



PEMERINTAH DAERAH PROVINSI JAWA BARAT
DINAS PENDIDIKAN
CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH VII
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN NEGERI 13
Jalan Soekarno - Hatta Km.10 Telepon (022) 7318960: Ext. 114
Telepon/Faksimili: (022) 7332252 - Bandung 40286 Email:smk13bdg@gmail.com
Home page : <http://www.smkn13.sch.id>

BAHAN AJAR TEKNIK JARINGAN KABEL & NIRKABEL
TEKNIK JARINGAN KOMPUTER DAN TELEKOMUNIKASI

Nama Penyusun : Nogi Muharam, S.Kom.
Nama Sekolah : SMK Negeri 13 Bandung
Kelas / Fase : XI / F
Tahun Penyusunan : 2024/2025
Alokasi Waktu : 2 x 6 JP (@45 Menit)
Elemen : Teknologi Jaringan Kabel dan Nirkabel

A. Capaian Pembelajaran Elemen :

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menginstalasi jaringan kabel dan nirkabel, melakukan perawatan dan perbaikan jaringan kabel dan nirkabel, memahami standar jaringan nirkabel, memilih teknologi jaringan nirkabel indoor dan outdoor sesuai kebutuhan, melakukan instalasi perangkat jaringan nirkabel, menguji instalasi perangkat jaringan nirkabel, menjelaskan konsep layanan Voice over IP (VoIP), mengkonfigurasi layanan Voice over IP (VoIP), memahami jaringan fiber optic, memahami jenis-jenis kabel fiber optic, memilih kabel fiber optic, menerapkan fungsi alat kerja fiber optic, menggunakan alat kerja fiber optic, melakukan sambungan fiber optic, dan melakukan perbaikan jaringan fiber optic.

B. Profil Pelajar Pancasila :

Gotong-royong, bernalar kritis

C. Tujuan Pembelajaran :

1. Menerapkan fungsi alat kerja fiber optic
2. Memahami konsep dasar jaringan FTTH.
3. Mengidentifikasi komponen dan struktur jaringan FTTH.
4. Menghitung redaman link budget dalam jaringan FTTH.

D. Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran

A (audience), **B** (Behavior), **C** (Condition), **D** (Degre)

1. Setelah melihat video dan materi presentasi, Peserta didik mampu merancang [c6] topologi pembangunan jaringan FTTH dan menghitung redaman link budget dengan baik dan benar!

E. Pertanyaan Pemantik

Mengapa penting merancang topologi jaringan FTTH (Fiber To The Home) berdasarkan kebutuhan pengguna?

Merancang topologi jaringan FTTH berdasarkan kebutuhan pengguna sangat penting untuk memastikan jaringan berjalan efisien dan memenuhi kebutuhan akses internet dengan optimal. Desain topologi yang tepat memungkinkan distribusi bandwidth yang memadai, mengurangi biaya operasional, serta meminimalkan gangguan dalam pengiriman data. Topologi yang tidak sesuai dengan kebutuhan pengguna berpotensi menyebabkan bottleneck atau ketidakstabilan jaringan. Selain itu, setiap lokasi atau area mungkin memiliki kebutuhan dan jumlah pengguna yang berbeda, sehingga topologi harus disesuaikan untuk memenuhi skala penggunaan tersebut..

APERSEPSI

Bayangkan ketika kita menggunakan internet di rumah atau di tempat kerja, kita menginginkan koneksi yang cepat, stabil, dan dapat diandalkan. Namun, apakah kalian tahu bahwa kualitas koneksi ini sangat dipengaruhi oleh bagaimana jaringan tersebut dirancang? Salah satu teknologi yang banyak digunakan untuk menyediakan layanan internet berkualitas adalah jaringan FTTH (Fiber To The Home). Teknologi FTTH ini menggunakan kabel serat optik yang mampu mengirimkan data dalam jumlah besar dengan kecepatan tinggi.

