

ANALISA GANGGUAN FIBER TO THE HOME DAN MENGHITUNG LINK BUDGET DAN REDAMAN DI WILAYAH TELUK GONG Jakarta Utara

AdyAriyanto¹, Tamsil Hariri²

^{1,2}Akademi Telkom Sandhy Putra Jakarta

^{1,2}Jalan Daan Mogot KM 11, RT. 1/RW.4, Cengkareng, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11710, Indonesia)

Adyariyanto28@yahoo.co.id

Abstrak – Indihome adalah salah satu layanan provider telekomunikasi yang terdiri dari komunikasi suara, data, maupun video (Triple Play service) layanan tersebut melewati akses broadband dan didapatkan hanya dengan berlangganan satu jenis media koneksi saja. Hal ini membutuhkan perangkat teknologi akses yang dapat menyalurkan layanan Triple Play service hingga sampai kepada pelanggan. Melalui anak perusahaannya yaitu PT. Telkom Akses, PT. Telkom Indonesia membangun infrastruktur jaringan di wilayah Telkom Jakarta Utara. Teknologi yang dipakai adalah Gigabit Passive Optical Network (GPON).GPON merupakan teknologi jaringan yang menggunakan fiber optik seluruhnya dengan parameter kualitas jaringannya yaitu Rx Power. Tapi seiring berjalannya teknologi ini masih terdapat gangguan yang timbul dalam penggunaannya, ketika ada gangguan pengguna pengguna bisa melaporkan terkait gangguan tersebut dengan cara menghubungi call center telkom dengan nomor 147, pada saat survey gangguan seputar Fiber to The Home di wilayah Teluk Gong Terdapat Total jumlah gangguan setiap hari nya ada kurang lebih 10-30 pelaporan gangguan, gangguan yang paling sering terjadi adalah koneksi internet terganggu disini dikarenakan Redaman Dari Tiang Odp Sampai ke Rumah Pelanggan Ont Tinggi mencapai 29dB. Penelitian ini berjudul Analisa Gangguan Fiber To The Home dan menghitung Link Budget dan Redaman di wilayah Teluk Gong Jakarta Utara. Hasil akhir dari penelitian ini adalah Memberikan Pengetahuan tentang mengatasi gangguan pada Fiber To The Home, Dan Menemukan permasalahan yang terdapat pada FTTH Khususnya di Teluk gong Jakarta Utara.

Kata kunci – Serat Optik, FTTH, GPON, Indihome

Abstract— Indihome is one of the telecommunication provider services consisting of voice, data, and video communication (Triple Play service) services that pass broadband access and are obtained only by subscribing to one type of media connection only. This requires access technology devices that can channel Triple Play service to customers. Through his subsidiary company, PT. Telkom Access, PT. Telkom Indonesia builds network infrastructure in the Telkom North Jakarta area. The technology used is Gigabit Passive Optical Network (GPON). GPON is a network technology that uses entirely optical fiber with network quality parameters, namely Rx Power. But as the technology progresses, there are still disruptions arising in its use, when there are user disruptions users can report related to the disturbance by contacting the telecom call center with number 147, when a survey of Fiber to The Home disruptions in the Teluk Gong area There is a total number of disturbances every day there are approximately 10-30 disturbance reports, the most common interference is that the internet connection is interrupted here because the attenuation of the Odp Mast to the Ont High Customer House reaches 29dB. This study is titled Analysis of Fiber To The Home and calculates the Budget Link and Damping in the North Jakarta Bay Gong region. The final result of this study is to provide knowledge about overcoming interference in Fiber To The Home, and find problems found in FTTH, especially in the gong bay of North Jakarta.

