

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI PENDUKUNG

2.1 Tinjauan Pustaka

Riset dan teknologi khususnya di bidang telekomunikasi terus berkembang hingga terciptanya inovasi-inovasi di dunia telekomunikasi. Seiring berjalannya kemajuan teknologi telekomunikasi, maka dibutuhkan infrastruktur komunikasi yang signifikan agar dapat memenuhi kebutuhan dalam berbagai bidang kehidupan sehari-hari. Dengan semakin berkembangnya teknologi informasi di bidang telekomunikasi saat ini mulai muncullah kebutuhan akan tersedianya akses layanan komunikasi jarak jauh yaitu biasa dikenal dengan *video call*. *Video call* merupakan komunikasi jarak jauh, komunikasi dua arah atau lebih ini berisi audio (suara) dan video (Gambar bergerak) secara *realtime* yang jadi salah satu sarana komunikasi. Pada saat terjadinya komunikasi ini kualitas jaringan internet yang dipakai haruslah baik agar tidak terjadi gangguan (*noise*) pada saat *video call* sedang terjadi. Sama seperti halnya pada saat bermain *game online* juga kualitas jaringan internet harus stabil juga agar tidak terjadi gangguan (*noise*) saat bermain *game*. *Game online* merupakan salah satu sarana hiburan yang dimainkan satu player maupun *multi player*. Pada hal ini IndiHome menawarkan layanan *Triple Play* yang terdiri dari *Internet Fiber* atau *High Speed Internet* (Internet Cepat). Dalam layanannya, IndiHome memiliki 2 tipe instalasi yaitu IndiHome *Internet on Fiber* dan IndiHome *High Speed Internet*. Dari kedua tipe tersebut, terdapat perbedaan dari sisi *bandwidth*, kestabilan, perawatan, ketahanan dan keamanan antara IndiHome *Internet on Fiber* dengan IndiHome *High Speed Internet*. Layanan IndiHome *Internet on Fiber* hanya berlaku untuk lokasi yang terdapat jaringan *Fiber* (FTTH : *Fiber To The Home*), sedangkan untuk tipe IndiHome *High Speed Internet* khusus untuk lokasi yang belum terlayani FTTH. *Fiber To The Home* merupakan teknologi penghantaran data tercanggih dan terbaru yang digunakan dalam layanan *fixed broadband*, yang menggunakan *Fiber Optic*. *Internet on Fiber* mempunyai *bandwidth* hingga 100 Mbps, sedangkan *High Speed*

Internet non FTTH hanya mempunyai *bandwith* berkisar 1 Mbps sampai 5 Mbps secara bersamaan. Selain itu, *Internet on Fiber* lebih tahan dalam kondisi cuaca apapun seperti serangan petir dan gangguan *electromagnet* dibandingkan *High Speed Internet* non FTTH. Sehingga komputer atau *handphone* yang digunakan menjadi lebih aman. Dari hal tersebut perlu kita analisa untuk mengetahui apakah jaringan yang di tawarkan IndiHome ini mempunyai kestabilan data yang baik dengan menggunakan parameter *Quality Of Service* yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jiter* kita bisa mengetahui kualitas jaringan nya. Pada penelitian sebelumnya mengenai *Quality Of Service* yaitu :

Menurut penelitian Astrid Harera Royani Hsb, M. Zulfin (2015) meneliti tentang “Modernisasi Jaringan Akses Tembaga Dengan Fiber Optik Ke Pelanggan” penelitian ini dilakukan dengan cara modernisasi jaringan akses tembaga dengan fiber optik. Setelah modernisasi jaringan akses tembaga menjadi fiber optik, fiber optik dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dengan kualitas layanan meningkat. Setelah dimodernisasi *bandwidth* nya lebih besar dan kecepatannya tinggi dari 4 Mbps menjadi 100 Mbps. Aplikasi yang diperoleh pelanggan juga bervariasi. Instalasi fiber optik lebih mudah, pada serat optik kebutuhan alat ukur menggunakan 2 jenis alat ukur saja.

Menurut penelitian Novemy Triyandari Nugroho (2015) meneliti tentang “Pengaruh Kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Dan Loyalitas Pelanggan (Survei Pada Pelanggan Speedy Telkom Di Kota Surakarta) Tujuan dari penelitian ini adalah menguji pengaruh kualitas pelayanan terhadap kepuasan dan loyalitas pelanggan dengan menggunakan analisis regresi linier berganda.

Menurut penelitian yang berjudul “Analisis *Quality Of Service* (QoS) Jaringan Internet Berbasis *Wireless LAN* Pada Layanan Indihome” tahun 2017 oleh Anggita Nindya Wisnu Wardhana, Muh. Yamin dan LM Fid Aksara, pada penelitian ini membahas tentang pengukuran *Quality Of Service* pada jaringan IndiHome menggunakan kabel LAN, hasil dari penelitian ini merupakan data pengukuran QoS pada layanan IndiHome 10 Mbps yang memberikan kesimpulan bahwa IndiHome 10 Mbps sudah cukup stabil tetapi sangat dipengaruhi oleh gangguan (*noise*) dimana jumlah pengguna yang sangat banyak dapat menurunkan

nilai QoS.

Menurut penelitian Desianty Fithri Wahyuni, (2017) meneliti tentang “Pengaruh Pelayanan Dan Kualitas Produk Indihome Terhadap Kepuasan Dan Loyalitas Pelanggan” Tujuan dari penelitian ini adalah Dengan banyaknya televisi berlangganan, pelanggan akan lebih selektif dalam memilih dan menggunakan produk sesuai dengan keinginan dan kebutuhannya. Banyaknya produk dengan keunggulannya masing-masing menjadi daya tarik tersendiri bagi pelanggan.

Menurut penelitian yang berjudul ” Analisa Kualitas *Delay Video on Demand* UseeTV Menggunakan Serat Optik Di Area Purwokerto” tahun 2018 oleh Widhiatmoko Herry Purnomo, Farida Asriani dan Hesti Susilawati, pada penelitian ini membahas tentang pengumpulan data pelanggan yang menggunakan layanan IndiHome dengan media pengiriman berupa serat optik dengan paket kecepatan 10 Mbps dan mengukur kualitas *Video On Demand* (VoD) terhadap parameter QoS berupa *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*. Sehingga dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pelanggan tidak akan mengalami gangguan dalam penerimaan layanan UseeTV karena *delay* yang didapat kurang dari 150 ms.

