

IMPLEMENTASI JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON)

Sunarsan Sitohang

Fakultas Teknik dan Komputer, Program Studi Teknik Informatika
Universitas Putera Batam
Email: ssunarsan@gmail.com

Sabbram Agus Setiawan

Fakultas Teknik dan Komputer, Program Studi Teknik Informatika
Universitas Putera Batam
Email: bray.coolmen@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan perancangan jaringan *Fiber to the home* (FTTH) menggunakan teknologi *gigabit passive optical network* (GPON) dengan melihat parameter *power link budget* dan redaman yang dihasilkan. Nilai dari parameter tersebut kemudian dibandingkan dengan standar dari perusahaan Telkom sebagai perusahaan yang akan membangun jaringan FTTH pada lokasi penelitian. *Link power budget* digunakan untuk memperoleh besaran dari redaman. Standar besaran redaman Telkom adalah -28 dBm. Berdasarkan hasil pengujian jaringan FTTH diperoleh redaman downlink sebesar -25.09897 dBm dan redaman *uplink* sebesar -25.74997 dBm. Selanjutnya kinerja jaringan diukur dengan parameter *quality of service* (QoS) dengan tujuan untuk mengetahui kualitas layanan data. Parameter QoS yang digunakan adalah *bandwidth*, *packet loss*, *delay*, *jitter*, dan *throughput*. Selanjutnya *website* yang diakses sebagai bahan proses analisis untuk mendapatkan besaran parameter QoS adalah *yahoo.com*, *facebook*, dan *kompasiana.com*. Hasil analisis data menunjukkan bahwa rata-rata QoS untuk ketiga *website* di atas secara berurutan adalah *bandwidth* sebesar 1828.6 kbps, *packet loss* sebesar 0.9 kbps, *delay* sebesar 37.89 ms, *jitter* sebesar 2.81 ms dan *throughput* sebesar 0.93.

Kata kunci: FTTH; GPON; QoS; jaringan.

ABSTRACT

This research is done by designing Fiber to the home network (FTTH) using gigabit passive optical network (GPON) technology by looking at power link budget and attenuation parameters. The value of these parameters is then compared with the standard of Telkom's company as the company that will build FTTH network in the research location. Power budget link is used to obtain the quantity of attenuation. Standard dimension of Telkom attenuation is -28 dBm. Based on FTTH network test results obtained attenuation downlink equal to -25.09897 dBm and attenuation of uplink equal to -25.74997 dBm. Furthermore, network performance is measured with quality of service parameters (QoS) in order to know the quality of data services. QoS parameters used are bandwidth, packet loss, delay, jitter, and throughput. Furthermore, the website accessed as a process of analysis materials to obtain the quantity of QoS parameters is yahoo.com, facebook, and kompasiana.com. the result of data analysis shows that the average QoS for the three websites above are sequentially 1828.6 kbps bandwidth, packet loss of 0.9 kbps, delay of 37.89 ms, jitter of 2.81 ms and throughput of 0.93.

Keywords: FTTH; GPON; QoS; network.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi didunia ini mengalami perubahan dengan sangat cepat. Sebagian besar perubahan dilakukan pada teknologi akses, khususnya dijalar data berkecepatan tinggi. Maka untuk peningkatan kualitas layanan dijalar data dengan cara penggantian akses jaringan ke *fiber optik*. Teknologi serat optik mempunyai laju data yang bebas dari *inferensi* dan akses jalur data yang cepat.

PT Telkom Akses Batam adalah perusahaan yang bergerak dalam bisnis penyediaan layanan konstruksi dan pengelolaan infrastruktur jaringan yang selalu memenuhi kebutuhan pelanggannya dengan akses jaringan lokal tembaga berupaya membangun jaringan berkecepatan tinggi berbasis serat optik. Salah satu teknologinya adalah menggunakan FTTH (*Fiber to The Home*). *Fiber to The Home*

menggunakan koneksi *internet broadband* yang memakai kabel serat optik untuk pengguna *personal* atau rumahan. Pembangunan jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) karena sudah mendukung aplikasi *triple play* yang melayani 3 layanan seperti suara, video, dan juga data dalam satu alat.

Sistem komunikasi serat optik adalah sistem komunikasi yang dalam pengiriman dan penerimaan sinyal menggunakan sumber optik dan detektor optik dengan panjang gelombang sinar inframerah antara 850 nm – 1550 nm (*frekuensi* 0,035 THz – 0,019 THz) yang dilakukan pada media transmisi serat optik [1]. Serat optik tipe *single mode step index* mempunyai redaman yang relatif kecil pada panjang gelombang 1310 dan 1550 nm serta kapasitas besar identik dengan *bandwidth* yang lebar [2]. *Bandwidth* yang lebar dibutuhkan untuk *transfer* informasi baik *internet*, *e-commerce*, *e-mail*, *electronic documentation transfer*, video dan *mobile telephony*. GPON memiliki efisiensi *bandwidth* yang lebih baik karena sangat cocok diterapkan dalam membangun jaringan FTTH, dimana pelanggannya membutuhkan *bandwidth* yang cukup besar [3].

