

BAB 2

DASAR TEORI

2.1. KAJIAN PUSTAKA

Penyusunan Tugas Akhir mengenai perencanaan desain jaringan FTTH di Perumahan Kahayan Permai menggunakan beberapa referensi jurnal tugas akhir atau skripsi. Hasil penelitian dari referensi tersebut dirangkum pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Referensi Penelitian

No	Jurnal / Tugas Akhir	Keterangan
1	Perancangan dan pembangunan jaringan <i>backbone</i> untuk distribusi 4G LTE yang optimal sesuai dengan kebutuhan kapasitas yang mendasari diimplementasikannya jaringan 4G LTE di Kabupaten Sleman. Penelitian ini melibatkan penggunaan teknologi GPON (<i>Gigabit Passive Optical Network</i>) dan kabel <i>optik</i> tipe G984 sepanjang 61,35 km.	Daya yang diterima pada end-point (ONU) adalah -25,010 dBm pada simulasi <i>optisystem</i> dan -26,626 dBm melalui perhitungan <i>real</i> . Kedua nilai tersebut masih sesuai dengan standar minimum power (<i>receiver sensitivity</i>) sebesar -28 dBm yang ditetapkan dalam parameter ITU-T G.984.2 untuk link distribusi GPON.
2	Merancang desain serta menganalisis jaringan FTTH, mulai dari studi PJTV hingga menara pemancar PJTV. Studio Pariz Van Java TV Bandung	penelitian tersebut, didapatkan perhitungan <i>Link Power Budget</i> sebesar 2,6 dB dan daya terima sebesar -8,6 dBm. Penelitian ini sangat

No	Jurnal / Tugas Akhir	Keterangan
		relevan untuk menganalisis bagaimana jaringan FTTH (<i>Fiber to the Home</i>) dapat dikembangkan dan diterapkan secara efektif.
3	Perancangan jaringan untuk perumahan Setraduta di Bandung telah memenuhi standar ITU-T G.984 dalam hal <i>Link Power Budget</i> .	Hasil perancangan yang dihasilkan menunjukkan bahwa Total redaman yang terjadi pada <i>uplink</i> mencapai 24.336 dB, sedangkan total redaman pada <i>downlink</i> mencapai 23.951 dB.
4	perancangan jaringan <i>optik</i> dengan menggunakan topologi <i>Bus</i>	Perancangan dimulai dari OLT (<i>Optical Line Terminal</i>), terhubung ke ODC (<i>Optical Distribution Cabinet</i>), selanjutnya ke ODP (<i>Optical Distribution Point</i>), dan akhirnya didistribusikan ke ONT (<i>Optical Network Terminal</i>) di area Banjarbaru, Kecamatan Cempaka Utara.
5	Rancangan infrastruktur jaringan <i>Fiber to the Home</i> (FTTH) dengan menggunakan teknologi	Hasil evaluasi kinerja sistem berdasarkan

No	Jurnal / Tugas Akhir	Keterangan
	<p><i>Optical Passive Optical Network (XG-PON)</i> berkecepatan 10 Gigabit diimplementasikan di lingkungan perumahan Pajagalan Asri.</p>	<p>perhitungan anggaran daya pada <i>link</i> menunjukkan bahwa redaman <i>downstream</i> adalah 23,118 dB, dengan daya terima (PRX) sebesar -24,118 dBm. Nilai evaluasi tersebut melebihi standar yang ditetapkan oleh PT Telkom dan ITU-T, yang seharusnya mencapai setidaknya -28 dBm.</p>

2.2. DASAR TEORI

2.2.1. Serat *Optik*

Fiber optik adalah suatu material yang terbuat dari kaca dan tabung plastik, yang memiliki kemampuan untuk menghantarkan cahaya dan mengubahnya menjadi suara, pidato, atau informasi. Studi dan penerapan teknologi *fiber optik* dikenal sebagai *optik* serat. Kabel serat *optik*, yang juga dikenal sebagai kabel serat *optik*, menerapkan gelombang cahaya sebagai sinyal untuk menghantarkan data dari satu titik ke titik lainnya. Dibandingkan dengan kabel tembaga konvensional atau jalur kabel aluminium, kabel serat *optik* memiliki kemampuan untuk mentransmisikan informasi dan sinyal dengan kemampuan *bandwidth* yang lebih besar dan tingkat kecepatan yang lebih tinggi. Karena keunggulan ini, kabel serat *optik* banyak digunakan dalam beragam aplikasi untuk mentransmisikan data. Mencari informasi tentang waktu dan penemu yang tepat dari kabel *fiber optik* modern pertama tidaklah mudah. Namun, yang dapat dipastikan adalah bahwa pada tahun 1840, Jacques Babinet dan Daniel Colladon melakukan demonstrasi pertama mengenai

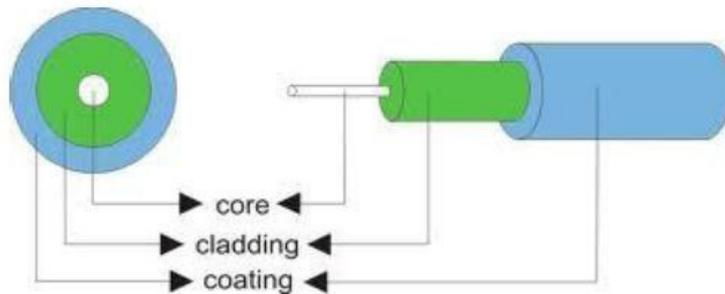
pembiasan cahaya yang dikendalikan dalam kabel *optik*. Demonstrasi ini memberikan fondasi bagi semua prinsip yang kemudian digunakan dalam pengembangan teknologi *fiber optic* [5].

Fungsi utama serat *optik* adalah mengalirkan cahaya bergerak dalam satu arah yang melalui prosedur pembiasan cahaya. Secara prinsip, kabel serat *optik* bertugas untuk menghantarkan gelombang cahaya yang dipindahkan dari satu titik fisik dan akan mentransfer cahaya ke titik fisik lainnya dengan menangkapnya di dalam kabel dan mengalihkan kembali. kembali dengan usaha maksimal untuk mempertahankan keberadaannya. Hal ini menjadikan serat *optik* berperan sebagai kaca pembias yang tidak membiarkan gelombang cahaya. untuk melewati dengan bebas. Satu-satunya tempat yang dapat dilalui oleh gelombang cahaya adalah di ujung kabel serat *optik*. [6].

Prinsip dasar operasi serat *optik* melibatkan transformasi sinyal atau sumber asli dari sinyal listrik menjadi gelombang cahaya menggunakan perangkat elektro-*optik* seperti dioda atau dioda laser di pemancar. Gelombang cahaya tersebut kemudian sinyal cahaya data dikirimkan melalui kabel serat *optik* hingga mencapai penerima di ujung lainnya. Pada penerima, sinyal *optik* tersebut diubah kepada semula menjadi gelombang listrik. Menggunakan perangkat optoelektronik seperti *photodiode* atau *avalanche photodiode*. Selama perjalanan sinyal *optik* dari pemancar ke penerima, terjadi penurunan intensitas cahaya berjalan melalui kabel *optik*, konektor kabel, dan konektor perangkat. Itulah sebabnya, dalam jarak transmisi yang jauh, diperlukan satu atau lebih *repeater* untuk memperkuat sinyal. Selain itu, gelombang cahaya juga mengalami perubahan pelemahan selama perjalanan mereka. [7].

2.2.2. Bagian Serat *Optik*

Serat *optik* memiliki tiga komponen utama, yaitu inti (*core*), lapisan luar (*cladding*), dan pelapis (*coating*).