Keywords-Fiber Optics, FTTH, GPON, Indihome

I. PENDAHULUAN

Sistem telekomunikasi sangat erat kaitannya dengan proses pertukaran informasi melalui jarak jauh. Informasi tersebut dapat berupa data, suara, maupun video yang dikirimkan melalui sebuah media transmisi. Media transmisi tersebut dapat berupa kabel maupun tanpa kabel (gelombang elektromagnetik). Pengiriman informasi membutuhkan transmitter dan receiver dengan kualitas yang bagus agar informasi yang diterima

sesuai dengan yang dikirimkan sehingga informasi yang dikirimkan dapat diterima dengan baik. Kualitas jaringan merupakan parameter penting untuk menjaga kestabilan proses pengiriman informasi. Salah satu perusahaan yang menyadakan layanan telekomunikasi di Indonesia adalah PT. Telkom Indonesia. Layanan tersebut merupakan layanan yang terdiri dari komunikasi suara, data, maupun video (triple play service).

Dengan produk yang disebut indihome. Layanan tersebut melewati akses broadband dan didapatkan hanya dengan berlangganan satu jenis media koneksi saja. Hal itu membutuhkan perangkat teknologi akses yang dapat menyalurkan trile play service hingga sampai pada pelanggan. Melalui anak perusahaannya yaitu PT.Telkom Akses Jakarta Utara. Teknologi yang digunakan yaitu Gigabit Passive Optik Network (GPON) merupakan teknologi yang masih menggunakan tembaga dengan parameter kualitas jaringan adalah signal to Noise (SNR) dan redaman (attenuation). GPON merupakan teknologi jaringan yang menggunakan fiber optic seluruhnya dengan parameter kualitas jaringannya adalah Rx power. Maka dari atas permasalahan yang terjadi sering terjadi di wilayah Jakarta utara penulis akan membuat tugas akhir yang berjudul "Implementasi Perancangan Tambahan Aplikasi untuk Penanganan Gangguan Jaringan Serat Optik IndiHome.

II. DASAR TEORI

A. Kabel Serat Optik

Serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Cahaya yang ada di dalam serat optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi. Serat optik umumnya digunakan dalam system telekomunikasi serta dalam pencahayaan, sensor, dan optic pencitraan. Efisiensi dari serat optik ditentukan oleh kemurnian dari bahan penyusun gelas. Semakin murni bahan gelas, semakin sedikit cahaya yang diserap oleh serat optik. Perkembangan teknologi serat optik saat ini, telah dapat menghasilkan pelemahan (attenuation) kurang dari 20 decibels (dB)/km. Dengan lebar jalur (bandwidth) yang besar sehingga kemampuan dalam mentransmisikan data menjadi lebih banyak dan cepat dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional. Dengan demikian serat optik sangat cocok digunakan terutama dalam aplikasi sistem telekomunikasi. Pada prinsipnya serat optik memantulkan dan membiaskan sejumlah cahaya yang merambat didalamnya. Efisiensi dari serat optik ditentukan oleh kemurnian dari bahan penyusun gelas/kaca. Semakin murni bahan gelas, semakin sedikit cahaya yang diserap oleh serat optik. lebih baik dalam menghantar sinyal dan juga transfer data. (Budiharjo dan Bahtiar2014)

B. Jenis Jenis Fiber Optik

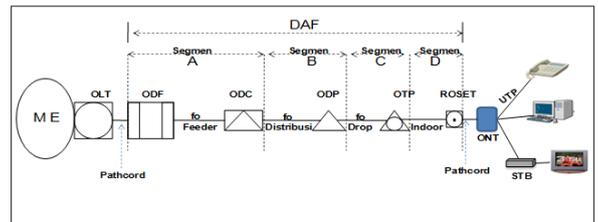
Pada dasarnya serat optik terdiri dari 2 jenis, diantaranya adalah Single mode fiber dan Multi mode fiber. Berdasarkan mode yang dirambatkan ada 3 macam

1. Step Index Single-mode Single-mode yaitu serat optik dengan core yang sangat kecil,

sekitar 8-10 mikrometer. Besar diameternya mendekati panjang gelombang, sehingga cahaya yang masuk ke dalamnya tidak terpantul-pantul ke dinding cladding. Kabel single mode dapat menjangkau jarak yang lebih jauh. Ia hanya mengirim satu sinyal pada waktu yang sama.