Masyeha Bukit Mas adalah salah satu perumahan di Batam yang dipilih untuk pembangunan jaringan FTTH karena masih menggunakan jaringan lama yang memiliki jalur akses data yang terbatas. Banyak laporan dari masyarakat tentang layanan *internet* jaringan lama yang kurang memuaskan. Misalnya, jaringan yang sering hilang *signal*, *bandwidth* yang lemah, *browsing* yang melambat, dan mengalami jaringan putus tiba-tiba bahkan hilang sama sekali. Hilangnya jaringan akses pada jaringan lama seolah-olah menjadi rutinitas yang harus pelanggan terima.

Masalah yang dihadapi PT. Telkom yaitu banyaknya keluhan pelanggan tentang kecepatan yang dihasilkan dari jaringan saat ini yaitu jaringan kabel tembaga khususnya masyarakat perumahan Masyeha Bukit Mas di Kota Batam. Keluhannya berupa jaringan layanan internet jaringan tembaga sangat lambat, sering *signal* hilang, *bandwidth* yang lemah, *browsing* yang melambat, dan mengalami jaringan putus tiba-tiba bahkan hilang sama sekali. Berdasarkan observasi maka disimpulkan bahwa teknologi jaringan lama tidak mampu lagi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, disamping itu sudah ada teknologi terbaru yang muncul sebagai teknologi yang mumpuni yang sedang diterapkan oleh PT. Telkom.

Berdasarkan masalah diatas maka solusi yang ditawarkan adalah mengimplementasikan jaringan *fiber optik* mulai dari sentral sampai ke pelanggan. Kegiatan implementasi jaringan FTTH diantaranya membuat gambar skema jalur pentransmisi jaringan FTTH, menentukan *link power budget* dan QoS sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas jaringan FTTH.

1.1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah kumpulan dua atau lebih komputer yang saling berhubungan satu sama lain untuk melakukan komunikasi data dengan menggunakan protokol komunikasi melalui media komunikasi (kabel atau nirkabel), sehingga komputer-komputer tersebut dapat saling berbagi informasi, data, program-program, dan penggunaan perangkat keras secara bersama. Jenis jaringan komputer terdiri dari [4]:

- 1) Jaringan Nirkabel: Jaringan nirkabel adalah satu jenis jaringan yang media transmisinya menggunakan *wireless* frekuensi radio, yang mana sinyal-sinyal yang dikirim menyebar keseluruh *client* dari hasil *broadcast link* suatu alat yang sering disebut dengan *access point* [5].
- 2) Jaringan Kabel: Jaringan kabel LAN merupakan jaringan yang terbentuk dari gabungan beberapa komputer yang saling tersambung melalui saluran fisik (kabel). Dimana jaringan LAN menggunakan empat tipe kabel yaitu Coaxial, UTP, STP, dan *Fiber Optik*.

1.2 Quality of Service (QoS)

Quality of service (QoS) menunjukkan kemampuan sebuah jaringan dalam menyediakan layanan yang lebih baik bagi trafik yang melewatinya [6]. Kemampuan QoS merupakan kumpulan dari beberapa parameter besaran teknis, yaitu [7]:

- 1) *Throughput* yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam *bit/s*. *Throughput* merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destinasi* selama *interval* waktu tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut.
- 2) *Delay* adalah waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya.
- 3) *Jitter* merupakan variasi dari *delay end-to-end*. Level yang tinggi pada *jitter* dalam aplikasi berbasis *user datagram protocol* (UDP) merupakan situasi yang tidak dapat diterima dimana aplikasi merupakan aplikasi *real time*, seperti sinyal audio dan video.
- 4) *Packet loss* didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket IP mencapai tujuannya. Kegagalan paket tersebut untuk mencapai tujuan dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan yaitu terjadinya *overload* trafik didalam jaringan, tabrakan (*congestion*) dalam jaringan, *error* yang

terjadi pada media fisik, kegagalan yang terjadi pada sisi penerima antara lain bisa disebabkan karena *overflow* yang terjadi pada *buffer*.

1.3 Jaringan FTTX

Secara umum sistem jaringan FTTX yaitu jaringan lokal berbasis *fiber optik*, dimana dalam sistem ini terdapat dua buah atau lebih perangkat aktif, di mana satu perangkat aktif yang di pasang disisi sentral yang berfungsi untuk mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik, dan satu perangkat lagi dipasang didekat pelanggan atau dilokasi pelanggan itu sendiri yang berfungsi mengubah kembali dari sinyal optik menjadi sinyal elektrik, dimana lokasi perangkat aktif disisi pelanggan disebut juga titik konversi optik (TKO), dengan demikian TKO adalah batas akhir kabel optik ke arah pelanggan yang berfungsi sebagai lokasi konversi sinyal optik ke sinyal elektrik [8]. Perbedaan letak TKO menimbulkan modus aplikasi FTTX yang berbeda-beda berupa:

- 1) *Fiber to The Building*, 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*, FTTB dapat dianalogikan dengan daerah catu langsung atau terminal blok (TB) pada jaringan kabel tembaga.
- 2) *Fiber to The Zone*, TKO terletak disuatu tempat di luar bangunan, biasanya berupa *cabinet* yang di tempatkan di pinggir jalan sebagai mana biasanya, terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa kilometer.
- 3) *Fiber to The Curb*, TKO terletak disuatu tempat di luar bangunan, baik di dalam *cabinet*, di atas tiang maupun di *man hole*, terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga hingga beberapa ratus meter saja, FTTC dapat dianalogikan sebagai pengganti *Distribusi Point* (DP).
- 4) *Fiber to The Tower*, TKO terletak didalam *shelter* dari pada *tower*, *terminal equipment system* GSM / CDMA dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga *indoor* hingga beberapa meter saja, jaringan kabel FO yang mencatu *tower*. FTTH adalah jaringan yang terdiri dari perangkat aktif baik OLT (*Optical Line Termination*) dan ONT (*Optical Network Termination*) yang di hubungkan dengan media *fiber optik* dan perangkat pendukung lainnya atau yang di sebut ODN (*Optical Distribution Network*) seperti ODC, ODP, Splitter, ODF.
- 5) *Fiber to The Home*, TKO terletak didalam rumah pelanggan, terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga *indoor* hingga beberapa meter saja. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi serat *optic* yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional. Dan juga di dorong untuk mendapatkan layanan yang di kenal dengan *Triple Play Services* yaitu layanan akan akses *internet* yang cepat, suara (jaringan telepon, PSTN) dan video (TV Kabel) dalam satu infrastruktur pada unit pelanggan.

1.4 Gigabit Passive Optical Network (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.

Konfigurasi GPON terdiri dari 3 bagian utama yaitu:

- 1) OLT (*Optical Line Terminal*) adalah perangkat utama terpasang di sisi sentral
- 2) ODN (*Optical Data Network*) adalah perangkat *fiber optic* meliputi ODF, ODC, ODP, Splitter.
- 3) ONT (*Optical Network Terminal*) adalah perangkat aktif disisi pelanggan.

GPON mampu memberikan layanan *Triple Play* yaitu *voice*, data dan video [8].

- 1) *Voice*: Bila kita memberikan layanan *voice* via jaringan FTTH GPON maka layanan *voice* dapat diberikan melalui
 - a. POTS port pada ONT dengan antar muka FXS (RJ11)
 - b. Dengan POTS ini maka telepon yang digunakan berupa telepon analog (telepon biasa)
 - c. SIP /H.248 *Phone* (RJ45)
 - d. Dengan *protocol* SIP/H.248 maka terminal telepon yang digunakan berupa IP *phone*. *Interface* yang digunakan antara IP *phone* dan ONT berupa RJ45.
- 2) *Video / IPTV*: Untuk layanan *video* atau IPTV dapat dicapai dengan menggunakan dua opsi. Opsi pertama menggunakan *interface* RF sedangkan opsi kedua menggunakan *interface Ethernet*.
- 3) *Data Comm*: Untuk layanan komunikasi data, maka *interface* yang digunakan adalah RJ45.

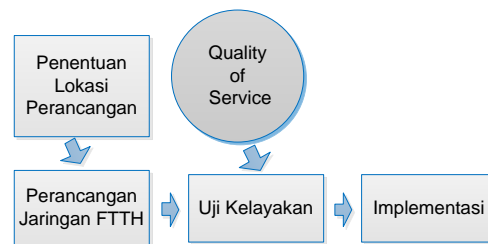
1.5 Tools dan Software Pendukung

Untuk membantu pengerjaan penelitian ini, peneliti menggunakan beberapa tools dan software, diantaranya:

- 1) *Google Earth*
Google *Earth* merupakan sebuah program *globe virtual* yang sebenarnya disebut *earth viewer* dan dibuat oleh Keyhole, Inc [9]. Program ini memetakan bumi dari superimposisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan *globe GIS* (sistem informasi geografis) tiga dimensi.
- 2) *Optical Power Meter (OPM)*
OPM digunakan untuk mengukur daya yang dipancarkan yaitu mengukur redaman dari *fiber optik* yang tengah berjalan [10]. Cara kerja OPM dapat dilihat dari nilai daya input yang di pancarkan dan nilai daya output yang di terima oleh OPM dengan satuan dBm (*Desibell milliwatt*) karena data yang di ambil mewakili satuan daya dalam satuan algoritmik.
- 3) *Axence netTool*
Merupakan *tool* yang yang dipakai untuk menganalisa *performance* suatu jaringan untuk menentukan *bandwidth*, *packet los*, *delay*, dan *jitter*. *Axence netTools* adalah satu set sepuluh alat-alat praktis untuk *scanning* jaringan dan monitoring yang populer di seluruh dunia. *Software* ini dirancang baik untuk rumah dan penggunaan komersial.