Gambar 2.1 Struktur Dasar dari Kabel Serat *Optik*.

Gambar 2.1 adalah struktur dasar dari kabel serat *optik* yaitu :

- a. *Core* adalah komponen utama dalam serat *optik* yang memiliki diameter antara 2 hingga 125 μm . Gelombang cahaya yang dikirim melalui serat *optik* akan merambat di dalam *core*, yang memiliki indeks bias yang lebih tinggi daripada lapisan yang mengelilinginya. *Core* serat *optik* biasanya dibuat dari material silica atau kuarsa yang berkemampuan tinggi dan bebas dari kandungan air.
- b. *Cladding* adalah selubung kedua dari serat *optik* yang melingkupi *cladding* meliputi *core* yang memiliki indeks bias yang lebih kecil daripada *core*. *Cladding* memiliki diameter sekitar 5 hingga 250 μm .
- c. *Coating* memiliki fungsi untuk melindungi tekanan fisik diterapkan pada *core* dan *cladding*. Namun, *coating* tidak mempengaruhi penyebaran cahaya.

2.2.3. Karakteristik Mekanis Kabel *Optik*

Atribut mekanis pada kabel serat *optik* yaitu:

- a. *Fiber Bending* (Tekukan Serat)

Lengkungan berlebihan pada serat *optik* dapat menyebabkan peningkatan kerugian *optik*.

- b. *Cable Bending* (Tekukan Kabel)

Ketika menginstal kabel baru, penting untuk menghindari tekukan yang terlalu kecil karena dapat menyebabkan kerusakan pada serat dan meningkatkan kerugian *optik*.

c. *Tensile Strenght*

Tensile Strength yang terlalu banyak dapat menyebabkan kerusakan pada kabel atau serat.

d. *Crush*

Tekanan berlebih atau penekanan yang tidak sesuai dapat menyebabkan retak atau patahnya serat, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kerugian serap *optik*.

e. *Impact*

Impact adalah gaya yang ditimbulkan oleh suatu beban, ada situasi tertentu di mana kabel *optik* dapat terkena benturan atau terjatuh. Jika beban tersebut terlalu berat, dapat menyebabkan retak atau patahnya serat, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kerugian *optik*.

f. *Cable Torsion*

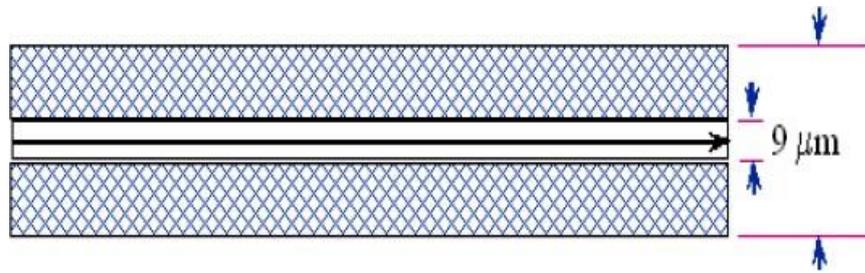
Pemberian torsi pada kabel dapat menyebabkan kerusakan pada pelindung dan serat *optik* [8].

2.2.4. Jenis Kabel Serat *Optik*

Ada dua tipe utama serat *optik* yang berbeda, yaitu *single mode fiber* dan *multi mode fibers*.

a. *Single mode Fibers*

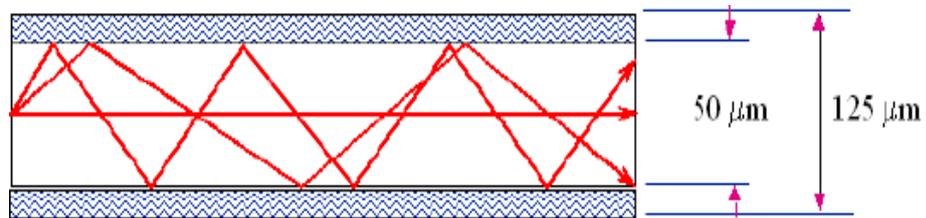
Inti dari *single mode fiber* mempunyai ukuran sangat kecil ukurannya dengan diameter sekitar 9×10^{-6} satuan panjang atau 9 mikron. Dalam *single mode fiber*, cahaya merambat sejajar dengan inti serat, yang menghasilkan dispersi pulsa yang minimal. *Fiber mode* tunggal, Kalimat ini digunakan sebagai media untuk mentransmisikan sinar laser inframerah dengan panjang gelombang tertentu antara 1300 hingga serat ini memiliki panjang gelombang 1500 nm dan khusus dioperasikan untuk mengirimkan satu sinyal dalam suatu media segala serat.



Gambar 2.2 Transmisi gelombang pada serat *single mode*.

b. *Multi Mode Fibers*

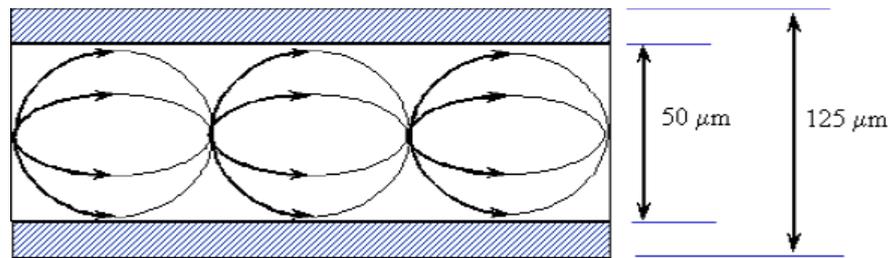
Gambar 2.2 merupakan kabel serat optik *Multi mode* memiliki inti yang lebih tinggi dibandingkan dengan *single mode fiber*. Inti *multi mode fiber* memiliki garis besar sekitar 6.35×10^{-5} meter dan digunakan untuk mengirimkan cahaya inframerah. dengan rentang panjang gelombang antara 850 hingga 1300 nm, menggunakan *light emitting diode* (LED) sebagai sumber cahaya. Jenis serat ini yang dioperasikan untuk mengirimkan banyak sinyal secara simultan dalam satu serat tunggal.



Gambar 2.3 Perambatan Gelombang pada *Multi-Mode Fibers* [8].

c. *Multi-Mode Graded Index*

Gambar 2.3 adalah Serat optik tipe *multi-mode graded index* yang meliputi dari beberapa lapisan kaca dengan indeks bias yang beraneka ragam. Indeks bias terbesar terletak di bagian tengah inti dan secara bertahap menurun menuju batas antara inti dan lapisan pelindung (*cladding*). penyebabnya, terjadi variasi waktu pada beraneka model cahaya yang dibiarkan dapat diperkecil hingga cahaya mencapai tujuannya hampir secara bersamaan. Gambar 2.3 mengilustrasikan bagaimana gelombang berpropagasi melalui sistem serat optik dengan inti *multi-mode graded index*.



Gambar 2.4 Perambatan Gelombang pada *Multi-mode Graded Index Fibers* [8].

Gambar 2.4 merupakan serat *optik multi-mode Graded Index*, cahaya bergerak melalui serat *optik* melalui inti serat karena difraksi yang mengarahkannya sejajar dengan sumbu serat. Dampaknya, terjadi dispersi yang minimum yang membuat serat ini cocok untuk digunakan dalam jarak menengah. Diameter inti serat *multi-mode Graded Index* memiliki ukuran serat ini memiliki diameter antara 30-60 μm, yang kurang besar daripada serat *multi-mode step index*. Serat *optik* ini diproduksi dari bahan kaca silika dan memiliki harga yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat *optik* jenis *multi-mode* dengan indeks langkah karena cara pembuatannya yang lebih kompleks. [9].