Tetapi, untuk mencapai performa optimal, ada dua hal penting yang harus diperhatikan, yaitu:

Merancang Topologi Jaringan Berdasarkan Kebutuhan Pengguna

Sama seperti membangun jalan raya yang menghubungkan berbagai daerah, merancang jaringan FTTH juga membutuhkan strategi topologi yang sesuai dengan kebutuhan. Misalnya, topologi di area perumahan tentu berbeda dari area bisnis atau industri. Menyusun jaringan sesuai kebutuhan pengguna membantu memastikan bahwa setiap orang mendapatkan akses internet yang sesuai tanpa mengorbankan kualitas atau efisiensi jaringan.

Menghitung Redaman Link Budget pada Jaringan FTTH

Saat sinyal melewati kabel serat optik, ada penurunan kualitas yang disebut redaman. Redaman ini harus diperhitungkan dengan cermat agar sinyal yang sampai ke pengguna tetap berada dalam level yang optimal. Jika redaman terlalu besar, maka sinyal akan melemah dan berdampak pada kualitas koneksi. Dengan menghitung link budget, kita bisa menentukan apakah suatu jaringan memerlukan komponen tambahan atau harus disesuaikan panjangnya.

Dengan memahami dan menerapkan kedua aspek ini, kita dapat menciptakan jaringan FTTH yang tidak hanya memenuhi kebutuhan pengguna tetapi juga tahan lama, efisien, dan berkualitas tinggi. Jadi, mari kita pelajari lebih lanjut tentang bagaimana merancang topologi yang tepat dan menghitung redaman link budget untuk memastikan jaringan FTTH dapat bekerja dengan optimal.

A. Pengantar FTTH

FTTH, atau Fiber To The Home, adalah teknologi jaringan yang menggunakan serat optik untuk menyediakan layanan internet langsung ke rumah atau tempat tinggal pengguna. Dibandingkan dengan jaringan konvensional yang menggunakan kabel tembaga, FTTH memiliki banyak keunggulan karena serat optik mampu mentransmisikan data dalam jumlah besar dengan kecepatan tinggi dan kualitas yang lebih stabil. Teknologi ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan akan internet berkecepatan tinggi, yang sangat penting di era digital saat ini di mana berbagai aktivitas—seperti streaming video berkualitas tinggi, bekerja dari rumah, dan menggunakan perangkat IoT—memerlukan koneksi internet yang andal.

Dalam jaringan FTTH, kabel serat optik ditarik dari pusat data atau kantor pusat penyedia layanan hingga langsung ke lokasi pengguna. Karena serat optik memiliki redaman yang rendah (penurunan kekuatan sinyal) dan tidak terpengaruh oleh interferensi elektromagnetik, FTTH dapat memberikan kecepatan transfer data yang sangat tinggi, stabil, dan hampir bebas gangguan meskipun jaraknya jauh.

1. Keunggulan FTTH

- a. **Kecepatan Tinggi:** Serat optik dalam FTTH dapat mentransmisikan data dalam gigabit per detik (Gbps), jauh lebih cepat dibandingkan kabel tembaga atau jaringan lainnya.
- b. **Stabilitas dan Keandalan:** FTTH memberikan koneksi yang lebih stabil dan andal, karena serat optik tidak terpengaruh oleh perubahan cuaca atau interferensi elektromagnetik.
- c. **Kapasitas Lebih Besar:** FTTH memiliki kapasitas lebih besar untuk menampung data, yang berarti dapat mendukung lebih banyak pengguna dengan kualitas yang konsisten.
- d. **Future-proof:** Infrastruktur serat optik dapat dengan mudah di-upgrade untuk mendukung kecepatan yang lebih tinggi di masa depan, sehingga mampu memenuhi kebutuhan yang terus berkembang.