2. Multi mode step index Mempunyai inti yang lebih besar (berdiameter 0.0025 inch atau 62.5 micron) dan berfungsi mengirimkan sinar inframerah (panjang gelombang 850-1330 nanometer) dengan banyak mode cahaya yang lewat didalamnya. Multi mode fiber biasa memiliki diameter core sekitar 50-400 mikrometer sedangkan cladding nya 125-500 mikrometer. Serat optik ini di sebut "step index " karena indeks bias berubah secara drastis dari kulit ke core serat. (Hariri,T.2014)
3. Grade indeks multi mode fiber Fiber ini disebut "Grade indeks" karena terdapat perubahan dalam indeks bias, dimana besarnya indeks bias inti mengecil ke arah perbatasan inti dengan selubungnya. (Hariri,T.2014)

2.2 Konfigurasi Fiber To The Home



OLT adalah ujung fiber optik pada bagian co yang menghubungkan jaringan ke backbone Metro Ethernet (ME) atau ke jaringan yang lain.

2. ONU atau ONT adalah ujung fiber optik pada sisi pelanggan, dimana terdapat titik konversi optik

3. Daerah Akses Fiber (DAF) atau bagian ODN yang dibagi menjadi 4 segmen berdasarkan jenis kabel fiber optik yang digunakan, yaitu:

- a. Segmen a : kabel feeder menghubungkan Optical Distribution Frame (ODF) dan Optical Distribution Cabinet (ODC)
- b. Segmen b : kabel distribusi dan Optical Distribution Point (ODP). ODC dan ODP merupakan lokasi sambungan (splice) dan splitter
- c. Segmen c : kabel drop dan Optical Terminal Premises (OTP)
- d. Segmen d : kabel indoor yang diletakkan dalam rumah dan Optical Indoor Outlet (Roset) (Aprillia sartika,2017)

C. Arsitektur Jaringan yang digunakan

Fiber To The Tower (FTTT) 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.(Natali Dewi,2017)

D. Gigabit Passive Optical Network

GPON merupakan singkatan dari Gigabit Passive Optik Network. Merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984 dan hingga kini bersaing dengan GEPON (Gigabit Ethernet PON). GEPON adalah PON versi IEEE yang berbasis teknologi Ethernet. Prinsip kerja GPON yaitu ketika data atau sinyal dikirimkan dari OLT, maka ada bagian yang bernama splitter yang berfungsi untuk memungkinkan serat optik tunggal dapat mengirim sinyal ke berbagai ONT. (Natali dan Dewi,2017)

Table 2.1 Standar GPON sumber (Natali dan Dewi,2017)

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

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-data dan sinyal yang diinginkan pelanggan.

Pada prinsipnya, PON adalah sistem point to multipoint, yang menggunakan splitter sebagai pembagi jaringannya. Teknologi GPON dalam menyalurkan trafik layanan ke pelanggan menggunakan dua metode yaitu : (Nugroho,2011)

1.WDM Wavelength Division Multiplexer atau penggabungan panjang gelombang sinyal optik yang berbeda menjadi satu berkas sinyal optik. untuk memisahkan jenis layanan dari OLT menuju ke ONT,

2.TDM Time Division Multiplexer, yaitu setiap pelanggan arah up stream dialokasikan time slot yang berbeda, untuk memisahkan antar identitas pelanggan dari ONT menuju ke OLT.