2.2.5. *Fiber to the Home (FTTH)*

Fiber to the Home (FTTH) yaitu penerapan sistem yang memanfaatkan serat *optik* selaku media penghubung, sebagai medium penghantar hingga mencapai pelanggan di rumah (*customer premise*). Kemajuan teknologi serat *optik* memegang peranan yang krusial dalam pengembangan FTTH dengan menggantikan penggunaan kabel tembaga tradisional (Cu). Selain itu, permintaan akan layanan *Triple Play Services* adalah fasilitas yang menyediakan akses internet cepat, layanan suara yang menggabungkan layanan perangkat telekomunikasi (PSTN) dan video (TV Kabel) ke dalam satu prasarana yang terintegrasi. yang tersedia di rumah pelanggan, juga menjadi dorongan utama dalam pengembangan FTTH.

Dalam FTTH, berbeda dari sistem kabel *optik* umum yang biasanya menggunakan dua inti kabel *optik* untuk mentransmisikan (Tx) dan menerima

(Rx) data keterangan, teknologi *Passive Optical Network* (PON) menggunakan hanya satu inti kabel *optik* untuk kedua fungsi tersebut. Ini dapat dicapai seiring menerapkan panjang iringan cahaya yang berbeda untuk Tx dan Rx. Standardisasi sistem PON dilakukan oleh dua organisasi internasional yang berbeda. *International Telecommunication Union* (ITU) pertama kali menstandarkan APON, yang kemudian berkembang menjadi GPON, dengan fokus pada teknologi telekomunikasi. Di sisi lain, *Institute of Electrical and Electronic Engineering* (IEEE) juga terlibat dalam standardisasi teknologi PON. [10].

FTTH merupakan teknologi yang memberikan keuntungan dalam mengurangi biaya dan operasional, serta meningkatkan kualitas layanan kepada pelanggan. Dibandingkan dengan penggunaan kabel tembaga konvensional, jaringan serat *optik* memiliki karakteristik yang memungkinkan pengiriman sinyal telekomunikasi dengan kapasitas yang lebih besar. Pusat pengantaran layanan, yang juga dikenal sebagai *central office* (CO), terletak di lokasi pusat dan dilengkapi dengan perangkat OLT. OLT tersebut terhubung ke rumah pelanggan terhubung ke ONU cahaya dipindahkan melalui sistem penyebaran serat *optik* yang dikenal sebagai *Optical Distribution Network* (ODN). Untuk pengiriman data dan suara, pesan *optik* dengan rentang gelombang 1490 nm untuk arah aliran ke bawah (*downstream*) dan 1310 nm (*upstream*) digunakan. Layanan video, di sisi lain, dikonversi menjadi susunan *optik* dengan rentang gelombang 1550 nm digunakan untuk mentransmisikan video *optik* melalui pemancar. Pesan *optik* tersebut mencakup panjang gelombang 1550 nm dan 1490 nm tersebut disusun melalui penyatuan dan dikirimkan secara bersamaan kepada pelanggan. Dengan demikian, ketiga panjang gelombang ini secara simultan untuk membawakan data yang berbeda dan bergerak dalam beberapa arah melalui satu kabel serat *optik* yang serupa. [11].

2.2.6. *Optical Distribution Cabinet (ODC)*



Gambar 2.5 Gambar *Optical Disrtibution Cabinet* [8].

Gambar 2.5 adalah perangkat fasif yang dipasang di luar atau di dalam gedung pusat telekomunikasi (STO). ODC memiliki beberapa fungsi dibawah ini:

- a. Sebagai titik pengiriman dimana kabel *feeder* dan kabel distribusi bertemu.
- b. Sebagai titik distribusi untuk menghubungkan kabel *feeder* dengan kabel distribusi yang memiliki kapasitas lebih kecil.
- c. Digunakan sebagai lokasi *splitter*.
- d. Digunakan sebagai tempat penggabungan kabel serat *optik*.

Daya tampung ODC bervariasi sesuai dengan permintaan, dan tersedia dalam ukuran 86, 144, 288, dan 576 *port*. ODC dapat dipasang diluar Gedung (*outdoor*) dan di dalam Gedung (*indoor*) [11].

2.2.7. *Optical Distribution Point (ODP)*



Gambar 2.6 Gambar *Optical Distribution Point* [8].

Gambar 2.6 merupakan peralatan pasif yang dipasang di luar gedung pusat telekomunikasi (STO). Pemasangan ODP mampu dilakukan baik diluar ruangan (*outdoor*) maupun di dalam lingkungan dalam (*indoor*), *Optical Distribution Cabinet* (ODP) mempunyai beberapa peran seperti dibawah ini :

- a. Sebagai titik akhir, ODP berfungsi sebagai tempat di mana kabel distribusi berakhir dan dihubungkan dengan titik awal atau ujung kabel *drop*.
- b. Sebagai titik distribusi yang menghubungkan kabel distribusi dengan sebagian jalur kabel *drop*.
- c. Digunakan sebagai tempat pemasangan *splitter*.
- d. Berfungsi sebagai lokasi penggabungan kabel serat *optik*.

Optical Distribution Point (ODP) harus menyediakan ODP (*Optical Distribution Cabinet*) beroperasi sebagai tempat untuk menyambungkan kabel (*splicing*), *splitter*, dan sistem pentanahan. Kapasitas ODP dapat bervariasi, dengan pilihan tersedia untuk ODP berdaya tampung 8, 12, 16, 24, dan 48 *port*. Terdapat tiga tipe ODP yang berbeda berdasarkan lokasi pemasangannya.

- a. ODP tipe *wall* atau *on pole*.

ODP tipe ini memiliki kemampuan untuk ditempatkan baik pada tembok maupun pada ujung penyangga. Jenis ODP ini dirancang khusus untuk penempatan kabel udara yang terpasang di udara.

- b. ODP tipe *pedestal*

ODP tipe ini dipasang permukaan bumi dan khususnya dirancang untuk menampung ditempatkan kabel *drop* yang berada di bawah tanah yang mengenakan pengaman pipa.

- c. ODP tipe *closure*

ODP jenis *closure* ini memiliki fleksibilitas yang tinggi dan dapat dipasang baik dibawah tanah maupun diantara dua pipa [12].

2.2.8. Lokasi ODC dan ODP

Pemasangan ODC (*Optical Distribution Cabinet*) serta ODP (*Optical Distribution Point*) ditentukan berdasarkan performa jaringan, permintaan fasilitas, dan batas maksimal redaman untuk diizinkan. ODC dan ODP

dilengkapi dengan *splitter* pasif serta memiliki redaman yang cukup tinggi dan mempengaruhi kinerja jaringan secara keseluruhan direncanakan. Dalam perancangan jaringan dari ODC ke ODP, ODC ditempatkan di pusat perumahan agar memudahkan pendistribusian kabel di perumahan tersebut, terdapat beberapa *Optical Distribution Point* (ODP). ODP tipe ODC menggunakan *passive splitter* dengan rasio 1:4, sementara ODP tipe ODP menggunakan *passive splitter* dengan rasio 1:8. [13].

2.2.9. Redaman Serat Optik

Hambatan pada aliran listrik melalui konduktor tembaga menyebabkan sebagian energi hilang dalam prosesnya. Pada kabel serat *optik*, inti serat *optik* menyerap sejumlah energi cahaya, yang disebut sebagai redaman kabel. Redaman dalam serat *optik* diukur dengan menggunakan satuan dB/km. Redaman dalam jaringan serat *optik* dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk panjang gelombang cahaya yang digunakan dapat mempengaruhi koefisien redaman. Di samping itu, spektrum panjang gelombang juga dapat mempengaruhi dari koefisien redaman yang diukur pada berbagai rentang gelombang serta beragam.