2. Komponen Utama dalam Jaringan FTTH

Jaringan FTTH terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja sama untuk menghubungkan pusat data penyedia layanan ke pengguna akhir, yaitu:

- a. **Optical Line Terminal (OLT):** Terletak di pusat data atau kantor pusat, berfungsi mengirim dan menerima data melalui serat optik ke seluruh jaringan.
- b. **Optical Distribution Network (ODN):** Merupakan jaringan distribusi yang menghubungkan OLT dengan Optical Network Units (ONU) atau Optical Network Terminals (ONT). Dalam jaringan FTTH, ODN dapat mencakup splitter optik yang memungkinkan satu kabel optik dapat melayani banyak pengguna.
- c. **Optical Network Unit (ONU) / Optical Network Terminal (ONT):** Perangkat yang berada di sisi pengguna yang berfungsi mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektronik yang bisa digunakan oleh perangkat seperti komputer, router, atau TV.
- d. **Kabel Serat Optik dan jenis-jenis nya :** adalah media transmisi yang menggunakan serat kaca atau plastik tipis untuk mengirimkan data dalam bentuk sinyal cahaya. Karena keandalannya dalam mengirimkan data dengan kecepatan tinggi dan minim interferensi, kabel serat optik banyak digunakan dalam jaringan modern, termasuk jaringan FTTH (Fiber To The Home). Misal seperti Kabel Serat Optik Single Mode (SMF), Kabel Serat Optik Multimode (MMF)

3. Mengapa FTTH Penting di Masa Kini?

Permintaan akan internet yang cepat dan stabil terus meningkat seiring dengan semakin banyaknya aktivitas digital dalam kehidupan sehari-hari. Dengan teknologi FTTH, penyedia layanan dapat menawarkan kecepatan tinggi dan kualitas koneksi yang lebih stabil untuk mendukung berbagai kebutuhan pengguna. FTTH tidak hanya meningkatkan pengalaman pengguna di rumah tetapi juga membuka peluang untuk smart home, layanan cloud, dan konektivitas yang lebih baik untuk perangkat IoT.

Dengan memahami konsep dan manfaat FTTH, kita bisa lebih menghargai bagaimana teknologi ini mengubah cara kita terhubung ke dunia digital.

B. Konsep Dasar FTTH

FTTH merupakan salah satu dari berbagai bentuk jaringan FTTx—yaitu jaringan yang mengandalkan serat optik sebagai media utama untuk menyediakan layanan ke pelanggan. FTTx memiliki beberapa varian, di mana FTTH merupakan versi yang paling langsung, yakni kabel serat optik yang ditarik hingga ke rumah atau tempat tinggal pengguna akhir. Jenis jaringan FTTx lainnya mencakup:

- a. **FTTB (Fiber To The Building):** Serat optik ditarik hingga gedung atau bangunan (umumnya apartemen atau kantor), lalu disambungkan ke unit-unit di dalam gedung menggunakan kabel jenis lain, seperti kabel tembaga atau coaxial.
- b. **FTTC (Fiber To The Curb):** Serat optik ditarik hingga ke tepi jalan atau area dekat dengan pengguna, kemudian menggunakan media lain untuk mencapai rumah atau bangunan.
- c. **FTTN (Fiber To The Node):** Serat optik ditarik hingga ke node atau titik distribusi lokal tertentu, lalu menggunakan media lain ke lokasi pengguna yang lebih jauh.

Namun, FTTH unggul dalam memberikan koneksi berkualitas tinggi karena sinyal tetap dalam bentuk optik hingga sampai ke perangkat pengguna, sehingga kecepatan dan stabilitasnya optimal tanpa mengalami gangguan yang berarti

C. Penerapan Konsep FTTH

Dengan FTTH, layanan internet berkecepatan tinggi dan stabilitas tinggi dapat diberikan kepada pengguna rumahan, bisnis, dan publik secara langsung. FTTH telah membuka pintu bagi aplikasi-aplikasi modern seperti streaming video berkualitas tinggi, layanan cloud, video conference, gaming online, dan konsep smart home, di mana seluruh perangkat dapat saling terhubung melalui jaringan yang stabil.

Dengan memahami konsep dasar FTTH, kita dapat melihat pentingnya teknologi ini sebagai infrastruktur utama yang mendukung berbagai kebutuhan konektivitas di era digital yang semakin berkembang.