Menurut penelitian yang berjudul Pengaruh Kualitas Produk, Kualitas Pelayanan Dan Harga Terhadap Kepuasan Pelanggan Indihome Di Kota Tarakan tahun 2019 oleh Adian Kurniawan, berdasarkan pengujian hipotesis secara parsial, dapat disimpulkan bahwa kualitas produk, dan kualitas pelayanan tidak berpengaruh signifikan terhadap kepuasan pelanggan IndiHome di Kota Tarakan. Sedangkan variabel harga berpengaruh signifikan terhadap kepuasan pelanggan IndiHome di Kota Tarakan.

Menurut penelitian skripsi yang berjudul “Analisis QoS (*Quality Of Service*) Pada Layanan VoD (*Video On Demand*) UseeTV Menggunakan Aplikasi *Wireshark*” tahun 2020 oleh Christian Handoko, pada penelitian ini membahas tentang analisis kualitas kecepatan transfer data pada layanan UseeTV IndiHome di Kota Ngabang berdasarkan parameter *Quality Of Service* pada layanan IndiHome menggunakan aplikasi *Wireshark*, dari hasil penelitian ini merupakan data pengukuran QoS pada layanan IndiHome 10 Mbps, 20 Mbps, dan 30 Mbps

yang memberikan kesimpulan bahwa faktor-faktor yang dapat menyebabkan nilai kualitas kecepatan transfer data layanan UseeTV IndiHome adalah besarnya paket yang digunakan pelanggan, jumlah user yang terhubung pada jaringan *wifi* tersebut, gangguan pada sinyal yang disebabkan oleh adanya *obstacle* (penghalang), posisi ONT (*Optical Network Terminal*) yang diletakkan di bawah atau di ruangan yang padat, penarikan kabel *dropcore* yang terlalu jauh melebihi standar SOP.

Arnold Julyus S1 dan Budihardjo Gozali.(2016). Pada penelitiannya yang berjudul “Perbaikan Performansi *Video call* Menggunakan Jaringan LTE” dimana peneliti membahas tentang perbaikan sinyal 3G menjadi 4G yang mana di kesimpulan dari peneliti yaitu pada perbaikan performansi *delay* dari jaringan 3G menjadi jaringan 4G LTE, baik dengan lama panggilan *video call* selama 1 menit, 3 menit, dan 5 menit mengalami pengurangan *delay* rata-rata sebesar 95 %. Pada perbaikan performansi *packet loss* dari jaringan 3G menjadi jaringan 4G LTE, baik dengan lama panggilan *video call* selama 1 menit, 3 menit, dan 5 menit mengalami pengurangan packet data rata-rata sebesar 100 %. Pada perbaikan performansi *throughput* dari jaringan 3G menjadi jaringan 4G LTE , baik dengan lama panggilan *video call* selama 1 menit, 3 menit, dan 5 menit mengalami peningkatan *throughput* rata-rata sebesar 100 %. Pada perbaikan performansi kualitas Gambardari jaringan 3G menjadi jaringan 4G LTE, baik dengan lama panggilan *video call* selama 1 menit, 3 menit, dan 5 menit mengalami perbaikan kualitas Gambarmenjadi sangat baik.

Willy Christian (2020). Pada penelitiannya yang berjudul “Analisis Komparatif Penggunaan Durasi, Ping Dan Grafik Dalam *Game* PUBG Pada Perangkat Komputer Dan Handphone” dimana penelitian ini membahas tentang kualitas pada grafik *Smooth*, *Balance*, Hd, dan mengukur kecepatan *throughput*, *packet loss*, *delay*, *jitter*, *download*, *upload* dan ping menggunakan aplikasi *speedtest*. Pada percobaan dalam grafik *smooth* dengan menggunakan perangkat *handphone* didapatkan hasil perhitungan dari *troughput* dengan nilai rata-rata 54 bps, untuk hasil *ping* pengukuran diperoleh dari *speedtest* dengan nilai rata-rata 86.55 ms, untuk hasil perhitungan *delay* dengan nilai rata-rata 86.55 ms.

untuk hasil perhitungan *jitter* dengan nilai rata-rata 0.85 ms, dan untuk perhitungan *packet loss* dengan nilai rata-rata 0.15 %, dengan hasil yang telah didapat dari parameter-parameter *QoS* yang tergolong sangat baik maka dapat disimpulkan suatu proses permainan yang dilakukan akan berjalan dengan sangat baik. Sedangkan saat menggunakan perangkat komputer didapatkan hasil perhitungan dari *throughput* dengan nilai rata-rata 44.32 bps, untuk hasil *ping* pengukuran diperoleh dari *speedtest* dengan nilai rata-rata 76 ms, untuk hasil perhitungan *delay* dengan nilai rata-rata 75.99 ms, untuk hasil perhitungan *jitter* dengan nilai rata-rata 1.85 ms, untuk perhitungan *packet loss* dengan nilai rata-rata 0.19 %, dengan hasil yang telah didapat dari parameter-parameter (*QoS*) yang tergolong sangat baik maka dapat disimpulkan suatu proses permainan yang dilakukan akan berjalan dengan sangat baik.

Pada penelitian ini yang membedakan dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian ini dilakukan pada layanan internet IndiHome dengan mengukur kualitas kecepatan transfer data pada saat melakukan *Video Call* dan bermain *Game Online*.

Suatu jaringan *wireless* memungkinkan orang-orang untuk berkomunikasi, mengakses aplikasi dan informasi tanpa menggunakan kabel. Jaringan *wireless* mengizinkan orang-orang untuk saling berhubungan dengan *e-mail* atau *browser* internet dari lokasi yang mereka inginkan. *Wireless LAN (WLAN)* adalah sebuah sistem komunikasi data yang *fleksibel* dan diimplementasikan sebagai suatu perluasan atau sebagai alternatif untuk kabel LAN dalam bangunan atau kampus. WLAN menggunakan gelombang elektromagnetik, mengirim dan menerima data melalui udara, mengurangi kebutuhan akan koneksi kabel. WLAN mengkombinasikan hubungan data dengan mobilitas pengguna, dan melalui konfigurasi yang sederhana memungkinkan LAN dapat dipindahkan.