Menurut standar ITU-T G.0652, kabel serat *optik* harus memenuhi persyaratan nilai skala redaman yang ditetapkan. Nilai koefisien redaman adalah 0,5 dB/km pada rentang gelombang 1310 nm serta mempunyai redaman sekitar 0,4 dB/km, sementara pada rentang gelombang 1550 nm tapi mempunyai redaman yang berbeda. Namun, penting untuk diingat bahwa nilai koefisien redaman ini tidak bersifat tetap karena dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mempengaruhi adalah proses produksi, desain, komposisi serat, dan desain kabel. yang mempengaruhi tingkat redaman. Oleh karena itu, ada rentang redaman yang diperbolehkan. supaya rentang gelombang 1310 nm, skala redaman berkisar antara 0,3 hingga 0,4 dB/km, sementara untuk rentang gelombang 1550 nm, berkisar antara 0,17 hingga 0,25 dB/km. Di samping itu, ada juga bagian-bagian lain serta dapat mempengaruhi koefisien redaman pada serat *optik*. perubahan spektrum dari rentang gelombang yang dihasilkan untuk

perhitungan pada berbagai rentang gelombang yang beragam juga mungkin memengaruhi koefisien redaman. Redaman sendiri mungkin terjadi karena karakteristik internal dan pengaruh eksternal serta berperan, dan berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya redaman. [14].

a. Faktor Intrinsik

Beberapa karakteristik internal dari kabel serat *optik* yang akan mengakibatkan redaman meliputi :

1. *Absorption* (penyerapan), Kejadian ini berlaku ketika adanya ketidakmurnian dalam bahan serat *optik* yang digunakan. Ketika cahaya mengenai partikel yang terbuat apabila serat *optik* mengandung elemen yang tidak bersih, sejumlah dari cahaya tersebut berencana diserap.
2. *Scattering* Fenomena ini disebut sebagai "penghamburan," dimana cahaya merambat dalam materi dan terjadi penyebaran cahaya yang dipancarkan ke berbagai arah akibat penghamburan biasanya terjadi pada lokasi di mana struktur materi tidak homogen khusus di dalam bahan, terdapat wilayah yang sangat kecil yang terpengaruh oleh penyebaran cahaya ini, yaitu memiliki panjang gelombang cahaya yang lebih pendek dari satu.
3. *Microbending* (Pembengkokan) pada serat *optik* sering terjadi selama proses manufaktur. Hal ini biasanya disebabkan oleh perbedaan laju perluasan pada kabel serat *optik*, terdapat sebuah lapisan pelindung (jaket) yang melingkupi serat *optik* di dalamnya. Ketika kabel serat *optik* mengalami penurunan suhu yang signifikan, baik jaket serta bagian inti atau mantel serat *optik* akan melalui perubahan bentuk, kontraksi serta menjadi lebih pendek, yang pada gilirannya dapat menyebabkan pergeseran relatif antara komponen-komponennya dan membentuk lekukan-lekukan kecil yang tersebut dikenal sebagai *mikrobend*.

b. Faktor *Ekstrinsik*

Beberapa faktor eksternal pada serat *optik* yang dapat mengakibatkan redaman tidak baik, antara lain :

1. *Fresnel Reflection* disebabkan oleh adanya ruang udara yang

menyebabkan cahaya melewati dua antarmuka dan mengalami pemantulan sebagian. Hal ini terjadi karena terdapat perubahan indeks bias saat cahaya melewati antarmuka dari bagian inti hingga ke udara, dan kemudian kembali ke inti kembali.

2. Tipe *Coupling* berlaku ketika terdapat koneksi antara asal atau sensor *optik* dan serat *optik*, dapat diartikan sebagai penghubung antara perangkat sumber cahaya atau detektor dengan serat *optik*.
3. *Macrobending*, yaitu ketika satu kabel serat *optik* mengalami lekukan yang tajam, dapat mengakibatkan kehilangan daya yang signifikan, bahkan berpotensi kehilangan daya yang disebabkan oleh melengkungkan atau merusak mekanis (pecahnya) serat *optik*. Sebagian kecil serat *optik* dapat melebihi total kehilangan daya yang terjadi pada keseluruhan kabel serat *optik* sepanjang 1 km yang terpasang dengan standar yang sesuai. [14].

2.2.10. Cara Kerja Transmisi *Optik*

Beberapa aspek penting dalam sistem transmisi serat *optik* yang akan diuraikan adalah meliputi penggunaan media cahaya untuk pengiriman data, sistem *relay*, gagasan tentang kerugian, dan kapasitas lebar jalur pada serat *optik* adalah beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan.

Pada proses pengiriman cahaya melalui serat *optik*, di mana cahaya harus dipancarkan. Dalam situasi di mana serat *optik* harus melewati jalur yang melengkung untuk situasi yang rumit atau sulit, seperti instalasi di kedalaman tanah atau melalui celah kecil, diperlukan jaringan serta berfungsi seperti kaca dengan kinerja tinggi. Prinsip dasar dari serat *optik* adalah menggunakan sistem pemantulan ini.

Serat *optik* digunakan sebagai media untuk mentransmisikan data menggunakan cahaya sebagai sumbernya. Cahaya yang masuk ke dalam serat *optik* merambat melalui inti serat dan memantulkan pada *cladding*. *Cladding* merupakan dinding pembungkus serat *optik*. Prinsip ini dikenal sebagai lapisan *cladding* tidak akan menyerap cahaya yang merambat dari inti, cahaya bisa

mengalami total pantulan internal. Sehingga cahaya tetap terjaga di dalam serat *optik*, menempuh perjalanan dalam jarak yang cukup jauh tanpa hilang. Namun, dalam perjalanan cahaya melalui serat *optik*, terjadi kerugian cahaya akibat kehilangan cahaya ini disebabkan oleh adanya kerugian cahaya pada serat *optik* terkait dengan pencacatan atau kekotoran pada material kaca. Tingkat kerugian ini terpaut pada tingkat kemurnian kaca dan rentang gelombang cahaya yang akan digunakan dalam proses transmisi.

Ketika cahaya melewati materi transparan, kecepatannya akan menurun sesuai dengan faktor yang ditentukan oleh sifat-sifat materi tersebut, yang dikenal sebagai indeks bias. Secara sederhana, indeks bias yakni rasio antara perbandingan akselerasi cahaya di area hampa dengan akselerasi cahaya di interior material tersebut. Nilai indeks bias sekitar 1,5 umumnya dimiliki oleh sejumlah besar material serta akan diterapkan dalam produksi serat *optik*.

Indeks bias sesungguhnya merujuk pada perbandingan antara akselerasi cahaya di ruang area dan akselerasi cahaya di interior suatu material. Indeks bias adalah angka tanpa satuan yang digunakan sebagai elemen pemisah untuk menghitung akselerasi cahaya di area material. Dalam konteks ini, makin rendah nilai indeks bias, maka akan makin tinggi akselerasi cahaya yang ada di dalam material tersebut.

Jaringan *relay* serat *optik* terdiri dari beberapa komponen penting. Pertama, terdapat *transmitter* yang bertugas menciptakan dan mengubah sinyal menjadi bentuk cahaya. Selanjutnya, terdapat serat *optik* yang berperan sebagai media penyambung untuk mengirimkan sinyal cahaya tersebut. Untuk jarak yang lebih jauh, *regenerator optik* digunakan untuk memperkuat sinyal cahaya yang melemah. Terakhir, *receiver optik* berperan dalam menerima dan menerjemahkan kembali sinyal cahaya menjadi bentuk sandi yang dapat dipahami. [8].

a. *Transmitter*

Fungsi *transmitter* adalah menerima cahaya dan mengalirkannya melalui perangkat *optik*, kemudian mengubahnya menjadi sinyal yang sesuai. Dari segi fisik, transmitter memiliki kesamaan dalam penggunaan

serat *optik*, seringkali lensa digunakan untuk mengarahkan cahaya ke dalam serat.