D. Topologi Jaringan FTTH

Dalam jaringan FTTH (Fiber To The Home), pemilihan topologi yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja optimal, efisiensi biaya, dan kemudahan perawatan. Topologi jaringan FTTH dirancang untuk menghubungkan kantor pusat penyedia layanan (central office atau headend) ke rumah atau bangunan pengguna dengan menggunakan kabel serat optik. Berikut ini adalah beberapa topologi utama yang digunakan dalam jaringan FTTH:

1. Topologi Point-to-Point (P2P)

- a. **Deskripsi:** Dalam topologi Point-to-Point, setiap pelanggan terhubung langsung ke kantor pusat penyedia layanan dengan satu serat optik yang berdedikasi.
- b. **Kelebihan:** Koneksi langsung memastikan kecepatan penuh dan performa tinggi, karena satu serat hanya digunakan oleh satu pelanggan. Tingkat keamanan tinggi karena tidak ada pembagian jalur antara pengguna. Mudah untuk dikonfigurasi ulang atau dikembangkan sesuai kebutuhan individu pelanggan.
- c. **Kekurangan:** Biaya instalasi dan pemeliharaan yang lebih tinggi, karena setiap pelanggan membutuhkan serat optik tersendiri. Penggunaan kabel lebih boros, yang tidak efisien untuk wilayah dengan banyak pelanggan.
- d. **Penggunaan:** Biasanya digunakan di lingkungan dengan kebutuhan bandwidth tinggi atau layanan khusus yang memerlukan jalur pribadi, seperti di area bisnis atau industri.

2. Topologi Point-to-Multipoint (P2MP)

- a. **Deskripsi:** Topologi Point-to-Multipoint menggunakan satu serat optik dari pusat layanan yang dibagi ke beberapa pelanggan melalui splitter optik. Jenis topologi ini juga dikenal sebagai topologi Passive Optical Network (PON).
- b. **Jenis Utama dalam P2MP: GPON (Gigabit Passive Optical Network):** Mendukung kecepatan hingga 2,5 Gbps downstream dan 1,25 Gbps upstream. **EPON (Ethernet Passive Optical Network):** Berbasis teknologi Ethernet, mendukung kecepatan simetris hingga 1 Gbps.
- c. **Kelebihan:** Biaya instalasi dan operasional lebih rendah karena satu serat optik dapat melayani banyak pelanggan. Splitter optik yang digunakan bersifat pasif (tidak membutuhkan daya), sehingga lebih efisien.
- d. **Kekurangan:** Bandwidth terbagi di antara pelanggan yang terhubung pada satu jalur, sehingga performa dapat menurun jika banyak pengguna aktif. Lebih rumit untuk penanganan masalah jaringan karena satu jalur melayani banyak pengguna.
- e. **Penggunaan:** Paling umum digunakan di area perumahan atau wilayah dengan banyak pengguna karena lebih hemat biaya.

Pemilihan topologi jaringan FTTH harus disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, jarak, serta karakteristik lingkungan yang akan dilayani. Misalnya, topologi **Point-to-Point** ideal untuk bisnis dengan kebutuhan bandwidth tinggi, sementara **Point-to-Multipoint** lebih efisien untuk perumahan. Setiap topologi memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan agar jaringan FTTH dapat berfungsi optimal dan efisien dalam hal biaya dan pemeliharaan.

E. Struktur Dasar FTTH (Point-to-Multipoint)

Pada jaringan FTTH dengan topologi Point-to-Multipoint, terdapat beberapa komponen utama yang memungkinkan distribusi sinyal dari penyedia layanan ke banyak pengguna melalui serat optik. Struktur dasar ini dikenal sebagai Passive Optical Network (PON), yang mencakup elemen-elemen kunci seperti Optical Line Terminal (OLT), Optical Distribution Network (ODN), Optical Splitter, dan Optical Network Terminal (ONT) atau Optical Network Unit (ONU) di sisi pengguna.