1.6 Kerangka Pemikiran

Setelah sintesa atau kesimpulan sementara dapat dirumuskan maka selanjutnya disusun kerangka berfikir [11]. Adapun kerangka pemikiran penelitian ini tertera pada gambar 1 dibawah ini:

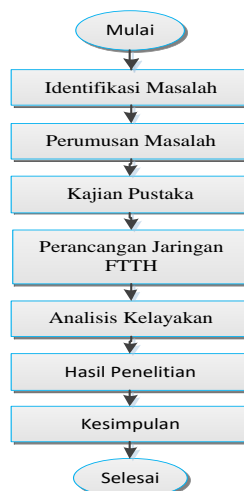


Gambar 1. Kerangka Pemikiran

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

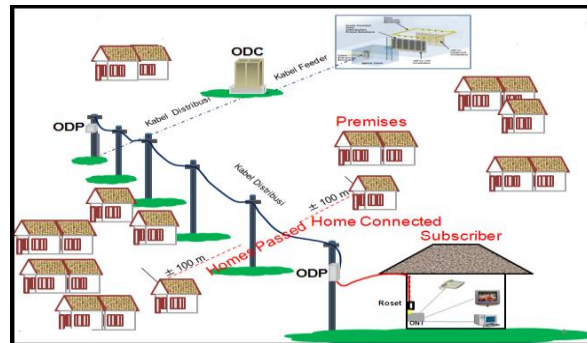
Desain penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid dengan tujuan dapat ditemukan, dikembangkan, dan dibuktikan, suatu pengetahuan tertentu sehingga pada gilirannya dapat digunakan untuk memahami, memecahkan dan mengantisipasi masalah [11]. Pada gambar 2 merupakan desain penelitian.



Gambar 2. Desain Penelitian

2.2 Perancangan Awal

Berikut pada gambar 3 dibawah ini adalah rancangan awal jaringan FTTH yang direncanakan.



Gambar 3. Konfigurasi Umum FTTH

2.3 Penentuan Perangkat

Pada penelitian ini perangkat jaringan yang dibutuhkan pada perancangan jaringan yang akan dibangun sebagai berikut:

- 1) Perangkat *Optical Line Terminal* (OLT): Perangkat OLT merupakan perangkat aktif yang terletak di STO yang berfungsi mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik [8].
- 2) Perangkat *Optical Distribution Point* (ODC): Suatu *tool* pasif yang yang dipasang dibagian luar STO diletakkan di lapangan (*outdoor*) dan juga diletakkan dibagian dalam ruangan/di MDF Gedung HRB (*indoor*), yang mempunyai kegunaan antara lain:
 - a. *point* terminasi ujung kabel *feeder* dan pangkal kabel distribusi
 - b. *point* distribusi transmisi berupa kabel dari kapasitas besar (*feeder*) menjadi beberapa kabel yang kapasitasnya lebih kecil lagi (*distribusi*) untuk *flexibilitas*.
 - c. Media atau tempat *splitter*.
 - d. Media penyambungan.
- 3) *Passive Splitter*: *Passive Splitter* (PS) adalah suatu *tool* pasif dimana kegunaannya untuk membagi informasi sinyal optik (gelombang cahaya), kapasitas *distribusi* dari *passive splitter* terdiri dari berbagai jenis yaitu 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, dan 1:64. Dalam menggunakan *passive splitter* perlu diperhatikan karena setiap splitter mempunyai redaman yang berbeda untuk perhitungan *Link Power Budget*. Redaman dari masing-masing splitter dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. *Passive splitter*

<i>Network Elemen</i>	<i>Batasan</i>	<i>Ukuran</i>
1:2	Maximal	3,70 dB
1:4	Maximal	7,25 dB
1:8	Maximal	10,38 dB
1:16	Maximal	14,10 dB
1:32	Maximal	17,45 dB

- 4) Perangkat *Optical Distribution Point* (ODP): perangkat *passive* yang juga dipasang diluar STO, dapat dipasang diluar ruangan maupun didalam ruangan. Jenis ODP ada 3 yaitu ODP *Wall*, ODP *Pedestal*, dan ODP *Closure*. Adapun fungsi ODP sebagai berikut:
 - a. Sebagai titik terminasi ujung kabel distribusi dan titik tambat awal.
 - b. Sebagai titik distribusi kabel distribusi menjadi beberapa saluran kabel drop.
 - c. Tempat *Splitter*.
 - d. Tempat penyambungan kabel distribusi dan tempat terminasi kabel drop.
Dilihat dari lokasi tempat pemasangan ODP dapat di bagi menjadi 3 yaitu;
 - a. ODP *Wall/ On Pole*, ODP ini dipasang di dinding atau diatas tiang dalam hal ini adalah pada instalasi kabel *drop* atas tanah (*aerial*).
 - b. ODP *Pedestal*, jenis ODP ini dipasang diatas permukaan tanah, dan digunakan untuk pemasangan kabel drop bawah tanah dengan pelindung pipa pvc 2 cm.
 - c. ODP *Closure*, jenis ini sangat *fleksibel* bisa diinstalasi didekat tiang, atau dipasang diantara dua tiang (pada kabel distribusi *aerial*)

5) Kabel *Fiber Optic*

- a. *Feeder*: Merupakan kabel *fiber optic* yang mempunyai fungsi untuk menyalurkan informasi yang berupa sinyal optik hasil konversi perangkat OLT, biasanya menggunakan kabel *Single Mode* tipe G652D
- b. *Distribusi*: Merupakan kabel *fiber optic* yang mempunyai fungsi untuk meneruskan informasi yang berupa sinyal optik mulai dari ODC sampai ke ODP dan tetap menggunakan kabel *fiber optic Single Mode* tipe G652D dan jenis instalasinya sama dengan *feeder*
- c. Kode warna *isolasi coating*: Untuk lebih jelasnya kode warna dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5 dibawah ini:

No Urut Loose Tube	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Warna	Biru	Oranye	Hijau	Coklat	Abu-abu	Putih	Merah	Hitam	Kuning	Ungu	Merah muda	Biru toska

Gambar 4. Warna *Isolasi Coating* (Dalam)

No Urut Loose Tube	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Warna	Biru	Oranye	Hijau	Coklat	Abu-abu	Putih	Merah	Hitam	Kuning	Ungu	Merah muda	Biru toska	Warna Emas	Warna Perak

Gambar 5. Warna *Isolasi Coating* (Luar)

(Sumber: Telkom Akses)

- 6) Perangkat *Optical Termination Premies* (OTP): OTP merupakan perangkat pasif yang dipasang disisi pelanggan yang mempunyai fungsi sebagai titik terminasi atau titik tambat akhir dari kabel *outdoor* dan *indoor*.
- 7) Perangkat *Optical Network Terminal* (ONT): ONT merupakan perangkat aktif yang dipasang disisi pelanggan yang berfungsi mengubah sinyal *optic* menjadi sinyal elektrik dan mempunyai keluaran dengan layanan *triple play*.
- 8) Perangkat Konektor: konektor merupakan perangkat yang dipasang di ujung dari *core optic* baik pada kabel *feeder*, *distribusi* drop maupun *indoor* sebagai penghubungnya.
- 9) *Optical Indoor Outlet* (Roset): Roset merupakan perangkat *pasif* yang diletakan didalam rumah pelanggan, yang menjadi titik terminasi akhir dari kabel *indoor fiber optic*, kapasitas roset biasanya 1 atau 2 port.
- 10) *Pigtail*: Seutas serat optik yang pendek untuk menghubungkan perangkat dengan kabel optik, dilengkapi satu konektor pada salah satu ujungnya.
- 11) *Patch – cord*: Penyambung / kabel interkoneksi, biasanya dengan konektor yang sudah terpasang di kedua ujungnya, digunakan untuk menghubungkan dua perangkat

2.4 Analisis Kelayakan

Analisis kelayakan pada penelitian ini menggunakan metode perhitungan. Parameter yang dihitung adalah *Link Power Budget* dan *Power Margin* untuk uji kelayakan hasil perancangan. Untuk mengantisipasi kebutuhan operasional maka dalam desain FTTH harus disediakan margin antara 2 sampai 3 dB, sehingga dalam merencanakan pembangunan maksimum redaman antara 25 sampai 26 dB, kabel 0,35 dB/km, splicing 0,1 dB, *connector los* 0,25 dB [8].

Link Power Budget, Untuk perhitungan *Link Power Budget* dapat dihitung dengan persamaan:

$$a_{tot} = L \cdot a_{serat} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + Sp + RI \quad (1)$$

Bentuk persamaan untuk perhitungan margin daya adalah:

$$M = (Pt - Pr) - a_{total} - SM \quad (2)$$

Keterangan:

Pt: Daya keluaran sumber optik (dBm), Pr: Sensitivitas daya maksimum *detector* (dBm), SM: *Safety margin*, berkisar 2-3 dB, L: Panjang Serat Optik (KM), Ns: Jumlah sambungan, Nc: Jumlah konektor, Sp: Redaman Splitter, RI: Redaman Instalasi (dB/Km), a_{tot} : Redaman Total Sistem (dB),

α_c : Redaman Konektor (dB/buah), α_s : Redaman Sambungan (dB/sambungan), α_{serat} : Redaman Serat Optik (dB/Km)

Margin daya disaratkan harus memiliki nilai lebih dari 0 (nol), margin daya adalah daya yang dari *loss* selama proses pentransmisian, pengurangan dengan nilai *safety margin* dan pengurangan dengan nilai *sensitifitas receiver*.

2.5 Pengukuran Qos

Berikut kategori-kategori standar dalam pengukuran parameter QoS [12]:

- 1) *Bandwidth*: Sebuah *bandwidth* dikatakan bagus jika memilih nilai *upload* dan *download* yang tinggi. Besarnya dapat diklasifikasikan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Kategori bandwidth

No	Kategori	Upload	Download	Indeks
1	Sangat Bagus	> 1,00 Mb/s	>4,00 Mb/s	4
2	Bagus	0,60–0,99 Mb/s	2,00-3,99 Mb/s	3
3	Sedang	0,30– 0,59 Mb/s	1,00-1,99 Mb/s	2
4	Jelek	< 0,3 Mb/s	<1,00 Mb/s	1

- 2) *Packet Loss*: Berdasarkan standar dari *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON) *packet loss* dikategorikan sesuai dengan tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Kategori packet loss

No	Kategori	Latency	Indeks
1	Sangat Bagus	0 %	4
2	Bagus	1 – 3 %	3
3	Sedang	4 – 15 %	2
4	Jelek	16 – 25 %	1

- 3) *Delay*: adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Throughput*: Kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. Kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. Besarnya dapat diklasifikasikan pada tabel 4 sebagai berikut

Tabel 4. Delay, Jitter, Throughput

Kategori	Throughput	Jitter	Throughput
Sangat Bagus	100 %	0 ms	100 %
Bagus	75 %	0 sampai 75 ms	75 %
Sedang	50 %	76 sampai 125 ms	50 %
Jelek	<25 %	125 sampai 225 ms	<25 %