Secara prinsip, *Transmitter* memiliki fungsi mengalihkan sinyal listrik jadi modulasi cahaya yang akan dikirim melewati serat *optik*. Tergantung pada sifat-sifat sinyal, cahaya yang telah dimodulasi dapat bekerja dalam perangkat *transmitter* menggunakan Dalam perangkat *transmitter*, sumber cahaya yang biasa digunakan adalah *Light Emitting Diode* (LED) dan *Laser Diode* (LD) yang memungkinkan *mode on-off* atau *linier* melalui variasi besaran.

b. Konektor

Konektor merupakan sebuah perangkat mekanis di ujung kabel serat *optik*, terdapat perangkat yang beroperasi sebagai sumber cahaya atau penerima (*receiver*), atau dapat juga dipasang pada kerangka mesin. konektor berfungsi untuk mengirimkan cahaya ke arah yang diinginkan melalui kabel serat *optik*. Konektor juga harus memiliki kemampuan untuk mengarahkan dan mengumpulkan cahaya secara efisien. Selain itu, konektor harus mudah dipasang dan dilepas dari peralatan yang digunakan. Keunggulan utama dari konektor adalah kemampuannya untuk dibongkar-pasang, yang membedakannya dengan sambungan permanen (*splice*).

Agar dapat mencapai tingkat kerugian yang rendah, maka konektor harus dapat mengatasi perubahan sudut dan lateral serta memastikan kedua ujung serat *optik* saling berdekatan dengan sempurna. Desain beragam telah diimplementasikan untuk menciptakan jenis konektor seperti itu, beberapa di antaranya lebih sukses daripada yang lain. Konektor *optik* yaitu sejumlah dari komponen vital dalam kabel serat *optik* yang beroperasi untuk penghubung antara serat-serat tersebut.

Konektor serat *optik* memiliki fungsi dan penampilan luar yang serupa dengan konektor listrik, namun konektor serat *optik* memperoleh tingkat presisi yang lebih tinggi. Konektor ini digunakan untuk mengidentifikasi lokasi dalam sambungan data serat *optik* di mana terjadi penurunan daya

sinyal dan dapat mempengaruhi *Bit Error Rate* (BER) atau tingkat kesalahan bit dalam hubungan mekanik.

c. Penyambungan (*Splicing*)

Sambungan (*splice*) sebagai alat yang digunakan untuk menggabungkan dua kabel serat *optik* secara tetap. Sambungan menjadikan konektor tetap terhubung. Walaupun begitu, sebagian penyedia menyediakan sambungan yang mampu terkoneksi secara sementara, oleh karena itu bisa diputus untuk perawatan maupun pengaturan ulang. Penggunaan ungkapan "koneksi" ini bisa menimbulkan kebingungan.

Kabel serat *optik* bisa memiliki koneksi yang digunakan untuk berbagai tujuan. Salah satu contohnya adalah untuk mencapai panjang sambungan tertentu. Saat menginstal dalam jaringan, mungkin terdapat sebagian kabel serat *optik* yang tersedia, namun tidak ada yang memiliki rentang yang cukup guna memenuhi kebutuhan sambungan yang panjang. Keadaan ini disebabkan akibat pabrik cuma menyediakan kabel dengan rentang terbatas, umumnya antara 1 km hingga 6 km. Untuk menginstal sambungan sepanjang 10 km, beberapa sambungan mampu digunakan. Disamping itu, penginstal dapat memenuhi kebutuhan jarak tanpa harus membeli kabel serat *optik* baru. Sambungan ini biasanya dilakukan di pintu masuk bangunan, dalam ruangan instalasi yang tertutup, perangkat pemasangan, atau sebagai titik tengah antara *transmitter* dan *receiver*.

Untuk awalnya, mungkin terlihat bahwa menghubungkan dua kabel serat *optik* sama mudahnya dengan meletakkan dua kawat secara berhadapan. Namun, persyaratan untuk menyambung serat *optik* dan kawat beragam secara signifikan. Dua kabel tembaga bisa dihubungkan memakai solder maupun menggunakan konektor yang memiliki pengerutan maupun pengait terhadap kawat. Tujuan dari tindakan tersebut adalah untuk menciptakan kontak yang baik dan kuat antara dua titik kontak dengan tujuan menghasilkan resistansi yang rendah melalui persimpangan tersebut.

Namun, menghubungkan penyambungan penjumlahan yang akurat diperlukan ketika menghubungkan dua kabel serat *optik* antara Inti serat atau

titik pada kabel serat *optik single-mode fibers*. Proses penjumlahan ini diperlukan agar seluruh cahaya yang beriringan dapat disalurkan dengan benar dari satu kabel serat *optik* melalui persilangan ke kabel serat *optik* selain itu. Tantangan bagi desainer sambungan terletak pada kebutuhan untuk mencapai penjumlahan yang akurat ini. [8].

d. *Receiver* (Penerima)

Receiver optik, seperti seorang awak kapal di atas geladak kapal yang menerima sinyal, memiliki fungsi untuk menerima sinyal cahaya digital, memecahkannya, dan menggantinya berubah ke sinyal listrik yang bisa diterima melalui perangkat seperti komputer, televisi, atau telepon. Untuk mendeteksi cahaya, *receiver* ini menggunakan komponen *fotosel* berupa fotodiode. Prinsip kerjanya adalah mengkonversi perubahan cahaya maupun melewati serat *optik* menjadi wujud aslinya kembali.

Karena intensitas cahaya bagi serat *optik* teramat rendah, *receiver optik* umumnya dilengkapi dengan *amplifier internal* yang kuat. Hal ini memungkinkan *receiver optik* untuk dengan mudah memperkuat sinyal cahaya yang diterimanya. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan serat *optik* dengan ukuran penting untuk menggunakan pasangan *transmitter/receiver* yang sesuai dengan jaringan yang digunakan. Seperti apa, jika pasangan *transmitter/receiver* dirancang untuk menggunakan serat mode tunggal (*single-mode fibers*), namun diterapkan dengan serat mode ganda (*multi-mode fibers*), maka akan ada kelebihan cahaya pada keluaran serat yang dapat menyebabkan distorsi pada sinyal keluaran, yang dikenal sebagai kelebihan sumber cahaya).

Hal yang sama berlaku jika pasangan *transmitter/receiver* tidak sesuai dengan sistem yang digunakan seharusnya digunakan untuk serat mode ganda (*multi-mode fibers*) dipakai pada serat mode tunggal (*single-mode fibers*), cahaya yang menuju *receiver* mungkin tidak mencukupi. Dampaknya dapat menghasilkan keluaran yang berlebihan atau bahkan tidak ada sinyal sama sekali. "Pertimbangan ketidakcocokan" pada *receiver* hanya relevan jika terdapat banyak kehilangan cahaya dalam serat. Dalam situasi

tersebut, tambahan 5-10 dB pada pasangan cahaya pada serat *mode* ganda dilakukan untuk memastikan operasi berjalan dengan baik. Namun, kasus ini dianggap ekstrem dan jarang terjadi.

e. Konsep Kerugian Dalam Serat *Optik*

Kerugian yang berlangsung dalam serat *optik* disebabkan oleh perjalanan cahaya melalui serat tersebut. Karena cahaya harus melintasi jarak yang sangat jauh, bahkan puluhan kilometer, kemurnian kaca pada bagian inti serat *optik* harus mencapai tingkat yang kemurnian kaca pada inti serat *optik* sangat tinggi karena inti serat *optik* dibuat dari kaca yang sangat murni dengan tingkat kerugian itu rendah. Demi mengevaluasi kemurnian kaca, kemurnian kaca pada inti serat *optik* sering dibandingkan dari kaca jendela biasa sebagai standar acuan. Kaca jendela yang transparan dan memungkinkan cahaya melewatinya dengan mudah tebalnya sekitar 0,25 hingga 0,5 cm. Namun, dalam kasus serat *optik*, cahaya yang melewati tepi dan memasuki kaca harus melalui beberapa sentimeter. Akibatnya, hanya sejumlah kecil cahaya yang mampu menembus kaca jendela yang melintasi puluhan kilometer tersebut.