Parameter GPON

Parameter kualitas jaringan GPON adalah :

1. Rx Power

Berdasarkan standar dari ITU-T G.984 maka dilakukan perhitungan untuk kualitas dari teknologi GPON yang parameternya disebut dengan Link Power Budget. Pengukuran Link Power Budget bertujuan untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Link budget adalah estimasi kebutuhan daya yang diperhitungkan untuk memastikan level daya penerima (rx power) lebih besar atau sama dengan level threshold (daya minimum). Rx Power merupakan nilai daya terima yang akan di hasilkan dari pengukuran secara total. Rx Power satuan pengukurannya adalah dBm (dB milliwatt) merupakan satuan kekuatan sinyal/daya pancar. Menurut peraturan dari PT. Telkom Indonesia jarak yang telah ditentukan tidak lebih dari 20 km sedangkan untuk total redaman tidak boleh lebih dari 28 dB dan sinyal yang diterima tidak boleh kurang dari -28 dBm (Pramanabawa,2013)

E.Pengertian Power LINK BUDGET

Link budget adalah estimasi kebutuhan daya yang diperhitungkan untuk memastikan level daya penerima lebih besar atau sama dengan level threshold (daya minimum). Perhitungan link budget adalah menentukan jarak maksimum yang dapat di capai oleh sistem transmisi yang dipilih yaitu serat optik. Pertimbangan yang penting untuk sistem transmisi serat optik adalah power budget.

Dengan mengurangi seluruh redaman optik sistem daya yang dikirimkan oleh transmitter, perencanaan sistem serat optik memastikan bahwa sistem mempunyai daya yang cukup untuk mengemudikan receiver pada level yang diinginkan . daya input yang diizinkan oleh receiver disebut dengan sensitivitas receiver dan akan tergantung pada BER tertentu.

Perhitungan power link budget untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Perhitungan link power budget dilakukan berdasarkan standarisasi ITU-T G.984 dan juga peraturan yang diterapkan oleh PT. TELKOM yaitu jarak tidak lebih dari 20 km dan redaman total tidak lebih dari 28 dB.

Untuk menghitung nilai link budget, element redaman adalah salah satu yang harus diperhatikan dan berikut beberapa rumus redaman serta link budget (Budiharjo dan Bahtiar,2014)

Parameter Power Link Budget

Redaman Serat optik 1490 : 0.35 dB/Km
 Redaman Splice : 0.10 dB/splice
 Konektor APC : 0.25 dB
 Konektor UPC : 0.35 dB
 Passive Splitter 1:2 : 3.70 dB
 Passive Splitter 1:4 : 7.25 dB

Passive Splitter 1:8 : 10.38 dB
 Passive Splitter 1:16 : 14.10 dB
 Passive Splitter 1:32 : 17.45 dB
 Transmission Optical power: 5dBm
 Maximum receiver sensitivity : -28 dBm

Pada umumnya pemancaran gelombang fiber optik menggunakan 2 gelombang yang berbeda, hal tersebut dibutuhkan untuk memenuhi layanan 2 gelombang tersebut adalah uplink dan downlink . Panjang gelombang untuk uplink sekitar 1310 nm sedangkan untuk downlink sekitar 1490 nm.(BudiharjodanBahtiar,2014)

F Redaman (rugi-rugi serat optik)

Pada sistem transmisi serat optik, cahaya yang merambat sepanjang serat optik akan mengalami peredaman, sehingga diujung jauh (sisi penerima) kekuatan cahaya akan menjadi lemah. Disisi lain kekuatan cahaya dari dioda laser terbatas dan photodetector memiliki sensitifitas tertentu untuk dapat mendeteksi sinyal optik.

Oleh karena itu untuk dapat mengoperasikan sistem telekomunikasi, rugi- rugi optik (total loss) harus dibuat pada level yang lebih tinggi dari level sensitivitas yang dimiliki oleh photodetector. Level rugi-rugi optik yang diperbolehkan sudah ditentukan untuk masing- masing sistem telekomunikasi.(Siahaan,2012)

G. Indihome

Indihome atau Indonesia Digital Home merupakan salah satu produk layanan dari PT Telekomunikasi Indonesia berupa layanan digital terdepan menggunakan teknologi fiber optik yang menawarkan layanan Triple Play yang antara lain adalah: (Lestari, 2017)

1.Phone (Telepon Rumah)

Layanan komunikasi telepon dengan keunggulan biaya yang lebih murah dan kualitas suara yang jernih. Paket telepon rumah Indihome Menawarkan Gratis Nelpon sampai 1000 menit lokal atau interlokal.

