

Serat Optik

David Sundoro
Universitas Ciputra



Sejarah Serat Optik

- Pada abad ke-19, ketika ilmuwan pertama kali mengamati fenomena penjelahan cahaya melalui serat tipis.
- Pada tahun 1950-an hingga 1960-an, para ilmuwan melakukan penelitian lebih lanjut tentang karakteristik serat optik.

Sejarah Serat Optik

- Pada tahun 1966, peneliti Inggris, Charles K. Kao, dan George A. Hockham, merumuskan bahwa serat optik kaca murni memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai media transmisi data yang efisien dalam telekomunikasi.

Charles Kuen Kao dan George A. Hockham



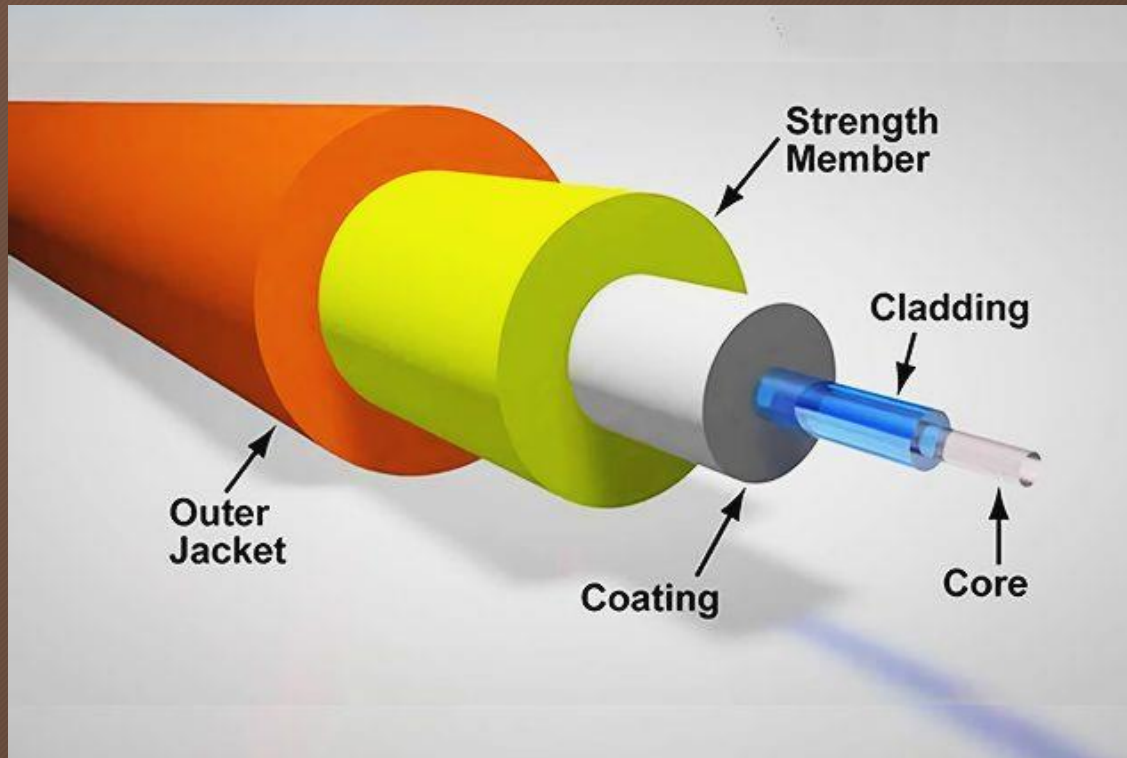
Definisi dan Struktur Serat Optik

- Kabel serat optik adalah jenis kabel yang terdiri dari serat optik, yang merupakan benang tipis yang terbuat dari kaca atau plastik yang dapat menghantarkan cahaya.