Kerugian dalam serat *optik* terjadi karena perambatan acak dan penyerapan ketidakmurnian merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadi dalam kaca. Selain itu, bengkok yang berlebihan juga dapat menyebabkan kerugian dengan menyebabkan cahaya keluar dari area inti serat. Kerugian yang terjadi akan semakin kecil radius pembengkokan, maka redaman akan semakin berkurang. Karena itu, dalam kabel serat *optik*, penting untuk meminimalkan radius pembengkokan agar kerugian dapat diminimalkan.

f. Lebar Jalur Serat *Optik*

Luas rute yang umum digunakan untuk serat *optik* mempunyai berbagai skala frekuensi per kilometer, tergantung pada jenis serat yang digunakan. Standar untuk serat *multi-mode* umumnya memiliki lebar jalur serat *multi-mode* memiliki lebar jalur ratusan MHz per km, sementara serat *single-mode* memiliki lebar jalur mencapai ribuan MHz per km. Ketika

rentang serat bertambah, lebar jalur akan mengalami penurunan secara sebanding. Misalnya, kabel serat *optik* dapat membantu lebar jalur 500 MHz dalam jangkauan 1 km, namun kapasitasnya akan berkurang menjadi 250 MHz jika digunakan dalam jarak 2 km, dan hanya 100 MHz jika digunakan dalam jarak 5 km.

Menggunakan panjang yang lebih besar tidak menjadi masalah utama karena pengurangan lebar jalur yang terjadi sebagai konsekuensinya *single-mode fibers*, karena serat ini memiliki lebar jalur yang tinggi. Namun, perlu saat menggunakan *multi-mode fibers*, pertimbangan perlu dilakukan apakah akan memanfaatkan lebar jalur maksimum atau jarak sinyal penuh dalam sistem transmisi titik ke titik. [8].

2.2.11. Link Power Budget

Dalam komunikasi menggunakan serat *optik*, perhatian terhadap *power budget* sangat penting. Sistem komunikasi *optik* akan berfungsi dengan baik jika *Power budget* dan *Rise Time Budget* (RTB) tidak mengalami kekurangan. RTB berfungsi untuk memastikan bahwa sistem transmisi memiliki kapasitas untuk menyediakan lebar pita yang mencukupi untuk mencapai bit rate yang diinginkan. Redaman Terbitan (RTB) memiliki keterkaitan yang erat dengan membatasi dispersi sinyal dalam serat *optik*, dan hal ini langsung mempengaruhi kemampuan kanal yang diharapkan dari jaringan *optik*.

Power budget memainkan peran krusial dalam menentukan kinerja sistem komunikasi *optik*. Keberhasilan sistem tersebut tergantung pada sejauh mana *power budget* dapat memastikan bahwa penerima menerima kekuatan *optik* sinyal yang memadai untuk mencapai tingkat kesalahan *bit* (*bit error rate/BER*) yang diharapkan.

Kalkulasi dan analisis *power budget* adalah salah satu cara/teknik yang digunakan. yang penting dalam mengevaluasi performa sebuah jaringan. Metode ini digunakan untuk menentukan kemampuan jaringan dalam mentransmisikan sinyal dikirimkan oleh pengirim ke penerima, baik dari pusat terminal kantor (*central office terminal/COT*) ke terminal jarak jauh (*remote*

terminal/RT), maupun antara titik lainnya. Tujuan dari kalkulasi *Power budget* digunakan guna mengevaluasi bisakah elemen dan indikator desain yang telah dipilih mampu mewujudkan kekuatan sinyal yang cukup untuk memenuhi persyaratan performansi yang diinginkan di penerima. [9].

Jika *System Gain* (G_s) memiliki nilai yang lebih besar atau setara dengan total kerugian, sistem dapat memenuhi persyaratan yang ditentukan. Distorsi dapat terjadi jika daya yang disetujui lebih rendah daripada daya saturasi. Desain *link* transmisi *optik* dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk tingkat *Bit rate* informasi, rentang total *link*, dan tingkat *bit error rate* (BER) yang diharapkan menjadi pertimbangan utama. Selain itu, juga dipertimbangkan kualitas serat *optik*, jenis pemacu *optik* (pengirim), maupun jenis detektor *optik* (penerima) yang diterapkan juga mempengaruhi hal tersebut juga memiliki peranan penting dalam proses desain tersebut antara transmisi maksimal antara pengirim dan penerima ditetapkan oleh *bit rate* dan total panjang *link*. Dengan mempertimbangkan secara seksama dengan menggunakan ketiga elemen ini, *power budget* dapat dihitung untuk menentukan selisih transmisi yang paling optimal antara pengirim dan penerima.

Link Power Budget diperhitungkan layaknya persyaratan agar daya pada *link* yang dirancang lebih dari ambang batas daya yang diperlukan. Untuk melakukan perhitungan *Link Power Budget*, dapat menggunakan rumus berikut.

$$a_{\text{total}} = L \cdot a_{\text{serat}} + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + S \quad (2.1)$$

Keterangan:

- a_c : Kerugian daya pada konektor (dB/buah)
- a_s : Kerugian daya pada sambungan (dB / Km)
- a_{serat} : Kerugian daya pada serat *optik* (dB /Km)
- a_{tot} : Redaman total sistem (dB)
- N_s : Banyaknya jumlah sambungan
- N_c : Banyaknya jumlah konektor

L : Jarak

Sp : Kerugian daya pada *splitter* (Db)

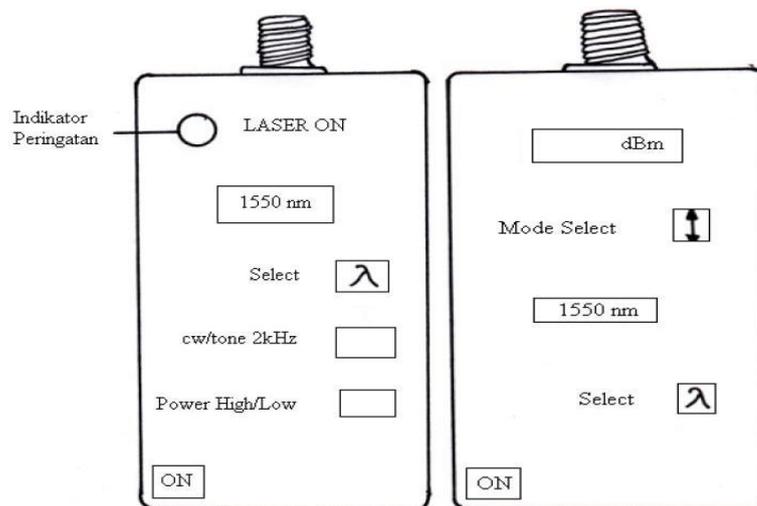
Dalam menghitung *Link power budget*, PT. TELKOM memegang kebijakan maupun mengatur batasan kerugian yang dapat terjadi pada *link* transmisi. Kebijakan ini menjadi pedoman PT. TELKOM dalam perencanaan awal dan pembangunan jaringan. Dalam kebijakan ini, terdapat batasan maksimum untuk kerugian serat *optik*, kerugian *splice*, dan kerugian konektor yang telah disebutkan sebelumnya. Batasan maksimum ini digunakan oleh PT. TELKOM dalam perencanaan jaringan. Sebagai akibatnya, hasil pengukuran kerugian harus berada di bawah batas maksimum tersebut agar mencapai kinerja yang optimal. [10].