Berikut adalah penjelasan dari struktur dasar FTTH Point-to-Multipoint:

1. Optical Line Terminal (OLT)

- a. **Lokasi:** OLT biasanya ditempatkan di pusat data atau kantor pusat penyedia layanan (headend).
- b. **Fungsi:** OLT bertanggung jawab untuk mengirimkan dan menerima sinyal optik ke dan dari jaringan PON. OLT mengelola lalu lintas data antara jaringan penyedia layanan dan jaringan akses (jaringan ke rumah pengguna).
- c. **Peran Utama:**
 - Mengubah sinyal elektronik dari jaringan backbone penyedia layanan menjadi sinyal optik.

- ☐ Mengelola pembagian bandwidth dan alokasi data ke masing-masing pelanggan.
- ☐ Mengkoordinasikan sinyal upstream (dari pelanggan ke OLT) dan downstream (dari OLT ke pelanggan).

2. Optical Distribution Network (ODN)

- a. Deskripsi: ODN adalah jaringan distribusi serat optik yang menghubungkan OLT dengan pengguna akhir. ODN mencakup berbagai komponen, seperti kabel serat optik, konektor, dan Optical Splitter.
- b. Fungsi: Menyediakan jalur distribusi sinyal optik dari OLT hingga ke pelanggan.
- c. Komponen Utama:
- d. Fiber Optic Cable: Media utama untuk mengirimkan sinyal optik dari pusat penyedia ke pelanggan.
- e. Optical Splitter: Komponen pasif yang membagi sinyal optik dari satu serat menjadi beberapa jalur untuk didistribusikan ke banyak pelanggan. Splitter ini memungkinkan satu OLT melayani banyak ONT dengan membagi sinyal secara efisien.

3. Optical Splitter

- a. Deskripsi: Optical Splitter adalah perangkat pasif yang membagi sinyal optik dari OLT ke beberapa jalur menuju pelanggan.
- b. Fungsi: Memungkinkan satu serat dari OLT dibagi ke banyak pengguna tanpa membutuhkan daya tambahan.
- c. Tipe Pembagian: Biasanya, splitter memiliki rasio pembagian seperti 1:4, 1:8, 1:16, atau 1:32, tergantung pada jumlah pelanggan yang ingin dilayani di area tertentu.
- d. Kelebihan: Membantu menghemat biaya dan penggunaan serat dengan cara membagi satu jalur serat menjadi beberapa jalur, sehingga lebih efisien untuk area yang padat pengguna.
- e. Kekurangan: Setiap kali sinyal dibagi, kekuatannya akan berkurang atau mengalami redaman, sehingga perencanaan splitter perlu dipertimbangkan dengan matang agar setiap pelanggan menerima sinyal yang cukup.

4. Optical Network Unit (ONU) / Optical Network Terminal (ONT)

- a. Lokasi: ONT atau ONU ditempatkan di sisi pengguna, biasanya di dalam rumah, gedung, atau area yang terhubung dengan perangkat pengguna.
- b. Fungsi: Mengubah sinyal optik dari jaringan serat menjadi sinyal listrik yang dapat digunakan oleh perangkat pengguna seperti router, komputer, atau telepon.
- c. Peran Utama:
 - ☐ Menyediakan koneksi internet, TV, atau layanan telepon bagi pelanggan.
 - ☐ Mengelola lalu lintas data pengguna dan mengirimkan sinyal upstream ke OLT jika diperlukan.
- d. ONT vs. ONU: Dalam banyak konteks, ONT dan ONU dapat merujuk pada perangkat yang sama. Namun, ONU bisa juga merujuk pada perangkat yang menghubungkan sekelompok ONT ke OLT dalam area tertentu.