2.Internet on Fiber atau Hight Speed Internet

Layanan Internet berkecepatan tinggi menggunakan kabel fiber optik dari Telkom Indonesia yang memiliki keunggulan :

a. Lebih Cepat

Fiber optik mampu mentransfer data (bandwidth) data hingga ratusan mbps(jauh lebih cepat dibandingkan kabel coaxial atau copper/tembaga)

b. Lebih Stabil

Kecepatan fiber optik jauh lebih stabil dibandingkan coaxial atau copper / tembaga pada saat dilakukan sharing(akses internet secara bersamaan)

c. Lebih Handal

Fiber optik lebih tahan dalam kondisi cuaca apapun seperti serangan petir dan gangguan elektromagnet dibandingkan kabel coax atau copper/tembaga, sehingga komputer anda menjadi lebih aman.

3. User Tv Cable

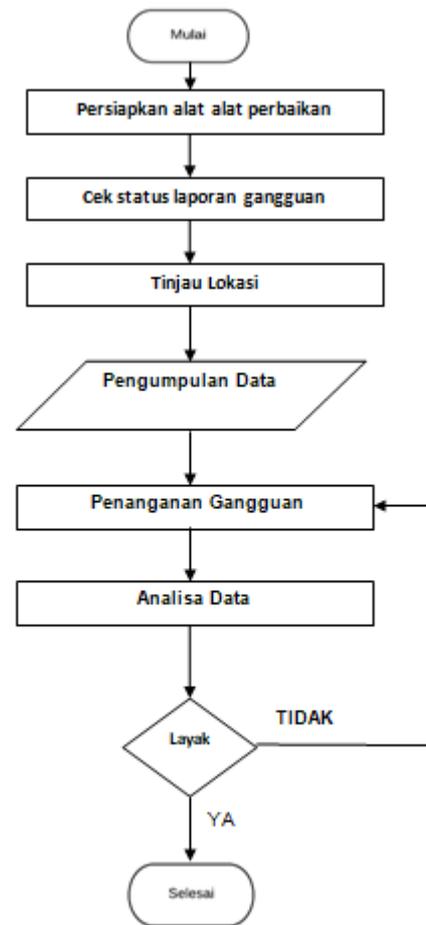
Layanan Televisi Interaktif dan Personalized berteknologi internet protocol yang dilengkapi fitur – fitur unggulan seperti:

- a. Tv On Demand.
- b.Video On Demand.
- c.All Channel 98 Channel Pilihan.

III. PEMBAHASAN

A.Diagram alir

Pada bagian ini adalah proses pengerjaan proyek akhir ini dimulai dengan :



Gambar 3.1 Flowchart penanganan gangguan

1. Mulai

Awal mula analisa dimulai dengan penulis mendatangi lokasi survey disalah satu perusahaan penyedia layanan Fiber To The Home PT. Telkom Akses yang ada di STO Muara Karang

2. Persiapkan Alat Alat Perbaikan

Alat Alat yang selalu dipakai dalam perbaikan Fiber To The Home seperti OPM, Visual Fault Locator

3. Cek Status Laporan Gangguan

Teknisi mendapatkan tiket gangguan yang berisikan laporan gangguan yang di keluhkan oleh pelanggan untuk di atasi.

4. Tinjau Lokasi

Setelah mendapatkan tiket gangguan Teknisi dan Penulis akan survey ke lokasi pelanggan.

5. Pengumpulan Data

Teknisi dan penulis akan mengumpulkan data dengan cara menanyakan lagi secara langsung keluhan apa yang dirasakan akibat gangguan tersebut.