Tabel 2. 1 Ringkasan Tinjauan Pustaka

No	Nama dan Tahun Penulis	Judul	Pembahasan
1.	Novemy triyandari Nugroho (2015)	Pengaruh kualitas pelayanan terhadap Kepuasan dan loyalitas pelanggan speedy Telkom di kota Surakarta	Penelitian ini membahas tentang pengaruh kualitas Pelayanan Terhadap Kepuasan Dan Loyalitas Pelanggan (Survei Pada Pelanggan Speedy Telkom Di Kota Surakarta). Tujuan dari penelitian ini adalah menguji Pengaruh kualitas pelayanan Terhadap kepuasan dan Loyalitas pelanggan dengan menggunakan analisis regresi linier berganda.
2.	Anggita Nindya Wisnu Wardhana Muh. Yamin dan LM Fid Aksara (2017)	Analisis <i>Quality Of Service</i> (QoS) Jaringan Internet Berbasis Wireless LAN Pada Layanan Indihome	Penelitian ini membahas Tentang pengukuran Quality Of Service Pada Jaringan IndiHome menggunakan kabel LAN, hasil dari penelitian ini hasil dari penelitian inimerupakan data pengukuran QoS pada layanan IndiHome 10 Mbps.
3.	Desianty Wahyuni (2017)	Pengaruh pelyanan Dan Kualitas Produk Indihome Terhadap Kepuasan dan	Penelitian ini membahas Pengaruh Pelayanan Dan KualitasProduk Indihome Terhada Kepuasan Dan

		Loyalitas Pelanggan	Loyalitas Pelanggan. Tujuan dari penelitian ini adalah Dengan banyaknya televisi berlangganan, pelanggan akan lebih selektif dalam memilih Dan mengguakan produk sesuai dengan keinginan danke butuhan nya. Banyaknya produk dengan keunggulannya masing-masing menjadi daya tarik tersendiri bagi pelanggan.
4.	Widhiatmoko Herry Purnomo, Farida Asriani dan Hesti Susilawati (2018)	Analisa Kualitas Delay Video on Demand UseeTV Menggunakan Serat Optik Di Area Purwokerto	Penelitian ini membahas tentang pengumpulan data pelanggan yang menggunakan layanan IndiHome dengan Media pengiriman berupa serat optik dengan paket kecepatan 10 Mbps dan mengukur kualitas Video on Demand (VoD) terhadap Parameter QoS berupa throughput, delay, jitter dan packet loss.
5.	Adian Kurniawan (2019)	Pengaruh Kualitas Produk,Kualitas Pelayanan Dan Harga Terhadap Kepuasan	Penelitian ini membahas Berjudul Pengaruh Kualitas Produk, Kualitas Pelayanan Dan Harga Terhada Kepuasan

		Pelanggan Indihome Di Kota Tarakan	Pelanggan Berdasarkan pengujian hipotesis secara parsial, dapat disimpulkan bahwa kualitas produk, dan kualitas pelayanan tidak berpengaruh signifikan terhadap kepuasan pelanggan IndiHome di Kota Tarakan. Sedangkan variabel Harga berpengaruh signifikan terhadap kepuasan pelanggan IndiHome di Kota Tarakan.
6.	Delsy Zarnavannie Sagita (2020)	Analisis QoS (Quality Of Service) Pada Layanan VoD (Vide On Demand) Usee Tv Di Kota Bengkulu	Penelitian ini membahas tentang Analisis kualitas kecepatan transfer data pada layanan UseeTV IndiHome di Kota Bengkulu Berdasarkan parameter Quality Of Service pada layanan IndiHome menggunakan aplikasi Wireshark, dari hasil penelitian ini merupakan data pengukuran QoS pada layanan IndiHome per masing-masing layanan 10 Mbps, 20 Mbps, 30 Mbps dan 50 Mbps. Keunikan yang membedakan dengan No.7 adalah pengambilan layanan

			sampel penelitian khususnya beberapa cafe yang menggunakan 10 Mbps atau 20 Mbps dengan 2jalur layanan sebagai backupsaat terjadi gangguan pada salah satu jalur layanan sebagai upaya kestabilanlayanan system koneksi internet di cafe tersebut.
--	--	--	---

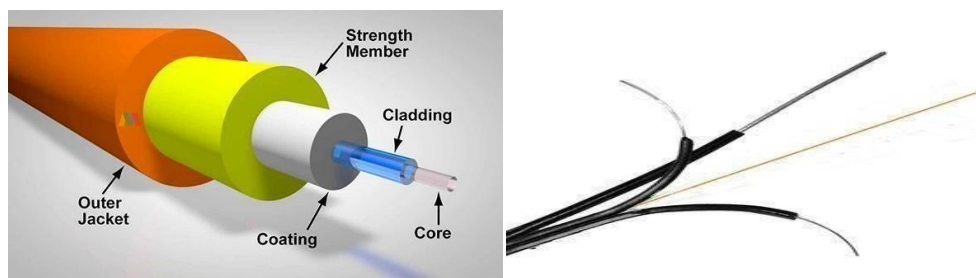
2.2 Teori Pendukung

2.2.1 Fiber Optic

Fiber optic merupakan saluran transmisi atau semacam kabel yang terbuat dari kaca ataupun plastik yang berfungsi untuk mentransmisikan sinyal/data yang berupa cahaya. Serat optik, fiber optik, atau kabel optik adalah saluran transmisi terbuat dari kaca atau palstik yang digunakan untuk mentransmisikan data melalui media berupa cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dengan waktu yang sangat cepat dan data yang sangat besar.

Fiber optik dikembangkan pada akhir tahun 1960 yang terbuat dari bahan dielektrik berbentuk seperti kaca. Di dalam fiber inilah energi cahaya yang dibangkitkan oleh sumber cahaya disalurkan sehingga dapat diterima diujung unit penerima (*receiver*). Perbedaan sistem komunikasi optik dengan sistem komunikasi biasa terletak pada proses pengiriman sinyalnya. Pada komunikasi biasa sinyal informasi diubah menjadi sinyal listrik/elektrik, lalu dilewatkan melalui kabel tembaga. Setelah sampai diujung sinyal tersebut lalu diubah kembali menjadi informasi yang sama seperti yang dikirimkan. Sedangkan pada sistem komunikasi optik, informasi diubah menjadi sinyal listrik kemudian diubah lagi menjadi optik/cahaya. Sinyal tersebut kemudian dilewatkan melalui serat optik, setelah sampai dipenerima, cahaya tadi diubah kembali menjadi sinyal

listrik dan akhirnya diterjemahkan menjadi informasi.



Gambar 2.1. Kabel Serat Optik

Fiber optik terdiri dari beberapa bagian yang memiliki fungsi masing-masing.