Definisi dan Struktur Serat Optik

- Struktur kabel serat optik terdiri dari beberapa komponen utama yang meliputi :
 - Inti (*core*),
 - Selubung (*cladding*),
 - Lapisan pelindung (*buffer coating*),
 - Jaket (*jacket*),
 - Kevlar (*strength member*).

Struktur Serat Optik



1. Inti (Core)

- Bagian terdalam dari kabel serat optik yang berfungsi sebagai jalur transmisi untuk cahaya. Inti memiliki lapisan dengan indeks bias yang lebih tinggi dibandingkan dengan selubung, sehingga cahaya dapat terperangkap di dalam inti dan dipandu dengan efisien.

2. Selubung (Cladding)

- Lapisan yang melapisi inti dan memiliki indeks bias yang lebih rendah daripada inti. Selubung berfungsi untuk memantulkan cahaya kembali ke dalam inti, sehingga memastikan cahaya tetap terkonsentrasi di dalam inti kabel.

3. Lapisan Pelindung (Buffer Coating)

- Lapisan tipis yang melindungi inti dan selubung dari kerusakan fisik, seperti gesekan atau tekanan.
- Lapisan pelindung juga dapat membantu dalam mengurangi distorsi sinyal dan mempertahankan kekuatan kabel.

4. Jaket (Jacket)

- Lapisan luar kabel serat optik yang bertujuan untuk melindungi seluruh struktur kabel dari kerusakan lingkungan eksternal, seperti kelembaban, panas, atau benturan fisik.
- Jaket sering kali terbuat dari bahan tahan api dan tahan korosi untuk menjaga keandalan kabel.

5. Kevlar (Strength Member)

- Struktur atau bahan tambahan yang ditempatkan di sekitar kabel untuk memberikan kekuatan tambahan dan melindungi kabel dari regangan atau tegangan mekanis.
- Strength member biasanya terbuat dari serat aramid atau fiberglass yang sangat kuat dan tahan terhadap regangan.

Jenis-jenis Serat Optik

- Jenis-jenis kabel serat optik dibagi berdasarkan karakteristik fisik dan performa transmisinya.
 - Singlemode Fiber (SMF)
 - Multimode Fiber (MMF)
 - Step-index Fiber
 - Graded-index Fiber

Singlemode Fiber (SMF)

- Deskripsi: Singlemode fiber (SMF) memiliki inti serat optik yang sangat kecil, biasanya dengan diameter sekitar 9 mikrometer. Kabel ini dirancang untuk mentransmisikan cahaya dengan mode tunggal, yang memungkinkan jarak transmisi yang sangat jauh dan minim distorsi sinyal.

Singlemode Fiber (SMF)

- Contoh: SMF sering digunakan dalam aplikasi telekomunikasi jarak jauh, seperti transmisi data antar kota atau antar negara.

Multimode Fiber (MMF)

- Deskripsi: Multimode fiber (MMF) memiliki inti serat optik yang lebih besar dibandingkan dengan SMF, dengan diameter sekitar 50 atau 62,5 mikrometer. Kabel ini mampu mentransmisikan cahaya dengan beberapa mode, yang membuatnya cocok untuk jarak transmisi yang lebih pendek

Multimode Fiber (MMF)

- Contoh: MMF sering digunakan dalam jaringan lokal (LAN), seperti dalam gedung perkantoran atau kampus universitas

Step-index Fiber

- Step-index fiber memiliki struktur inti serat optik yang terdiri dari lapisan dengan indeks bias yang tiba-tiba berubah. Cahaya yang melewati kabel ini akan mengalami pembelokan yang tajam saat melintasi batas antara inti dan selubung.
- Step-index fiber jarang digunakan dalam aplikasi modern karena memiliki distorsi yang tinggi.

