam pembangunan jaringan prototype ini baik sedangkan dari daya output server dan daya output client di awal kurang begitu baik ini disebabkan karena pada pembangunan jaringan prototype ini perangkat yang digunakan tidak seluruhnya memakai komponen serat optik sehingga kualitas link budget kurang optimal serta terlihat dari kontribusi loss maksimum per elemen pada tabel 3.4. Pengujian ini dilakukan dalam 5 sesi dan diambil rata-rata data tersebut.

4.3 Perhitungan Kuisioner

Pada tahap ini akan dilakukan kuisioner untuk mengetahui tingkat kepuasan pemahaman mahasiswa prodi teknik komputer fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom terhadap modul praktikum FTTH. Kuisioner ini berisi 10 pertanyaan yang dilakukan terhadap 25 mahasiswa terdapat 4 penilaian yaitu sangat setuju, setuju, kurang setuju dan tidak setuju. Pada 4 penilaian tersebut diberi point untuk memudahkan perhitungan hasil kuisioner. Penilaian sangat setuju diberi point 4, penilaian setuju diberi point 3, penilaian kurang setuju diberi point 2, dan penilaian tidak setuju diberi point 1 (Singarimbun, 1994: 249). Adapun perhitungan kuisioner ini pada gambar 4.1.

No	Pernyataan	Tidak Setuju	Kurang Setuju	Setuju	Sangat Setuju
1	Modul praktikum FTTH ini menggunakan teknologi GPON memberi pemahaman kepada anda	1	2	20	2
2	Modul praktikum FTTH ini memberikan pemahaman kepada anda tentang Perangkat GPON beserta fungsinya			22	3
3	Modul praktikum FTTH ini membantu dalam memenuhi kebutuhan pada pelaksanaan praktikum jaringan serat optik di Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom		4	15	6
4	Modul praktikum FTTH menggunakan teknologi GPON meningkatkan pengetahuan anda terhadap informasi tentang fiber optik yang sebelumnya anda peroleh		3	14	0
5	Setelah mengetahui proses pengujian total loss perangkat menggunakan OTDR, anda memahami cara kerja dan OTDR dalam menghitung daya output client dan daya output server		7	16	2
6	Setelah mengetahui proses pengukuran triple play service menggunakan parameter QoS, anda memahami cara untuk mengukur triple play service supaya berjalan optimal dalam jumlah client yang banyak		6	16	3
7	Pembangunan jaringan prototype FTTH dalam modul praktikum ini memberi kemudahan untuk mempelajari FTTH menggunakan teknologi GPON		2	18	5
8	Setelah melihat modul praktikum ini, anda memahami perangkat utama yang digunakan dalam FTTH		1	17	7
9	Setelah melihat modul praktikum ini, anda memahami arsitektur jaringan lokal akses FTTH		1	18	6
10	Anda memahami proses pembangunan jaringan prototype FTTH dalam modul praktikum ini		2	19	4
Total		1	28	175	46

Gambar 4.1 Perhitungan Kuisioner

(Penilaian tidak setuju * 1) + (Penilaian Kurang Setuju * 2) + (Penilaian Setuju * 3) + (Penilaian Sangat Setuju * 4) / jumlah mahasiswa / (Total soal kuisioner * 4) * 100

$$(1*1) + (28*2) + (175*3) + (46 * 4) / (40) * 100 = 76,6 \%$$

Terlihat dari hasil kuisioner bahwa sebanyak 76,6 % mahasiswa menyetujui modul ini memberikan kemudahan bagi mereka dalam mempelajari FTTH.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penyusunan proyek akhir ini yaitu:

1. QoS dalam pembangunan jaringan prototype ini dapat dikategorikan sangat baik karena delay yang dihasilkan sangat kecil dan throughput yang dihasilkan cukup besar untuk pengujian triple play service. Total loss perangkat yang dihasilkan dalam pengujian total loss perangkat dari daya output server dan daya output client kurang optimal mengingat pembangunan jaringan prototype tidak seluruhnya menggunakan komponen serat optik.
2. Pengujian ini telah meningkatkan pemahaman terhadap FTTH yang terbukti melalui kuisioner bahwa terdapat 76,6 % mahasiswa menyetujui adanya modul praktikum FTTH karena dinilai memberikan kemudahan bagi mereka dalam mempelajari FTTH.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penyusunan proyek akhir ini, ada beberapa hal yang dapat diambil saran yaitu:

1. Untuk pengembangan selanjutnya pembuatan modul pratikum ini dapat memperluas materi FTTH dengan jumlah client yang lebih banyak.
2. Akan lebih baik apabila menambahkan pada kuisioner dengan melakukan penelitian sebagai bentuk untuk mengetahui pemahaman mahasiswa terhadap FTTH.
3. Penelitian selanjutnya menggunakan jaringan yang lebih baik dan perangkat yang sesuai spesifikasi.

Daftar Pustaka

- [1] Ahambali Staff Telkom University. (2014, Mei). *Jaringan Akses (GPON dan GEPON)*. Diambil kembali dari ahambali.staff.telkomuniversity.ac.id : <http://ahambali.staff.telkomuniversity.ac.id/wp-content/uploads/sites/85/2014/05/Jaringan-Akses-GPONGEPON.pdf>
- [2] FOA. (2004, Mei). *Guide to Fiber Optics & Premises Cabling*. Diambil kembali dari The Fiber Optic Association: <http://www.thefoa.org/tech/lossbudg.htm>
- [3] CommTech. (2006). FTTx. *Fiber to the X*, 5-11.
- [4] Dwi Aryanta. (2013, April). *Analisis Perbandingan Kinerja Layanan Triple Play Pada Jaringan IP Dan MPLS Menggunakan NS2*. Diambil kembali dari library itenas: <http://lib.itenas.ac.id/kti/wp-content/uploads/2013/10/Dwi-A-Jurnal-No1Vol4-baru.pdf>
- [5] Jaringan Serat Optik. (2011). *Desain Jaringan Serat Optik I*. Diambil kembali dari repository materi politeknik Telkom : http://www.politekniktelkom.ac.id/repositori_materi/downloadMateri/id_materi/M01622
- [6] Kabel Fiber Optik. (2012). *Perangkat Teknologi FTTH dan Aksesoris*. Diambil kembali dari kabel fiber optik : <http://kabelfo.com/produk/ftth.html>
- [7] Lestari Harja.Sri. (2012). *Jaringan Optik Untuk Layanan Triple Play Dengan Menggunakan Teknologi Gygabit Passive Optical Network (GPON)*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [8] Rahman. Andi Nugraha, *Serat Optik*, Penerbit Andi, 2006.