Teknisi akan meminta data pelanggan kepada rekan kerja di bagian kantor data tersebut didapat dari web embassy milik Telkom

6. Sistem Penanganan Gangguan

Teknisi dan penlis akan melakukan pengecekan pada perangkat seperti : ODP, ONT, Kabel Fiber Optik.

7. Analisa data

Pada proses ini teknisi dan penulis menganalisa data yang telah dikumpulkan dan cukup untuk di analisa.

8. Layak

Pada Proses ini Teknisi dan Penulis akan membandingkan data yang dikumpulkan dan di analisa apakah sudah sesuai dengan standar dari PT. Telkom Akses atau belum jika Ya tiket gangguan telah diperbaiki , jika ada yang telah di kumpulkan tidak sesuai dengan standar dari PT. Telkom Akses maka kembali lagi ke pada proses tahapan pengumpulan data.

9. Selesai

Pada tahapan ini berarti hasil data sudah sesuai dengan apa yang akan di analisa oleh penulis.

B. Alat alat untuk perbaikan

Alat Alat yang dipakai dalam perbaikan jaringan Fiber To The Home adalah (SUNGGARA,2016).

1. Optical Power Meter (OPM)

Mengenal Alat-Alat Fiber Optic/Optik dan Masing-Masing Fungsinya Alat yang satu ini memiliki fungsi untuk mengetahui seberapa kuat daya dari signal cahaya yang sudah masuk, OPM ini juga mempunyai interface FC yang langsung berhubungan dengan pathcore FC. Bagi kalian yang belum mengetahui rumus yang digunakan untuk melakukan proses ini, berikut adalah rumusnya ($TX - RX = \dots dB$ dibagi jarak (Km)).



Gambar 3.2 Optical Power Meter sumber (Aprillia Sartika,2017)

2. Visual Fault Locator

Alat ini sering disebut juga Laser fiber optic atau senter fiber optic. Fungsinya untuk melakukan pengetesan pada core fiber optic. Laser akan mengikuti serat Optik pada Kabel Fiber Optik dari POP Sampai Ke User (end to end) , bila core tidak bermasalah laser akan sampai pada titik tujuan.



Gambar 3.3 Visual Fault Locator Sumber (Sunggara, D.2016)

C. Status Laporan Gangguan

laporan awal dikelola call center 147 untuk pembuatan tiket laporan gangguan lalu diteruskan ke witwel masing2 sesuai lokasi terdaftar pelanggan dan diberikan tiket gangguan kepada para teknisi. Data tiket tidak diizinkan untuk di publikasikan dari ketentuan perusahaan.

D. Tinjau Lokasi Tempat Gangguan

Telkom Jakarta utara terbagi menjadi 9 wilayah yaitu:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. CIL (Cilincing) | 2. MRD (Marunda) |
| 3. TPR (Tanjung priuk) | 4. KLG (Kelapa Gading) |
| 5. STR (Suter) | 6. KTA (Kota) |
| 7. MBS(Mangga Besar) | 8. MKR (Muara karang) |
| 9. PDM (Pademangan) | |

1.Lokasi yang dipilih adalah STO Muara Karang Jakarta Utara.



Gambar 3.4 Lokasi STO Muara Karang (sumber : Google Earth)

2.Lokasi yang dijadikan analisa dari STO Muara Karang adalah Teluk Gong Jakarta Utara



Gambar 3.5 Lokasi Teluk Gong Jakarta Utara (sumber : Google Earth)