Berikut ini adalah beberapa bagian kabel fiber optik:

a) *Core* (Inti Kabel)

Core berfungsi untuk menyalurkan cahaya dari satu ujung ke ujung lainnya. Core yaitu elemen pertama dari fiber optik yang merupakan konduktor sebenarnya yaitu sebuah tambang silinder terbuat dari bahan elektrik (bahan yang tidak menghantarkan listrik). Inti memiliki diameter antara 3-200 μm . ketebalan dari core merupakan hal yang penting, karena menentukan karakteristik dari kabel. Diameter core dari kabel single mode berbeda dengan diameter core multimode. Core (inti) dari serat optik terbuat dari material kristal kaca kelas tinggi dan indeks bias core besarnya sekitar 1,5.

b) *Cladding* (Selubung)

Bagian cladding adalah bagian pelindung yang langsung menyelimuti serat optik. Biasanya ukuran cladding ini berdiameter 125 μm sampai 250 μm . Cladding terbuat dari bahan silikon, dan komposisi bahannya berbeda dengan bagian core. Selain melindungi core, cladding juga berfungsi sebagai pemandu gelombang cahaya yang merefleksikan semua cahaya tembus kembali kepada core. Hubungan antara kedua indeks dibuat kritis karena untuk memungkinkan terjadinya pemantulan total dari berkas cahaya yang merambat berada di bawah sudut kritis sewaktu dilewatkan sepanjang serat optik.

c) *Coating/Buffer* (Pelindung)

Coating berfungsi sebagai pelindung mekanis yang melindungi serat optik

dari kerusakan dan sebagai pengkodean warna pada serat optik. *Coating* yaitu sebagai pelindung lapisan inti dan selimut yang terbuat dari bahan plastik elastis (PVC) yang berfungsi untuk melindungi serat optik dari tekanan luar.

d) *Strength Thening* (Serat Penguat)

Strength thening serat berfungsi sebagai serat yang menguatkan sebagian dalam kabel sehingga tidak mudah putus dan terbuat dari bahan serta kain sejenis benang yang sangat banyak dan memiliki ketahanan yang sangat baik.

2.2.1 Jenis-Jenis *Fiber Optic*

Ada dua tipe dasar kabel *fiber optic* yang digunakan untuk kebutuhan telekomunikasi, dilihat dari ukuran diameter *core*-nya, yaitu:

a. *Single Mode* (mode tunggal)

Fiber optik jenis ini memiliki inti (*core*) yang sangat kecil (biasanya sekitar 8,3 mikron), dengan diameter inti yang mendekati panjang gelombang sehingga cahaya yang masuk kedalamnya tidak terpantul-pantul ke dinding selongsong (*cladding*). Untuk mendapatkan performa yang baik pada kabel ini, biasanya untuk ukuran selongsongnya adalah sekitar 15 kali dari ukuran inti (sekitar 125 mikron). Kabel untuk jenis ini paling mahal, tetapi memiliki pelemahan (kurang dari 0.35dB perkilometer), sehingga memungkinkan kecepatan yang sangat tinggi dari jarak yang sangat jauh. *Single mode* ini biasanya digunakan di tempat-tempat yang jauh atau sangat terpencil yang sulit dijangkau dengan alat-alat atau media telekomunikasi.

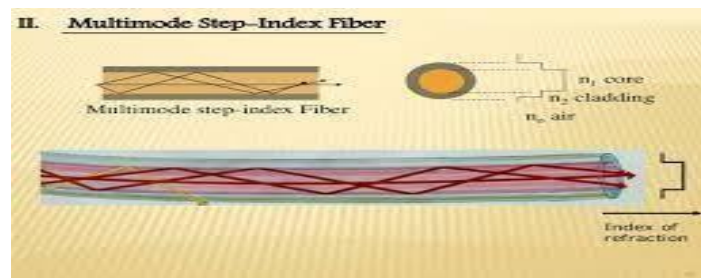
b. *Multi mode*

Fiber optik dengan diameter *core* yang agak besar yang membuat laser di dalamnya akan terpantul di *cladding* yang dapat menyebabkan berkurangnya *bandwidth*.

Jenis fiber optik berdasarkan indeks bias *core*-nya:

- *Step* indeks

pada serat optik *step* indeks, *core* memiliki indeks bias yang homogen. Berisi sebuah *core* besar dengan diameter lebih dari 100 mikron. Hasilnya, beberapa cahaya membuat sinyal digital melewati rute utama (*direct rute*), sedangkan yang lainnya berliku-liku (*zig-zag*) ketika sinyal tersebut memantul *cladding*.

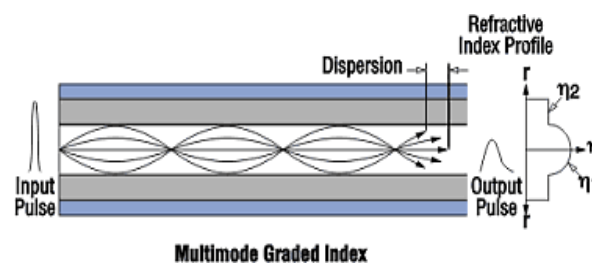


Gambar 2.2 Step-Index Multimode

(Sumber: Apit Fathurohman, 2015, Serat Optik)

- *Graded* indeks

indeks bias *core* semakin mendekati ke arah *cladding* semakin kecil. Jadi pada *graded* indeks, pusat *core* memiliki nilai indeks bias yang paling besar. Serat *graded* indeks memungkinkan untuk membawa *bandwidth* yang lebih besar, karena pelebaran pulsa yang terjadi dapat diminimalkan.



Gambar 2.3 Grade-Index Multimode

(Sumber: Apit Fathurohman, 2015, Serat Optik)

2.2.2 Kelebihan *Fiber Optic*

Sistem transmisi *fiber optic* ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan teknologi transmisi lainnya antara lain sebagai berikut:

- a. Sistem telekomunikasi *fiber optik* memiliki redaman transmisi per km yang relatif lebih kecil dibanding teknologi transmisi lainnya.
- b. Bidang frekuensi yang lebar sehingga dapat digunakan untuk membawa sinyal informasi yang besar dalam satu buah serat optik dengan kecepatan yang tinggi hingga mencapai beberapa Gigabit/detik.
- c. Sangat memudahkan pengangkutan pemasangan dilokasi karena ukurannya yang kecil dan ringan.
- d. Tidak ada gangguan (*interferensi*) hal ini disebabkan karena fiber optik sinar atau cahaya laser sebagai gelombang pembawanya.
- e. Adanya isolasi antar pengirim (*transmitter*) dan penerima (*receiver*).
- f. Tidak ada *ground loop*.
- g. Tidak akan terjadi arus pendek pada saat kontak atau terputusnya *fiber optik*.