5. Alur Kerja di Jaringan FTTH Point-to-Multipoint

- a. Pengiriman Sinyal dari OLT: Sinyal optik yang membawa data dari penyedia layanan diubah di OLT dan dikirimkan melalui serat optik ke jaringan distribusi.
- b. Distribusi melalui ODN: ODN membawa sinyal dari OLT dan mendistribusikannya melalui kabel serat optik hingga mencapai splitter.
- c. Pembagian Sinyal oleh Optical Splitter: Splitter membagi sinyal menjadi beberapa jalur untuk dihubungkan ke ONT masing-masing pelanggan. Splitter pasif memungkinkan sinyal disebarkan tanpa membutuhkan sumber daya tambahan.
- d. Penerimaan Sinyal oleh ONT/ONU: Setiap pelanggan menerima sinyal dari splitter melalui ONT. ONT ini mengubah sinyal optik menjadi sinyal listrik yang bisa digunakan oleh perangkat pengguna seperti router atau telepon.
- e. Pengiriman Balik (Upstream): Data dari perangkat pengguna di rumah dikirim melalui ONT ke OLT melalui splitter dan ODN. OLT kemudian meneruskan data ini ke jaringan penyedia layanan, seperti internet atau jaringan telekomunikasi.

6. Kelebihan Struktur FTTH Point-to-Multipoint

- a. Efisiensi Biaya: Penggunaan splitter memungkinkan penghematan kabel serat optik karena satu kabel dapat melayani banyak pelanggan.

- b. Instalasi Pasif: Optical Splitter tidak membutuhkan daya listrik, sehingga perawatan dan operasionalnya lebih hemat.
- c. Mendukung Banyak Pengguna: Dengan topologi ini, satu OLT dapat melayani hingga ratusan ONT, tergantung pada jumlah splitter dan rasio bagiannya.

7. Kekurangan Struktur FTTH Point-to-Multipoint

- a. Redaman Sinyal: Setiap pembagian sinyal di splitter menyebabkan redaman. Oleh karena itu, jumlah splitter dan panjang kabel perlu diperhitungkan dengan hati-hati untuk menjaga kualitas sinyal.
- b. Bandwidth Terbagi: Bandwidth dari OLT akan dibagi di antara semua pelanggan yang terhubung melalui splitter, sehingga kecepatan bisa menurun jika banyak pengguna aktif secara bersamaan.

8. Kesimpulan

Struktur dasar FTTH Point-to-Multipoint (PON) menyediakan solusi hemat biaya dan efisien untuk distribusi internet dan layanan telekomunikasi ke banyak pengguna. Dengan struktur ini, satu jaringan serat optik dari OLT dapat menjangkau banyak pelanggan melalui penggunaan splitter pasif dan ONT, yang memastikan performa tinggi dalam distribusi layanan berbasis internet langsung ke rumah atau gedung pelanggan.

F. Faktor-faktor yang mempengaruhi desain topologi FTTH

Desain topologi FTTH (Fiber to the Home) dipengaruhi oleh beberapa faktor, terutama karena sistem ini membutuhkan investasi yang besar dalam infrastruktur. Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi desain topologi FTTH:

1. Kepadatan Penduduk dan Distribusi Pengguna

Kepadatan penduduk di area target akan memengaruhi pilihan desain. Area dengan kepadatan tinggi lebih cocok untuk topologi Passive Optical Network (PON) karena memungkinkan penggunaan splitter untuk membagi sinyal optik, mengurangi jumlah kabel yang dibutuhkan. Sedangkan, untuk area dengan kepadatan rendah, jaringan Point-to-Point (P2P) mungkin lebih efisien.

2. Biaya dan Anggaran

Pemasangan FTTH membutuhkan investasi tinggi, baik dalam infrastruktur kabel serat optik maupun perangkat kerasnya. Pemilihan topologi yang ekonomis dan efisien sangat dipengaruhi oleh anggaran yang tersedia. Contohnya, topologi PON lebih hemat biaya karena mengurangi jumlah kabel serat optik yang diperlukan dibandingkan dengan P2P.

3. Jarak dari Central Office (CO)

Jarak antara kantor pusat atau central office dengan pengguna akhir akan mempengaruhi desain topologi. Jika jarak terlalu jauh, mungkin diperlukan perangkat tambahan untuk memperkuat sinyal. Untuk jarak jauh, PON bisa menjadi pilihan yang efisien karena splitter dapat ditempatkan di lokasi tertentu untuk menjangkau lebih banyak pengguna dalam radius tertentu.