2.2.12. Power Meter

Optical Power Meter (OPM) yaitu alat uji yang dimanfaatkan untuk akurat menghitung daya perangkat serat *optik* maupun kemampuan sinyal *optik* yang melampaui kabel serat *optik*. Selain itu, perangkat ini berfungsi dalam mendeteksi hilangnya daya ketika sinyal *optik* saat melampaui media *optik*. Alat perhitungan daya *optik* terdiri dari berbagai penguat dan sensor yang telah dikalibrasi secara tepat untuk mengukur tampilan daya. Sensor-sensor ini umumnya terbuat dari material semikonduktor seperti dalam alat tersebut, bahan semikonduktor seperti *silikon* (Si), *germanium* (Ge), dan *indium gallium arsenide* (InGaAs) digunakan. Bagian penampilan yang memperlihatkan kekuatan daya *optik*. yang diukur beserta panjang gelombang yang sesuai dengan sinyal *optik* yang sedang diuji. Rentang nilai total redaman pada kabel serat *optik*, yang diukur dari OLT hingga ONT, harus berada di dalam batas tertentu dalam kisaran 15-28 dB sesuai ketentuan, untuk tetap berada dalam batas yang dapat diterima. Semakin kecil redaman pada kabel serat *optik*, akan semakin optimal performa sistemnya. [16].

Power meter, ketika dilihat secara sekilas, terlihat serupa dalam kasus seringkali, sumber cahaya, Gambar A dan B, akan disebut selaku rekan yang serupa, sehingga tidak ada variasi yang jelas antara sumber cahaya dan *power*

meter yang diterapkan berpadu. Kedua perangkat ini dapat saling digunakan tanpa masalah. Meskipun demikian, terdapat perbedaan fisik saat sumber cahaya maupun *power meter*, meskipun Kedua perangkat tersebut memiliki fungsi yang sama. Tujuan penggunaan kedua perangkat ini adalah untuk menghitung daya pada suatu *link* khusus. Sepertinya, keduanya hanya mampu menghitung total kerugian dalam jaringan yang tengah berjalan mengikuti data dari *link* tersebut sesuai dengan spesifikasinya. Hasil pengukuran ditampilkan pada layar sebelum digunakan, *power meter* harus melewati proses kalibrasi agar akurat dalam pengukuran daya. [17].



Gambar 2.7 (Kanan) Sumber Cahaya dan (Kiri) *Power Meter* [8].

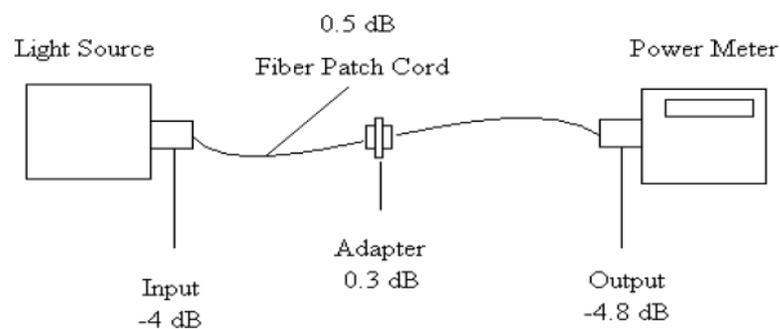
Gambar 2.7 adalah alat ukur OPM. Mohon menunggu hingga Saat ini, *power meter* akan menunjukkan pembacaan yang stabil dengan menampilkan tingkat daya yang masuk (*incoming power level*) dalam satuan dBm. penyedia cahaya juga *power meter* mesti terus aktif sepanjang semua proses perhitungan. Selanjutnya, dapat melepaskan *patchcord*.

Beberapa parameter yang bisa diatur meliputi jenis rentang gelombang yang digunakan, entah itu 1310 nm maupun 1550 nm, serta tingkat daya yang diterapkan dapat dinyatakan dalam satuan dB atau dBm. Semua elemen ini dapat disesuaikan cocok dengan preferensi juga permintaan yang tersedia.

Dalam perhitungan daya, ada beberapa langkah yang perlu diperhatikan adalah:

a. Sebelum mengukur, kalibrasi perlu dilakukan terlebih dahulu untuk menentukan kekuatan cahaya laser yang ditembakkan oleh Sumber Laser. Berikut adalah urutan langkah-langkah kalibrasi yang harus diikuti:

1. Sambungkan Sumber Cahaya dengan *Power Meter* sebagaimana ditunjukkan di Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Proses Kalibrasi [8].

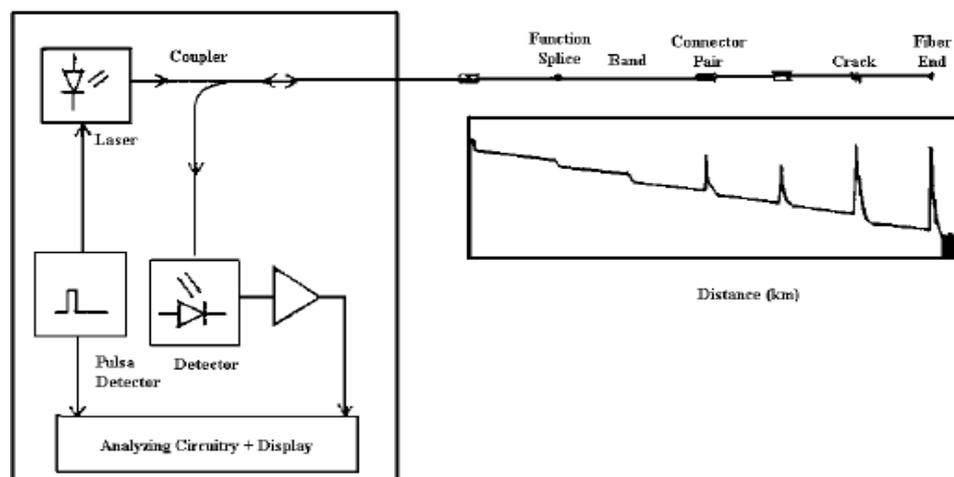
Proses kalibrasi pada *Optical Power Meter* adalah langkah penting dalam memastikan bahwa alat tersebut memberikan hasil pengukuran yang akurat dan konsisten.

2. Hidupkan *Light Source* guna mengarahkan laser ke *Power Meter*.
 3. Mengamati tampilan pada layar *Power Meter* guna mendapatkan informasi tentang intensitas cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Setelah melakukan proses kalibrasi, didapatkan hasil daya input adalah -4 dB juga daya *output* adalah -4.8 dB. Sehingga, tercatat pengurangan sebesar 0.8 dB yang dihitung dengan mengurangi daya input dari daya *output* ($-4 - (-4.8 \text{ dB})$)
- b. Sambungkan Sumber Cahaya ke *Attenuator Variabel Optik* di bagian masukan dan *Power Meter* di sisi keluaran.
- c. *Optical Variable Attenuator* pengukuran digunakan untuk menggantikan kerugian dari pengukuran yang dilakukan di luar lapangan memungkinkan pengaturan kejadian yang terjadi di sepanjang saluran. intensitas kehilangan dapat disesuaikan.