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini perancangan awal jaringan dimulai dengan penentuan lokasi. Perumahan Masyeba Bukit Mas dipilih sebagai lokasi penelitian. STO (*Sentral Telepon Otomatic*) Bukit Dangas berada sekitar 8,57 Km dari perumahan Masyeba Bukit Mas, ODC berada 0,58 km dari ODP terjauh, dan ODP berada 0,15 km dari ONT terjauh. Peneliti melakukan survei kelokasi untuk mengambil koordinat yang akan digunakan untuk pembuatan desain gambar pembangunan jaringan FTTH yang akan diimplementasikan pada aplikasi *Google Earth*. Berikut hasil koordinat di tunjukan pada tabel 7, deskripsi pada gambar 6 dan 7 sebagai berikut:

Tabel 5. Koordinat posisi perangkat

Perangkat	Koordinat
<i>Optical Line Terminal</i> (STO BDS)	1.123862,103.941688
<i>Optical Distribution Point</i> (BDS FAA)	1.115758, 103.984093
<i>Optical Distribution Point</i> (BDS FAA 58)	1.116380, 103.985255
<i>Optical Distribution Point</i> (BDS FAA 59)	1.116384, 103.985610
<i>Optical Distribution Point</i> (BDS FAA 60)	1.116326, 103.986481
<i>Optical Distribution Point</i> (BDS FAA 61)	1.116011, 103.987006
<i>Optical Distribution Point</i> (BDS FAA 62)	1.115760, 103.986350
<i>Optical Distribution Point</i> (BDS FAA 63)	1.115747, 103.985549



Gambar 6. Fiber Optic STO Bukit Dangas-ODC Masyeba Bukit Mas



Gambar 7. Fiber Optik ODC-ODP-ONT

3.1 Uji Kelayakan

Setelah melakukan perancangan jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON, untuk mengetahui kelayakan sistem dan batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan juga pada sensitivitas penerima maka dianalisis menggunakan parameter *Power Link Budget* dan *Margin Daya*. Margin daya disarutkan harus memiliki nilai lebih dari 0 (nol), margin daya adalah daya yang dari loss selama proses pentransmisian, pengurangan dengan nilai safety margin dan pengurangan dengan nilai sensitivitas *receiver*.

Data-data yang akan digunakan untuk perhitungan antara lain:

- | | |
|--|---------------------|
| 1) Sensitivitas detector (OLT) | : -28 dBm |
| 2) Redaman Serat Optik G.652 (1310/1490) | : (0,35/0,28) dB/Km |
| 3) Redaman Splice | : 0,05 dB/Splice |
| 4) Konektor | : 0,2 dB |
| 5) Passive 1:4 | : 7,25 dB |
| 6) <i>Passive</i> 1:8 | : 10,38 dB |
| 7) Jumlah Sambungan | : 4 buah |
| 8) Jumlah Konektor (sambungan) | : 4 buah |
| 9) Redaman Instalasi | : 2,86497 dB |
| 10) SM | : 6 dB |

Perhitungan akan dilakukan dengan cara menghitung jarak terjauh dari STO Bukit Dangas menuju ONT terjauh pada perumahan Masyeba Bukit Mas karena jika ONT terjauh memenuhi kelayakan maka ONT terdekat pasti akan memenuhi kelayakan batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan dapat diuraikan sebagai berikut: Jarak STO BDS – ODC= 8,57Km, Jarak ODC-ODP Terjauh= 0,58 Km, Jarak ODP-ONT Terjauh= 0,15 Km.

Perhitungan *Downlink* dengan menggunakan persamaan 1, maka:

$$\alpha_{tot} = (8,57*0,28) + (0,58*0,28) + (0,15*0,28) + (4*0,2) + (4*0,05) + (7,25+10,38) + 2,86497$$

$$= 2,3996 + 0,1624 + 0,042 + 0,8 + 0,2 + 17,63 + 2,86497$$

$$\alpha_{tot} = 24,09897 \text{ dB}$$

Sehingga untuk perhitungan Margin daya dengan menggunakan persamaan 2 adalah:

$$Pr = 5 - 24,09897 - 6 \quad Pr = - 25,09897 \text{ dBm}$$

$$M = (Pt - Pr (\text{Sensitivitas})) - \alpha_{tot} - SM \quad M = (5 - (-28)) - 24,09897 - 6$$

$$M = (5 + 28) - 24,09897 - 6$$

$$M = 3,90103 \text{ dBm}$$

Nilai M yang diperoleh dari hasil perhitungan *downlink* ternyata menghasilkan nilai yang masih berada diatas 0 (nol) dB. Hal ini mengindikasikan bahwa link diatas memenuhi kelayakan *link power budget*.