Graded-index Fiber

- Graded-index fiber memiliki struktur inti serat optik yang gradasional, di mana indeks bias berkurang secara bertahap dari tengah ke pinggiran inti. Hal ini mengurangi dispersi modus dan memungkinkan jarak transmisi yang lebih jauh.
- Graded-index fiber banyak digunakan dalam aplikasi LAN dan jaringan lokal lainnya karena kemampuannya untuk mengurangi distorsi sinyal.

Prinsip Kerja Serat Optik

- Prinsip kerja serat optik didasarkan pada fenomena fisika yang disebut "Total Internal Reflection" (TIR) dan sifat optik dari material yang digunakan dalam pembuatan serat optik.

Total Internal Reflection (TIR)

- Prinsip utama dalam transmisi cahaya melalui serat optik adalah TIR. Ketika cahaya memasuki inti serat optik dengan sudut tertentu yang lebih besar dari sudut kritis, cahaya akan dipantulkan kembali ke dalam inti serat. Ini memungkinkan cahaya untuk bergerak melalui serat optik dengan sedikit atau tanpa kehilangan intensitas.

Total Internal Reflection (TIR)

- TIR terjadi karena perbedaan indeks bias antara inti dan selubung serat optik. Cahaya yang memasuki inti dengan sudut kecil akan merambat secara langsung, sedangkan cahaya yang memasuki inti dengan sudut besar akan dipantulkan kembali ke inti karena perbedaan indeks bias.

Dispersi Cahaya

- Selain TIR, prinsip kerja serat optik juga dipengaruhi oleh dispersi cahaya. Dispersi adalah fenomena di mana komponen cahaya berbeda (seperti warna) merambat dengan kecepatan yang berbeda dalam material optik. Ini dapat mengakibatkan distorsi sinyal jika tidak dikelola dengan baik.

Dispersi Cahaya

- Ada dua jenis dispersi yang umum terjadi dalam serat optik: dispersi modus dan dispersi kromatik. Dispersi modus terjadi karena cahaya dengan modus yang berbeda merambat dengan kecepatan yang berbeda, sementara dispersi kromatik terjadi karena cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda merambat dengan kecepatan yang berbeda.

Bandwidth Serat Optik

- Bandwidth serat optik merujuk pada kapasitas serat optik untuk mentransmisikan data dengan cepat. Ini tergantung pada sejumlah faktor, termasuk lebar pita spektrum cahaya yang dapat ditangani oleh serat optik dan kemampuan serat optik untuk mengatasi distorsi sinyal.

Bandwidth Serat Optik

- Semakin tinggi bandwidth serat optik, semakin banyak data yang dapat ditransmisikan dalam satu waktu, dan semakin tinggi pula kinerja jaringan yang dapat dicapai.

Transceiver Serat Optik

- Transceiver serat optik merupakan salah satu komponen kunci dalam jaringan serat optik yang berperan sebagai penghubung antara perangkat elektronik dengan media transmisi serat optik. Dengan adanya transceiver, sinyal data dapat dikirimkan melalui serat optik dengan efisien dan andal.

Transceiver Serat Optik



Komponen Transceiver Serat Optik

- Komponen utama dari transceiver serat optik adalah pengirim (transmitter) dan penerima (receiver).
- **Pengirim** bertugas mengubah sinyal listrik menjadi sinyal optik yang akan ditransmisikan melalui serat optik
- **Penerima** mengubah sinyal optik yang diterima dari serat optik menjadi sinyal listrik yang dapat diproses oleh perangkat elektronik

Kelebihan dan Kekurangan Serat Optik

Kelebihan:

- Kapasitas Transmisi Tinggi
- Jarak Transmisi Jauh
- Tahan terhadap Gangguan Elektromagnetik (EMI)
- Ketahanan terhadap Korosi
- Bobot Ringan dan Fleksibilitas

Kelebihan dan Kekurangan Serat Optik

Kekurangan:

- Biaya yang Lebih Mahal
- Kesulitan Instalasi dan Perawatan
- Kerentanan terhadap Kerusakan Fisik

Terima Kasih