- d. hidupkan *Light Source* guna mengarahkan laser ke *Power Meter*.
- e. Periksa gambaran saat panel *Power Meter* digunakan demi mendapatkan informasi tentang keseluruhan kerugian yang terjadi di sepanjang jalur. [8].

2.2.13. *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)*

Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) adalah perangkat penting dalam instalasi, OTDR digunakan untuk pengecekan *link* serat *optik*, karena dapat dilakukan pengukuran *link* dari satu ujung hingga sisi lainnya. Menggunakan kemampuannya untuk mengukur hingga jarak 250 km, OTDR disambungkan menuju salah satu sisi jaringan serat *optik*, yang digunakan untuk memperoleh visualisasi dengan redaman serat *optik* yang terjadi sepanjang *link* yang ditampilkan pada monitor dengan sumbu X mewakili rentang dan sumbu Y mewakili redaman, seperti yang terlihat pada Gambar 2.9. Dengan menggunakan OTDR, kita dapat dengan cepat mengukur total kerugian atau kerugian pada setiap komponen sistem sepanjang kabel serat *optik*. Dengan OTDR, kita juga bisa menyaksikan juga menganalisis kerugian serat, kerugian sambungan, juga kerugian yang terjadi pada setiap titik di rentang antara titik pemantauan khusus, serta memperlihatkan informasi tersebut pada monitor.



Gambar 2.9 Tampilan Redaman Serat *Optik* pada OTDR [8].

Gambar 2.9 merupakan *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)* menggunakan sumber cahaya dioda laser untuk memancarkan pulsa cahaya dimasukkan menuju dalam serat *optik*. Beberapa dari sinyal cahaya tersebut

dipancarkan kembali menuju OTDR dan kemudian dialihkan dengan suatu kopler menuju alat deteksi *optik*. Detektor *optik* proses ini mengubah sinyal cahaya menjadi sinyal listrik, ini selanjutnya diinterpretasikan sebab kerugian. Jarak dihitung menggunakan waktu tempuh sinyal. Prinsip perhitungan jarak pada OTDR mirip dengan panduan kerja radar. OTDR menghantarkan pulsa cahaya juga mendeteksi pantulan dari serat. Dengan mengetahui kecepatan cahaya dan mengukur waktu tempuh cahaya di sepanjang serat, panjang serat dapat dihitung secara mudah [18].

Berdasarkan mekanisme kerja tersebut, OTDR dapat digunakan untuk mengukur beberapa parameter atau karakteristik. Hal ini meliputi jarak, yang memungkinkan kita untuk melihat posisi titik dalam sebuah link, seperti ujung *link* atau perubahan arah. Kemudian, *loss* dapat diukur untuk setiap sambungan, OTDR dapat mengukur total kehilangan (*loss*) dari sisi ke sisi dalam sebuah *link*, serta dapat mengukur penurunan serat dalam *link* tersebut, serta pembiasan (*return loss*) dari sejenis peristiwa. [15].

2.2.14. OptiSystem

Optisystem adalah *software* simulasi yang dapat dimanfaatkan untuk mendesain jaringan serat *optik* sebelum diimplementasikan dalam kehidupan nyata. *Optisystem* memungkinkan pengguna untuk melakukan perhitungan dan analisis terkait kehilangan (*loss*) dan anggaran daya (*power budget*) dengan menggunakan berbagai fitur yang tersedia [19].

Optisystem memiliki antarmuka pengguna berbasis grafis (*Graphical User Interface/GUI*) yang komprehensif, yang melibatkan tata letak proyek, *Optisystem* adalah *software* yang bisa digunakan untuk mensimulasikan jaringan serat *optik* mulai dari pusat hingga pengguna, mencakup komponen netlis, model komponen, dan tampilan grafik, dan dalam Nilai redaman yang diterima oleh perangkat akan ditampilkan dalam *Optisystem*, grafik BER (*Bit Error Rate*), faktor Q, dan diagram mata (*eye diagram*).

Optisystem memungkinkan desain dan simulasi jaringan serat *optik* sebelum diimplementasikan dalam keadaan nyata. Perangkat lunak *Optisystem*

ini lebih *user-friendly* atau lebih mudah digunakan atau diakses, Sehingga setiap orang dapat menggunakannya untuk melakukan simulasi dan menghitung kehilangan (*loss*) pada perangkat *optik* tanpa harus mengeluarkan biaya yang tinggi. Selain itu, menggunakan *software Optisystem* juga memberikan tingkat keakuratan perhitungan yang dapat dicapai. Untuk mencapai tingkat akurasi tersebut, perlu dilakukan perbandingan dengan nilai sebenarnya yang diperoleh melalui proses pengukuran. [20].

2.2.15. AutoCAD

AutoCAD merupakan perangkat lunak desain CAD yang dirancang untuk menciptakan gambar 2 dimensi dan 3 dimensi. *Software* ini secara resmi dikeluarkan oleh Autodesk, pada bulan Desember 1982, didirikan perusahaan multinasional bernama Autodesk, Inc yang Kantor pusatnya berada pada kota Mill Valley, California. AutoCAD menggambarkan sebuah program desktop yang dirancang untuk beroperasi di mikrokomputer dengan memanfaatkan pengontrol grafis internal.

AutoCAD merupakan jenis perangkat lunak CAD (Computer-aided Design) merupakan teknologi yang digunakan untuk mendukung dalam produksi, perubahan, analisis, dan peningkatan desain. Pemanfaatan perangkat lunak AutoCAD oleh para desainer memungkinkan peningkatan produktivitas, kualitas desain yang lebih baik, kemudahan berkomunikasi melalui dokumentasi dan pembuatan basis data fabrikasi dalam format 2 dimensi (2D) dan 3 dimensi (3D). [21].

AutoCAD memiliki kemampuan untuk melakukan perancangan pola kurva dan objek dalam ruang dua dimensi (2D), serta mampu melakukan desain permukaan kurva dan objek solid dalam ruang tiga dimensi (3D). *Software* ini banyak digunakan oleh organisasi manufaktur, desainer interior, teknisi mesin, industri otomotif, industri pelayaran, dan industri kedirgantaraan, arsitek, profesional di bidang prostetik, dan berbagai industri lainnya.

Dalam lingkup desain dalam dunia sistem elektronik, CAD dikenali sebagai EDA (Electronic Design Automation). Namun, dalam bidang desain

mekanis, hal tersebut berbeda, istilah yang digunakan adalah MDA (Mechanical Design Automation) atau CAD (Computer-aided Drafting) adalah istilah yang merujuk pada proses pembuatan gambar teknis dengan bantuan *software* komputer. AutoCAD adalah salah satu perangkat lunak CAD yang terkenal dan banyak digunakan dan diakui secara global. *Software* ini memiliki antarmuka yang ringan dan mudah digunakan, menjadikannya pilihan utama bagi para desainer di seluruh dunia [22].

2.2.16. Google Earth

Google *Earth* adalah sebuah program informasi geografis, peta, dan dunia maya yang pada awalnya, program ini dikenal dengan nama *Earth Viewer* dan dikembangkan oleh Keyhole, Inc, sebuah perusahaan yang kemudian diakuisisi oleh Google [23]. Dalam Google *Earth*, pengguna dapat melihat gambar virtual permukaan bumi yang diambil dari satelit dengan berbagai tingkat resolusi yang dapat disesuaikan. Program ini memungkinkan pengguna untuk memperoleh informasi visual tentang berbagai elemen seperti kota, rumah, jalan, gunung, sungai, dan sebagainya.