2.3 Topologi Jaringan FTTH

FTTH adalah pentransmisian sinyal optik dari pusat sentral sampai ke rumah pelanggan menggunakan kabel fiber optik sebagai media transmisinya. FTTH muncul setelah makin maraknya layanan *Triple Play* yang notabene membutuhkan *bandwidth* yang lebar dan kecepatan tinggi. Pada jaringan FTTH, kabel fiber optik digelar mulai dari pusat informasi di sentral sampai ke perangkat yang terletak di rumah pelanggan. Untuk dapat menikmati layanan ini, nyatanya pelanggan perlu membayar dengan nominal yang lebih besar dari pada jaringan eksisting yang masih menggunakan tembaga karena operator harus mengganti kabel tembaga dengan kabel fiber optik yang baru. Perangkat di sisi sentral yang dimaksud adalah OLT dan perangkat di rumah pelanggan disebut ONT. Batas maksimal jaringan FTTH dari OLT sampai ke ONT adalah 20 km jika diinginkan layanan yang diterima di pelanggan dalam kondisibaik.

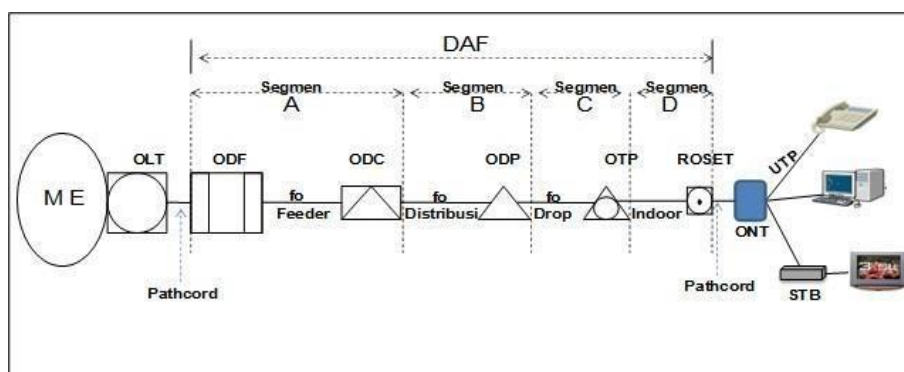
Untuk konfigurasi jaringan FTTH digunakan panjang gelombang 1490 nm

untuk *downstream* dan 1310 nm untuk *upstream*. Panjang gelombang yang berbeda digunakan agar tidak terjadi interferensi antar kedua *link* yang dilewatkan melalui satu kabel fiber optik yang sama. Performansi sistem dipengaruhi oleh panjang gelombang yang digunakan, selain itu juga dipengaruhi oleh besarnya redaman kabel tiap km. Besarnya redaman/Km dari kabel fiber optik mengindikasikan bahwa semakin panjang kabel fiber optik yang digunakan, maka redaman yang dihasilkan akan semakin besar pula.

Tabel 2. 2 Penggunaan Panjang Gelombang Optik

Status	Layanan	Panjang Gelombang	<i>dB/km</i>
<i>Downstream</i>	Data, suara dan	1490 nm	0,28
<i>Upstream</i>	Video	1310 nm	0,35

(Sumber: Amri Khoirul Fath. 2015. “Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON))”)



Gambar 2. 4 Segmen – Segmen Catuan pada Jaringan FTTH

(Sumber: Witel Sukabumi, 2018, *Arsitektur FTTH*)

Keterangan Gambar:

Segmen A : Catuan kabel Feeder

Segmen B : Catuan kabel Distribusi

Segmen C : Catuan kabel Penanggal/Drop

Segmen D : Catuan kabel Rumah/Gedung

Akses jaringan Fiber To The Home dikenal dengan istilah Triple Play Services yaitu layanan akan akses internet yang cepat dalam bentuk suara (jaringan telepon, PSTN) dan video (TV kabel) dalam satu infrastruktur

pada unit pelanggan. Secara umum arsitektur jaringan FTTH mulai dari pusat layanan sampai dengan pelanggan adalah sebagai berikut:

- OLT (*Optical Line Terminal*).
- ODF (*Optical Distribution Frame*).
- ODC (*Optical Distribution Cabinet*).
- ODP (*Optical Distribution Point*).
- ONT (*Optical Network Termination*).

Secara umum jaringan FTTH (*Fiber To The Home*) dijelaskan dalam Gambar

2.4 Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON adalah singkatan dari *Gigabit Passive Optical Networks*. GPON adalah mekanisme akses *point-to-multi point*. Karakteristik utamanya adalah menggunakan splitter pasif dalam jaringan distribusi serat optik, memungkinkan satu serat tunggal dari kantor pusat penyedia untuk melayani banyak rumah dan usaha kecil. GPON menggunakan *optical Wavelength Division Multiplexing* (WDM) sehingga serat tunggal dapat digunakan untuk data *downstream* dan *upstream*. Laser pada panjang gelombang (λ) 1490 nm mentransmisikan data downstream. Data upstream mentransmisikan pada panjang gelombang 1310 nm. Jika TV sedang didistribusikan, panjang gelombang 1550 nm digunakan.

GPON merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984 dan hingga kini bersaing dengan GEAPON (*Gigabit Ethernet PON*), yaitu PON versi IEEE yang berbasis teknologi *Ethernet*. GPON mempunyai dominasi pasar yang lebih tinggi dan *roll out* lebih cepat dibanding penetrasi GEAPON. Standar G.984 mendukung *bit rate* yang lebih tinggi, perbaikan keamanan, dan pilihan protokol *layer 2* (ATM, GEM, atau *Ethernet*). Baik GPON ataupun GEAPON, menggunakan serat optik sebagai *medium* transmisi. Satu perangkat akan diletakkan pada sentral, kemudian akan mendistribusikan trafik *Triple Play* (Suara/VoIP, *Multi Media/Digital Pay TV* dan Data/Internet) hanya melalui media 1 *core* kabel optik disisi *subscriber* atau pelanggan. Yang menjadi ciri khas dari teknologi ini dibanding teknologi optik lainnya semacam SDH

adalah teknik distribusi trafik dilakukan secara pasif. Dari sentral hingga ke arah subscriber akan didistribusikan menggunakan *splitter* pasif (1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64).