D.Proses Pengumpulan Data

Pada proses pengumpulan data

- 1.Teknisi dan penulis akan datang ke lokasi pelanggan yang terjadi gangguan
 - 2.Teknisi dan penulis akan mengumpulkan data dengan cara menanyakan lagi secara lansung keluhan apa yang dirasakan akibat gangguan tersebut.
 - 3.Teknisi akan meminta data pelanggan kepada rekan kerja di bagian kantor data tersebut didapat dari web embassy milik Telkom.
- Teknisi dan Penulis akan melakukan :
- 1.mengecek semua perangkat dari ODP sampai ke ONT,
 - 2.melihat status jumlah total besaran redaman pada kabel fiber optik menggunakan OPM.
 - 3.mengecek apa ada kerusakan pada kabel fiber optik dengan cara mensenter kabel tersebut dengan alat yang telah dipersiapkan.
 - 4.jika kabel di senter tembus sampai keujung kabel tersebut berarti tidak ada masalah pada kabel fiber optik tersebut tapi jika kabel fiber tersebut setelah di senter tidak tembus sampai di kabel ujung berarti ada kendala gangguan di kabel tersebut.
 - 5.Catat dan simpan data yang akan dianalisa

Terakhir Penulis akan menyimpan data yang sudah di analisa yang didapat pada tahapan proses pengumpulan data.

Tabel 3.1 hasil pengumpulan data

No	Uraian		Satuan	Standar Redaman (dB)	Volume	Total Redaman (dB)
1	Kabel Fo		Km	0.35	17	5.95
2	Splitter	1:2	Bh	3.70		
		1:4	Bh	7.25	1	7.25
		1:8	Bh	10.38	1	10.38
		1:16	Bh	14.10		
		1:32	Bh	17.45		
3	Konektor	SC/UPC	Bh	0.25	5	1.25
		SC/APC*	Bh	0.35	2	0.7
4	sambungan	Di kabel Feeder	Bh	0.10	8	0.8
5	sambungan	Di kabel Distribusi	Bh	0.10	2	0.2
6	sambungan	Di Drop kabel				
7	Total Redaman murni					26.73
8	Total Redaman toleransi					28

sumber (PT. Telkom Akses)

DAFTAR PUSTAKA

- Aprillia Sartika.(2017) Analisa kualitas jaringan lokal Akses Fiber Optik dengan Metode pengukuran Link Budget Dengan Menggunakan Optical Power Meter (OPM) Program Studi Teknik Telekomunikasi. Akademi Telkom Jakarta. (Diakses pada tanggal 05 April 2019)
- Budiharjo, S., & Bahtiar, L. (2014). Rancang bangun Aplikasi Perhitungan Link Budget Pada Jaringan FTTH Berbasis Android.Journal ICT, 5(9) (Diakses pada tanggal 05 April 2019)
- Hariri, T. (2014). Dasar Transmisi Optik. Kuliah Sistem Komunikasi Serat Optik. Program Studi Teknik Telekomunikasi. Akademi Telkom.Jakarta. (Diakses pada tanggal 05 April 2019)
- Lestari, E., & Artha, E. U. (2017). Sistem Pakar dengan Metode Dempster Shafer untuk Diagnosis Gangguan layanan Indihome di PT Telkom Magelang. Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika, 3(1), 16-24. (Diakses pada tanggal 10 April 2019)
- Natali, Y., & Dewi, R. M. (2017). Simulasi Rancang Bangun Jaringan Feeder Untuk Fiber to The Home (FTTH) Pada PT. Indosat. Journal ICT, 8(15). (Diakses pada tanggal 10 April 2019)
- Nugroho, A. (2011). Teknologi Gigabit-Capabel Passive Optical Network (GPON) Sebagai Triple Play Service. In Makalah Seminar Kerja Praktek, Teknik Elektro Universitas Diponegoro. (Diakses pada tanggal 10 April 2019)

Pramanabawa, I. B., & Indonesia, B. J. B. B. (2013). Analisa Rise Time Budget dan Power Link Budget dari STO ke Pelanggan Infrastruktur GPON (Gigabit Passive Optical Network) PT. Telekomunikasi Divisi Access Denpasar. Universitas Udayana: Bali. (Diakses pada tanggal 12 April 2019)

Sunggara, D. (2016). Implementasi Jaringan Fiber Optik FTTH (Fiber To The Home) Berbasis Sistem NOSS-F STO Muara Karang Jakarta Utara. (Diakses pada tanggal 14 April 2019)