Perhitungan *Uplink* dengan menggunakan persamaan 1, maka:

$$\begin{aligned} a_{tot} &= (8,57*0,35) + (0,58*0,35) + (0,15*0,35) + (4*0,2) + (4*0,05) + (7,25+10,38) + 2,86497 \\ &= 2,9995 + 0,203 + 0,0525 + 0,8 + 0,2 + 17,63 + 2,86497 \\ &= 24,74997 \text{ dB} \end{aligned}$$

Sehingga untuk perhitungan Margin daya dengan menggunakan persamaan 2 adalah:

$$Pr = 5 - 24,74997 - 3$$

$$Pr = - 25,74997 \text{ dBm}$$

$$M = (Pt - Pr (\text{Sensitivitas})) - a_{tot} - SM$$

$$M = (5 - (-28)) - 24,74997 - 3$$

$$M = (5 + 28) - 24,74997 - 3$$

$$M = 3,25003 \text{ dBm}$$

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*. Selanjutnya, melakukan konfigurasi yaitu proses pengiriman paket *internet* dengan menggunakan aplikasi *my indihome* yang merupakan aplikasi internal dari Telkom.

3.2 Pengukuran QoS

Pengukuran *Quality of Service* dilakukan dengan cara memilih secara acak 6 pelanggan *indihome* kabel *fiber optic*. Pada tabel 6 adalah hasil rekapitulasi pengukuran parameter QoS *indihome* kabel *fiber optic*.

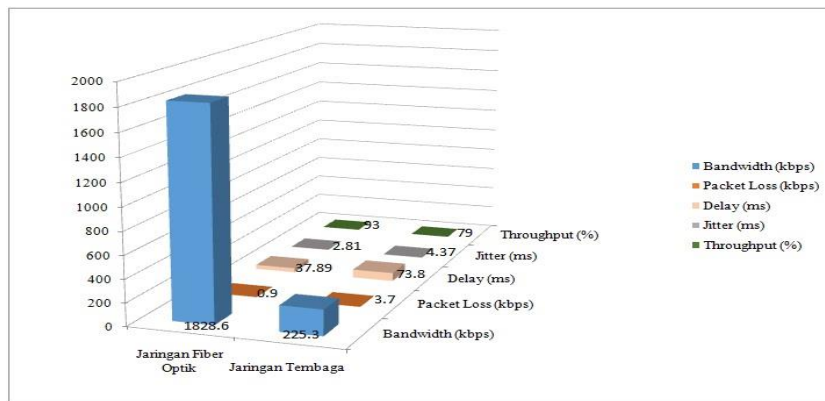
Keterangan dari tabel 6 adalah sebagai berikut: Pengguna 1. Anwar Hidayat (Blok E No7) 2. Ryan Kurniawan (Blok A No 12) 3. Fri Dona (Blok F No 8) 4. Endang Monalisa (Blok C No 12A) 5. Andi Irawan bin Sunardi (Blok H No 9) 6. Andi Budiardi (Blok D No 8). a menyatakan *website www.yahoo.com*, b menyatakan *website www.facebook.com*, dan c menyatakan *website www.kompasiana.com*. S: *sent*, R: *receive*, L: *loss*, Ave: rata-rata, Tot: Total.

Dari hasil penelitian pada perumahan Masyeba Bukit Mas di peroleh hasil rata-rata *bandwidth* pada jaringan *fiber optic* saat membuka *website yahoo, facebook*, dan *kompasiana* sebesar 1828.6 kbps, rata-rata *packet loss* sebesar 0.9 kbps, rata-rata *delay* sebesar 37.89 *mili second* (ms), rata-rata *jitter* sebesar 2.81 *mili second* (ms), rata-rata *throughput* sebesar 93% seperti tertera pada tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6. Rekapitulasi pengukuran parameter QoS

User	Web	Paket				Band (kbps)			Paket				D (m/s)			Packet			
		S	R	L	%	Max	Min	Avg	S	R	L	%	Max	Min	Avg	S	R	R (%)	L (%)
1	a	29	29	0	0	2960	31	1484	29	29	0	0	26	5	10	22	22	100%	0%
	b	61	59	2	0,03	3077	32	1914	61	59	2	0,03	30	5	9	22	22	100%	0%
	c	37	32	5	0,14	2865	19	1760	37	32	5	0,14	695	6	63	19	19	100%	0%
2	a	19	19	0	0	2939	1111	2260	19	19	0	0	268	6	20	26	26	100%	0%
	b	21	21	0	0	3154	24	2295	21	21	0	0	515	5	37	44	41	93%	7%
	c	21	21	0	0	2718	18	1388	21	21	0	0	283	6	37	23	23	100%	0%
3	a	10	10	0	0	2598	190	1629	10	10	0	0	86	6	24	18	18	100%	0%
	b	29	29	0	0	3244	367	1965	29	29	0	0	771	5	61	40	39	98%	3%
	c	27	27	0	0	2776	494	1948	27	27	0	0	81	6	16	23	23	100%	0%
4	a	18	18	0	0	2852	28	1222	18	18	0	0	518	7	134	17	14	82%	18%
	b	24	23	1	0,04	3026	47	1304	24	23	1	0,04	514	6	128	38	5	13%	87%
	c	49	49	0	0	2785	35	1255	49	49	0	0	27	6	10	29	29	100%	0%
5	a	49	48	1	0,02	2926	238	2286	49	48	1	0,02	27	6	8	36	36	100%	0%
	b	13	13	0	0	3240	1334	2443	13	13	0	0	15	5	7	22	21	95%	5%
	c	32	32	0	0	2951	890	2376	32	32	0	0	22	6	9	37	37	100%	0%
6	a	34	32	2	0,06	2840	19	1007	34	32	2	0,06	677	6	82	32	32	100%	0%
	b	59	53	6	0,1	3153	338	2150	59	53	6	0,1	17	5	8	35	35	100%	0%
	c	29	29	0	0	2915	176	2229	29	29	0	0	142	6	19	42	42	100%	0%
Tot		561	544	17	0,39	53019	5391	32915	561	544	17	0,39	4714	103	682	525	484	1681%	1,2
Ave		31.3	30.2	0.9	0,02	2945.5	299.5	1828.6	31.3	30.2	0.9	2%	261,9	5.72	37.89	29,2	26,89	93%	0,07