GPON menggunakan TDMA sebagai teknik *multiple access upstream* dengan data *rate* sebesar 1.2 Gbps dan menggunakan *broadcast* ke arah *downstream* dengan data *rate* sebesar 2.5 Gbps. Model paketisasi data menggunakan GEM (GPON *Encapsulation Methode*) atau ATM *cell* untuk membawa layanan TDM dan *packet based*. GPON jadi memiliki efisiensi *bandwidth* yang lebih baik dari BPON (70 %), yaitu 93 %.

2.4.1 Prinsip Kerja GPON

GPON merupakan teknologi FTTx yang dapat mengirimkan informasi sampai ke pelanggan menggunakan kabel optik. Prinsip kerja dari GPON, ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama *splitter* yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim ke berbagai ONU, untuk ONU sendiri akan memberikan data dan sinyal yang diinginkan pelanggan.

Pada prinsipnya, PON adalah sistem *point to multipoint*, yang menggunakan *splitter* sebagai pembagi jaringannya. Arsitektur sistem GPON berdasarkan pada TDM (*Time Division Multiplexing*) sehingga mendukung layanan T1, E1 dan DS3.

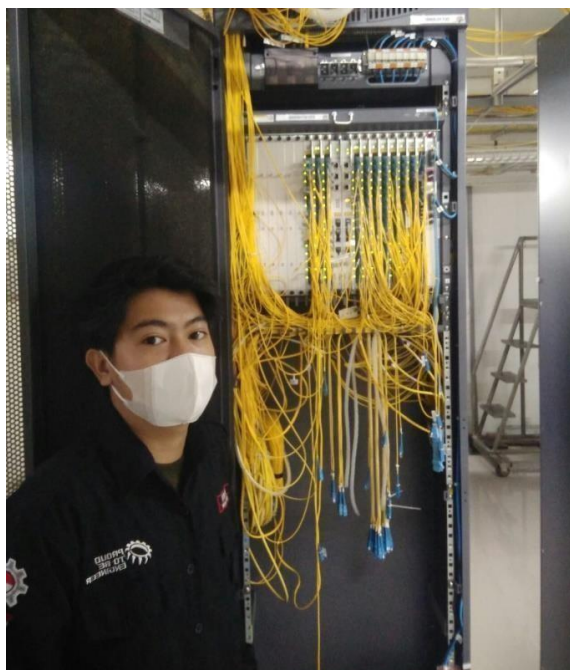
2.4.2 Komponen GPON

a. Network Management System (NMS)

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

b. *Optical Line Terminal (OLT)*

Optical Line Terminal (OLT) atau biasa disebut juga dengan *Optical Line Termination* adalah perangkat yang berfungsi sebagai titik akhir (*end-point*) dari layanan jaringan optik pasif. Perangkat ini mempunyai dua fungsi utama, antara lain: Melakukan konversi antara sinyal listrik yang digunakan oleh penyedia layanan dan sinyal optik yang digunakan oleh jaringan optik pasif. Mengkoordinasikan *multiplexing* pada perangkat lain di ujung jaringan atau biasa disebut dengan *Optical Network Terminal (ONT)* atau *Optical Network Unit (ONU)*. OLT menyediakan *interface* antara sistem *Passive Optical Network (PON)* dengan penyedia layanan (*service provider*) data, video, maupun *voice/telepon*. OLT merupakan perangkat aktif yang berfungsi mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik dan sebagai *multiplex*.



Gambar 2.5 OLT (*Optical Line Terminal*)

c. *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

Optical Distribution Cabinet (ODC) adalah suatu ruang yang berbentuk kotak atau kubah yang terbuat dari material khusus yang berfungsi sebagai tempat

instalasi sambungan jaringan optik *single-mode*, yang dapat berisi *connector*, *splicing*, maupun *splitter* dan dilengkapi ruang manajemen fiber dengan kapasitas tertentu pada jaringan akses optik pasif (PON), untuk hubungan telekomunikasi.

ODC adalah suatu perangkat pasif yang diinstalasi di luar STO bisa di lapangan ataupun di dalam ruangan/ di MDF gedung yang berfungsi sebagai berikut:



Gambar 2. 6 *Optical Distribution Cabinet (ODC)*

- a. Sebagai titik terminasi ujung kabel *feeder* dan pangkal kabel distribusi.
- b. Sebagai titik distribusi kabel dari kapasitas besar (*feeder*) menjadi beberapa kabel yang kapasitasnya lebih kecil lagi (*distribusi*).
- c. Tempat *splitter*.
- d. Tempat penyambungan.

ODC menyediakan peralatan transmisi optik antara OLT dan ONT. Perangkat interior pada ODC terdiri dari:

- 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 sejajar dengan sumber cahaya (serat lain). Konektor yang digunakan pada *Optical Access Network (OAN)* dapat dipasang di luar dan di lokasi pelanggan.

- *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 energi 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*. Berdasarkan ITU G.983.1 BPON *Standard* direkomendasikan agar sinyal dapat dibagi untuk 32 pelanggan, namun rasio meningkat menjadi 64 pelanggan berdasarkan ITU-T G.984 GPON *Standard*.

d. ***Optical Distribution Point (ODP)***

ODP adalah singkatan dari *Optical Distribution Point* yaitu sebuah perangkat yang berfungsi untuk melindungi kabel fiber optik. Dan fungsi utama dari ODP adalah membagi satu *core* optik ke beberapa pelanggan.

Ada beberapa syarat utama dalam penempatan ODP sebagai berikut:

- ODP dapat diubah tanpa mengganggu kabel yang sudah terpasang dengan caramelebihkan kabel serat optik beberapa meter.
- Setiap ODP harus punya ruangan untuk memuat splitter.
- ODP harus memiliki akses dari sisi depan. Setiap ODP harus memiliki penutup depan untuk melindungi cahaya laser yang langsung keluar dari ujung serat.
- ODP harus mempunyai ruang untuk memuat dan memandu kabel serat optik.