4. Kapasitas Bandwidth yang Dibutuhkan

Desain topologi FTTH juga harus mempertimbangkan kebutuhan bandwidth pengguna. Jaringan P2P menawarkan bandwidth lebih tinggi per pengguna karena setiap rumah memiliki koneksi serat optik khusus dari CO. Di sisi lain, PON membagi bandwidth di antara beberapa pengguna.

5. Kemudahan Pemeliharaan dan Pengelolaan Jaringan

Pemilihan topologi juga dipengaruhi oleh kemudahan pengelolaan dan pemeliharaan jaringan. Jaringan P2P lebih mudah dikelola karena tiap pengguna memiliki jalur serat optik tersendiri, sehingga gangguan pada satu kabel tidak memengaruhi pengguna lain. Namun, biaya operasional P2P lebih tinggi dibandingkan dengan PON.

6. Jenis Perangkat Aktif dan Pasif yang Tersedia

Ketersediaan perangkat aktif (seperti Optical Line Terminals - OLT dan Optical Network Units - ONU) dan perangkat pasif (seperti splitter optik) juga memengaruhi pemilihan desain topologi. Topologi PON menggunakan splitter pasif sehingga lebih sederhana, sedangkan P2P membutuhkan lebih banyak perangkat aktif.

7. Regulasi dan Standar Lokal

Beberapa negara atau wilayah memiliki regulasi khusus yang memengaruhi pemilihan

teknologi dan desain topologi FTTH. Misalnya, regulasi yang membatasi penggunaan perangkat aktif di luar ruangan atau standar keamanan tertentu.

8. Pertimbangan Masa Depan

Topologi yang dipilih sebaiknya memungkinkan ekspansi di masa mendatang, mengingat kebutuhan data akan terus meningkat. Desain yang skalabel akan memudahkan operator untuk menambahkan kapasitas atau jangkauan layanan FTTH di kemudian hari.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor di atas, penyedia layanan dapat memilih topologi yang paling sesuai untuk memastikan efisiensi biaya, kinerja, dan kepuasan pelanggan.

Perhitungan Redaman Link Budget

G. Perhitungan Redaman Link Budget

Perhitungan redaman link budget adalah proses untuk menghitung kekuatan sinyal yang diterima oleh penerima dalam sistem komunikasi optik, seperti FTTH (Fiber to the Home), berdasarkan berbagai komponen dalam jaringan, seperti kabel serat optik, konektor, dan perangkat lainnya. Tujuan utama dari perhitungan ini adalah untuk memastikan bahwa sinyal yang diterima cukup kuat untuk memastikan kualitas komunikasi yang baik.

1. Komponen yang Diperhitungkan dalam Link Budget:

- a. Power Transmitted (P_{tx}): Daya yang dipancarkan oleh sumber, biasanya dalam unit dBm.
- b. Redaman Kabel Serat Optik (α): Redaman atau loss yang terjadi pada serat optik sepanjang jarak tertentu. Redaman ini biasanya dinyatakan dalam dB per kilometer (dB/km).
- c. Redaman Konektor dan Splice: Redaman yang terjadi saat sinyal melewati konektor atau splice di jaringan. Redaman ini biasanya dinyatakan dalam dB.
- d. Redaman Splitter: Jika menggunakan topologi PON, perlu memperhitungkan redaman dari splitter optik yang membagi sinyal ke beberapa pengguna.
- e. Loss of Transmission Equipment: Daya yang hilang karena perangkat aktif seperti OLT (Optical Line Terminal), ONU (Optical Network Unit), atau ODN (Optical Distribution Network).