Berikut pada gambar 8 grafik nilai rata-rata pengukuran QoS jaringan *fiber optic* dengan jaringan tembaga yaitu jaringan lama, dari grafik tersebut kita dapat membandingkan dengan standar TIPHON, maka *bandwidth* masuk kedalam kategori sangat bagus yaitu 1828.6 kbps, *packet loss* sangat bagus yaitu 0.9 kbps, *delay* sangat bagus yaitu < 150 ms, *jitter* bagus yaitu 2.81 ms dan *throughput* bagus yaitu 93%.



Gambar 8. Grafik Rara-rata Pengukuran QoS

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Perhitungan uji kelayakan jaringan FTTH dengan teknologi GPON, kelayakan sistem untuk *Link Power Budget* didapatkan redaman total pada jarak terjauh untuk *downlink* sebesar - 25,09897 dBm dan - 25,74997dBm untuk *uplink*. Hal ini masih dibawah redaman yang dikeluarkan pihak Telkom Akses yaitu maksimal redaman sebesar -28 dBm.
- 2) Kualitas jaringan Wifi jaringan *fiber optik* lebih baik dari jaringan tembaga. Pengujian ini dilihat dari hasil rata-rata QoS pada saat membuka website yahoo, facebook, dan kompasiana di jaringan *fiber optik* mendapatkan *bandwidth* sebesar 1828.6 kbps, *packet loss* sebesar 0.9 kbps, *delay* sebesar 37.89 ms, *jitter* sebesar 2.81 ms dan *throughput* sebesar 0.93%. Pada jaringan *speedy* tembaga mendapatkan *bandwidth* sebesar 225.3kbps, *packet loss* sebesar 3.7 kbps, *delay* sebesar 73.8 ms, *jitter* sebesar 4.37 ms dan *throughput* sebesar 0.79%.
- 3) Implementasi jaringan FTTH dengan teknologi GPON dapat menstabilkan koneksi jaringan *internet*. Dari nilai yang didapatkan, maka *bandwidth*, *packet los*, *delay*, *jitter*, *throughput* menjadi factor yang sangat diperlukan agar kualitas jaringan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hikmaturokhan, A. 2014. "Defitri. Analisa dan Perencanaan Fiber to The Home (FTTH) pada survey Homepass STO Solo Di Area Klaten Selatan". Pros Semin Nas Apl Sains Teknol. 3(November):63–70.
- [2] Danaryani S, Syamsul Y, Krisnadi I. 2015. "Studi Perancangan Jaringan Komunikasi Serat Optik Dwdm L Band dengan Penguat Optik Edfa". SETRUM. 4(2):16–20.
- [3] Dermawan B, Santoso I, Prakoso T. (2016) "Analisis Jaringan Ftth (Fiber to The Home) Berteknologi GPON (Gigabit Passive Optical Network)". Transmisi. 18(1):30–7.
- [4] Kustanto, Saputro D. (2015) *Belajar Jaringan Komputer Berbasis Mikrotik*. 1st ed. Surakarta: Gava Media.
- [5] Maslan A, and Wangra T. (2012). *Belajar Cepat Teori, Praktek dan Simulasi Jaringan Komputer dan Internet*. 1st ed. Jakarta: BADOUSE.
- [6] Fitriawan H, Wahyudin A. (2014). "Simulasi Kinerja Jaringan Nirkabel IEEE-802.11a dan IEEE-802.11g Menggunakan NS-2". J Rekayasa Elektr. 10(4):161–5.
- [7] Rasudin. *Quality of Service (Qos) Pada Jaringan Internet Dengan Metode Hierarchy Token Bucket*. J Penelit Tek Inform. 2014;4(1):209–23.
- [8] Hantoro, Dwi G. (2015). *Fiber Optik: Teknologi, Material, Istalasi, dan Implementasi*. Bandung: Informatika Bandung.
- [9] Muslim MA, Pramesti AA. (2014) "Penyajian Data Pelanggan pada Lima Area PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk". Sci J Informatics. 1(2):193–200.
- [10] Sudrajat I, Yasdinul H, Faiza D. (2014). "Analisis Redaman Serat Optik Terhadap Performansi Skso Menggunakan Metode Link Power Budget (Studi Kasus Pada Link Padang-Bukittinggi di PT. Telkom Padang)" Ilham. VOTEKNIKA. 2014;2(2):48–55.
- [11] Sugiyono. (2012). *Memahami Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- [12] Pranata YA, Fibriani I, Utomo SB. (2016). "Analisis Optimasi Kinerja Quality of Service Pada Layanan Komunikasi Data Menggunakan NS - 2 di PT. PLN (PERSERO) Jember". Sinergi. 20(2):149–56.