Berikut ini ada jenis-jenis ODP secara umum, antara lain:

1. ODP Pole

Jenis ODP ini biasanya diletakkan pada tiang PT. Telkom itu sendiri, untuk di daerah ODP ini sudah ada hampir terpasang di seluruh tiang PT. Telkom, ada juga di beberapa kompleks perumahan untuk bentuknya dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 2. 7 ODP Pole

2. ODP Closure

ODP Closure merupakan suatu kotak gelap yang terpasang pada kabel jaringan telepon utama dan hanya boleh dipasang pada kabel SCPT dan kabel SSW baik pada pertengahan gawang maupun di dekat tiang. Fungsi utama dari odp adalah membagi satu *core optic* dari jalur utama (*provider*) ke beberapa pelanggan , dengan menggunakan komponen *passive splitter*. Jenis ODP ini bentuknya dapat dilihat dari Gambar berikut :



Gambar 2. 8 ODP Closure

3. ODP *Pedestal*

ODP Pedestal adalah sebuah tabung yang berisi sambungan kabel fiber optik yang diletakan di atas tanah dan umumnya ODP Pedestal atau ODP tanah dipasang di sekitar komplek perumahan ataupun arean perkantoran untuk gambarnya dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2. 9 ODP pedestal

e. *Optical Network Termination (ONT)*

Optical Network Termination (ONT) menyediakan *interface* antara jaringan optik dengan pelanggan. Sinyal optik yang ditransmisikan melalui ODN diubah oleh ONU menjadi sinyal elektrik yang diperlukan untuk servis pelanggan.



Gambar 2.10 ONT (*Optical Network Termination*)

Pada arsitektur FTTH, ONU diletakkan di sisi pelanggan. Perangkat ONU yang digunakan PT. Telkom salah satunya adalah ZX10 FN62X yang merupakan pabrikan merek ZTE. ONT ini bisa kita samakan dengan modem yang biasa kita pakai untuk mengakses internet di rumah. Namun yang membedakan adalah teknologi dari kedua perangkat ini. Untuk modem yang biasa kita temui menggunakan teknologi ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) dengan menggunakan kabel tembaga. Sedangkan ONT sudah menggunakan teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Networks*) dan dihubungkan melalui jaringan distribusi kabel serat optik.

2.4.3 Keunggulan dan Kekurangan GPON

Adapun keunggulan yang dimiliki teknologi GPON adalah sebagai berikut:

- 1) Mendukung aplikasi *triple play* (suara, data, dan video) pada layanan FTTx yang dilakukan melalui satu *core* fiber optik.
- 2) Dapat membagi *bandwidth* sampai 32 ONT.
- 3) GPON mengurangi penggunaan banyak kabel dan peralatan pada kantor pusat bila dibandingkan dengan arsitektur *point to point*. Hanya satu *port* optik di *central office* (menggantikan *multiple port*).
- 4) Alokasi *bandwidth* dapat diatur.
- 5) Biaya *maintenance* yang murah karena menggunakan komponen pasif.
- 6) Transparan terhadap laju bit dan format data. 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 Gigabit/s untuk *upstream* sedangkan 2.44 Gigabit/s untuk *downstream*.
- 7) Biaya pemasangan, pemeliharaan dan pengembangan lebih efisien. Hal ini dikarenakan arsitektur jaringan GPON lebih sederhana dari pada arsitektur jaringan serat optik konvensional.

2.5 Jaringan *Wireless*

Suatu jaringan *wireless* memungkinkan orang-orang untuk berkomunikasi, mengakses aplikasi dan informasi tanpa menggunakan kabel. Jaringan *wireless* mengizinkan orang-orang untuk saling berhubungan dengan *e-mail* atau *browser* internet dari lokasi yang mereka inginkan.

Wireless LAN (WLAN) adalah sebuah sistem komunikasi data yang fleksibel dan diimplementasikan sebagai suatu perluasan atau sebagai alternatif untuk kabel LAN dalam bangunan atau kampus. WLAN menggunakan gelombang elektromagnetik, mengirim dan menerima data melalui udara, mengurangi kebutuhan akan koneksi kabel. WLAN mengkombinasikan hubungan data dengan mobilitas pengguna, dan melalui konfigurasi yang sederhana memungkinkan LAN dapat dipindahkan

2.6 *Quality Of Service (QoS)*

QoS (*Quality Of Service*) adalah parameter-parameter yang menjadi indikator bagus atau tidaknya performansi dari suatu jaringan. Parameter yang menjadi indikator dalam QoS ini meliputi *Bandwidth*, *Troughput*, dan *Packet Loss*, *delay*, dan *jitter*. Untuk itu dilakukan analisis *Quality Of Service (QoS)* pada jaringan telekomunikasi Fiber Optik. dapat memaksimalkan kinerja jaringan tersebut adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Parameter QoS adalah *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter*. QoS sangat ditentukan oleh kualitas jaringan yang digunakan. Terdapat beberapa faktor yang dapat menurunkan nilai QoS, seperti: Redaman, Distorsi dan *Noise*. Performa jaringan komputer dapat bervariasi akibat dari beberapa masalah, seperti halnya masalah *bandwidth*, *latency* dan *jitter*, yang dapat membuat efek yang cukup besar bagi banyak aplikasi. Sebagai contoh, *video streaming* dapat membuat pengguna kesal ketika paket data aplikasi tersebut berjalan dengan *bandwidth* yang tidak cukup, dengan *latency* yang tidak dapat diprediksi atau *jitter* yang berlebih. Beberapa fitur *Quality Of Service (QoS)* dapat menangani masalah di atas, dapat menurunkan

latency dengan mengendalikan pengiriman paket data dan membatasi paket data tertentu, *jitter* yang dapat diprediksi dan di cocokkan dengan kebutuhan aplikasi yang digunakan di dalam jaringan tersebut. Performansi mengacu ke tingkat kecepatan dan keandalan penyampaian berbagai jenis beban data di dalam suatu komunikasi. Performansi merupakan kumpulan dari beberapa parameter teknis yaitu:

2.7 *Bandwidth*

Bandwidth adalah suatu ukuran dari banyaknya informasi yang dapat mengalir dari suatu tempat ke tempat lain dalam suatu waktu tertentu. *Bandwidth* dapat digunakan untuk mengukur baik aliran data analog maupun aliran data digital. Satuan yang dipakai untuk *bandwidth* adalah *bits per second* (bps).

Bit atau *binary* adalah angka yang terdiri dari angka 0 dan 1. Satuan ini menunjukkan seberapa banyak *bit* yang dapat mengalir dari satu tempat ke tempat yang lain dalam setiap detiknya melalui suatu media. Ukuran *bandwidth* sangat menentukan suatu aplikasi atau layanan internet dapat berjalan dengan baik dari sebuah *server* ke *client*. *Bandwidth* tidak dapat digunakan secara maksimal jika jumlah *user* yang menggunakan jaringan terlalu besar dari alokasi *bandwidth* yang disediakan.