2. Rumus Link Budget

Rumus umum untuk menghitung link budget adalah:

$$P_{rx} = P_{tx} - \text{Total Loss}$$

Dimana:

- a. P_{rx} = Daya yang diterima (Received Power) dalam dBm.
- b. P_{tx} = Daya yang dipancarkan (Transmitted Power) dalam dBm.
- c. Total Loss = Jumlah dari semua redaman di link tersebut, yang terdiri dari:
 - Redaman Kabel Serat Optik (α): $\alpha \times L$, di mana α adalah redaman kabel dalam dB/km dan L adalah panjang kabel dalam kilometer (km).
 - Redaman Konektor dan Splice: Redaman yang terjadi di setiap konektor dan splice, biasanya masing-masing sekitar 0,1 hingga 0,5 dB.
 - Redaman Splitter: Redaman yang terjadi pada splitter, misalnya 3 dB untuk splitter 1:2, 6 dB untuk splitter 1:4, dll.

3. Langkah-langkah perhitungan Link Budget

- a. Tentukan Daya yang Dikirimkan (P_{tx})
Daya yang dipancarkan oleh sumber optik (biasanya dari OLT atau ONU) dalam satuan dBm.
- b. Hitung Redaman Kabel Serat Optik
Gunakan redaman serat optik α dalam dB/km dan panjang kabel L dalam kilometer. Redaman kabel dihitung dengan rumus:

$$\text{Redaman Kabel} = \alpha \times L$$

- c. Hitung Redaman Konektor dan Splice
Total redaman dari konektor dan splice dapat dihitung dengan menjumlahkan redaman dari setiap konektor dan splice yang ada di jalur. Misalnya, jika terdapat 5 konektor dengan redaman 0,2 dB setiap konektor, maka total redaman konektor adalah $5 \times 0,2 \text{ dB} =$

1 dB.

d. Hitung Redaman Splitter (Jika Ada)

Jika menggunakan splitter optik, tambahkan redaman splitter. Misalnya, jika menggunakan splitter 1:2, maka redamannya adalah 3 dB. Jika menggunakan splitter 1:4, redamannya adalah 6 dB, dan seterusnya.

e. Jumlahkan Semua Redaman

Total redaman adalah jumlah dari semua komponen redaman:

Total Loss=Redaman Kabel+Redaman Konektor+Redaman Splitter

f. Hitung Daya yang Diterima (Prx)

Setelah menghitung semua redaman, kita bisa menghitung daya yang diterima oleh penerima menggunakan rumus:

$$P_{rx} = P_{tx} - \text{Total Loss}$$

4. Contoh perhitungan Link Budget

Misalnya, kita memiliki jaringan FTTH dengan kondisi berikut:

- ☐ Daya yang dipancarkan (Ptx) = 0 dBm
- ☐ Panjang serat optik (L) = 10 km
- ☐ Redaman serat optik (α) = 0,25 dB/km
- ☐ Jumlah konektor = 3 konektor, masing-masing dengan redaman 0,3 dB
- ☐ Splitter 1:2 (redaman 3 dB)

Langkah 1: Hitung Redaman Kabel

$$\text{Redaman Kabel} = 0,25 \text{ dB/km} \times 10 \text{ km} = 2,5 \text{ dB}$$

Langkah 2: Hitung Redaman Konektor

$$\text{Redaman Konektor} = 3 \times 0,3 \text{ dB} = 0,9 \text{ dB}$$

Langkah 3: Hitung Redaman Splitter

$$\text{Redaman Splitter} = 3 \text{ dB (untuk splitter 1:2)}$$

Langkah 4: Jumlahkan Semua Redaman

$$\text{Total Loss} = 2,5 \text{ dB} + 0,9 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 6,4 \text{ dB}$$

Langkah 5: Hitung Daya yang Diterima

$$P_{rx} = 0 \text{ dBm} - 6,4 \text{ dB} = -6,4 \text{ dBm}$$

Daya yang diterima oleh penerima adalah -6,4 dBm. Jika nilai ini lebih rendah dari batas sensitivitas penerima, maka perlu ada perbaikan pada desain jaringan (misalnya, menggunakan serat dengan redaman lebih rendah atau memperpendek jarak).

Perhitungan ini membantu memastikan bahwa jaringan FTTH dapat berfungsi dengan baik dan daya yang diterima cukup untuk mempertahankan kualitas sinyal.

Siswati.Perakitan Komputer untuk SMK Kelas XI Smt 1.Malang : Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif dan Elektronika