2.7.1 *Throughput*

Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tertentu.

Tabel 2. 3. Kategori *Throughput*

Kategori	<i>Throughput</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Buruk	<25	1

(Sumber :Badan Standar ETSI)

TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network). TIPHON merupakan standar penilaian parameter QoS yang dikeluarkan oleh badan standar ETSI (European Telecommunications Standards Institute). Kemudian dianalisis bagaimana kriteria jaringan tersebut dan diambil kesimpulan dari hasil parameter parameter tersebut.

Berdasarkan standarisasi TIPHON pada Tabel 2.2, jika *throughput* yang didapat sebesar 100% maka dikategorikan sangat bagus dan memiliki indeks 4. Jika *throughput* yang didapat sebesar 75% maka dikategorikan bagus dan memiliki indeks 3. Jika *throughput* yang didapat 50% maka dikategorikan sedang dan memiliki indeks 2, dan jika *throughput* yang diperoleh <25% maka dikategorikan buruk dan memiliki indeks 1.

Persamaan perhitungan *throughput*:

$$throughput = \frac{\text{Paket data diterima (byte)}}{\text{Lama pengamatan (s)}}$$

2.7.2 Packet Loss

Packet loss adalah jumlah paket IP yang hilang selama proses transmisi dari *source* menuju *destination*. Salah satu penyebab *packet loss* adalah antrian yang melebihi kapasitas *buffer* pada setiap *node*. Beberapa penyebab terjadinya *packet loss* yaitu, *congestion*, *node* yang bekerja melebihi kapasitas *buffer*, memori yang terbatas pada *node* dan *policing*.

Tabel 2. 4. Kategori *Packet Loss*

Kategori	<i>Packet Loss</i> (%)	Indeks
Sangat Bagus	0-2	4
Bagus	3-14	3
Sedang	15-24	2
Buruk	>25	1

(Sumber :Badan Standar ETSI)

Berdasarkan standardisasi TIPHON pada Tabel 2.3, jika *packet loss* yang didapat sebesar 0% maka dikategorikan sangat bagus dan memiliki indeks 4. Jika *packet loss* yang diperoleh 3% maka dikategorikan bagus dan memiliki indeks 3. Jika *packet loss* yang diperoleh 15% maka dikategorikan sedang dan memiliki indeks 2, dan jika *packet loss* yang didapat 25% maka dikategorikan buruk dan memiliki indeks 1.

Persamaan perhitungan *Packet Loss*:

$$\text{packet loss} = \frac{(\text{paket data dikirim} - \text{paket data diterima})}{\text{paket data yang dikirim}} \times 100\%$$

2.7.3 Delay

Delay adalah jumlah seluruh waktu tunda suatu paket pada saat proses pengiriman paket dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya.

Tabel 2. 5. Kategori *Delay*

Kategori	Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 s/d 300	3
Sedang	300 s/d 450	2
Buruk	>450	1

(Sumber : Badan Standar ETSI)

Berdasarkan standardisasi TIPHON pada Tabel 2.4, jika delay yang didapat <150 ms maka dikategorikan sangat bagus dan memiliki indeks 4. Jika delay yang didapat 150 ms s/d 300 ms maka dikategorikan bagus dan memiliki indeks 3. Jika delay yang diperoleh 300 ms s/d 450 ms maka dikategorikan sedang dan memiliki indeks 2, dan jika delay yang didapat >450 ms maka dikategorikan buruk dan memiliki indeks 1.

Persamaan perhitungan *Delay (Latency)* :

$$\text{Delay} = \frac{\text{total waktu pengiriman data}}{n}$$

2.7.4 Jitter

Jitter adalah variasi waktu kedatangan antara paket-paket yang dikirimkan

terus-menerus dari satu terminal (*source*) ke terminal yang lain (*destination*) pada jaringan IP. *Jitter* dapat diamati dalam karakteristik seperti frekuensi berturut-turut.

Berdasarkan standarisasi TIPHON pada Tabel 2.6 jika *jitter* yang didapat sebesar 0 ms maka dikategorikan sangat bagus dan memiliki indeks 4. Jika *jitter* yang didapat 1 ms s/d 75 ms maka dikategorikan bagus dan memiliki indeks 3. Jika *jitter* yang didapat 76 ms s/d 125 ms maka dikategorikan sedang dan memiliki indeks 2, dan jika *jitter* yang diperoleh 126 ms s/d 225 ms maka dikategorikan buruk dan memiliki indeks 1

Tabel 2.6 Kategori *Jitter*

Kategori	<i>Jitter</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	1 s/d 75	3
Sedang	76 s/d 125	2
Buruk	126 s/d 225	1

(Sumber: Badan Standar ETSI)

$$Jitter = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket yang diterima}}$$

Total variasi delay = delay – (rata-rata delay)

2.8 IndiHome

IndiHome merupakan produk dari PT. Telkom yang menawarkan layanan *Triple Play* yang terdiri dari *Internet Fiber* atau *High Speed Internet* (Internet Cepat), *Interactive TV* (UseTV) dan *Phone* (Telepon Rumah).

Dalam layanannya, IndiHome memiliki 2 tipe instalasi yaitu IndiHome *Internet on Fiber* dan IndiHome *High Speed Internet*. Dari kedua tipe tersebut, terdapat perbedaan dari sisi *bandwidth*, kestabilan, perawatan, ketahanan dan keamanan antara IndiHome *Internet on Fiber* dengan IndiHome *High Speed Internet*. Layanan IndiHome *Internet on Fiber* hanya berlaku untuk lokasi yang

tersedia jaringan Fiber (FTTH: *Fiber To The Home*), sedangkan untuk tipe IndiHome *High Speed Internet* khusus untuk lokasi yang belum terlayani FTTH. *Fiber To The Home* merupakan teknologi penghantaran data tercanggih dan terbaru yang digunakan dalam layanan *fixed broadband*, yang menggunakan *Fiber Optic*. *Internet on Fiber* mempunyai *bandwidth* hingga 100 Mbps, sedangkan *High Speed Internet* non FTTH hanya mempunyai *bandwidth* berkisar 1 Mbps sampai 5 Mbps secara bersamaan. Selain itu, *Internet on Fiber* lebih tahan dalam kondisi cuaca apapun seperti serangan petir dan gangguan elektromagnet dibandingkan *High Speed Internet* non FTTH. Sehingga komputer yang digunakan menjadi lebih aman. Hal ini juga mengakibatkan *Internet on Fiber* tidak perlu perawatan secara berkala