

BAB II

SERAT OPTIK DAN DASAR PENYAMBUNGAN

2.1 Pengertian Umum Serat Optik

Sistem komunikasi yang dalam pengiriman dan penerimaan sinyalnya menggunakan media serat optik yang memiliki panjang gelombang cahaya (λ) sebesar : 850 nm, 1300 nm, 1550 nm.

Secara umum serat optik memiliki bagian - bagian sebagaimana digambarkan dibawah ini :



$\phi = 2-125$ micrometer

$\phi = 5-250$ micrometer

Gb.2.1. Gmb. Bentuk umum serat optik

Bagian- bagian umum dari serat optik dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. *Core* (inti)

- Terbuat dari bahan kuarsa (silika) dengan kualitas tinggi.
- Tempat perambatan cahaya.
- Berdiameter antara 2 – 125 μ m.

b. *Cladding*

- Terbuat dari bahan gelas atau silika dengan indeks bias lebih kecil dari indeks bias core (inti).
- Merupakan selubung dari pada inti.
- Memiliki diameter antara 5 – 250 μ m.

c. *Coating* (jaket pelindung kabel)

- Terbuat dari bahan plastik.
- Berfungsi sebagai pelindung serat optik terhadap kondisi lingkungan.

2.2 Jenis Serat Optik

Serat optik memiliki beberapa jenis yaitu :

a. *Multi Mode Step Index*

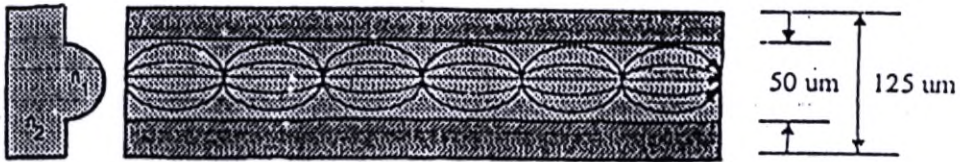


Gb.2.2. Gmb. Serat optik multi mode step index

Dimana pada Multi Mode Step Index ini memiliki karakteristik sebagai berikut :

- Cahaya merambat dalam beberapa mode.
- Ukuran diameter core antara 50 – 250 μm .
- Dilapisi cladding yang sangat tipis.
- Penyambungan lebih mudah karena diameter core lebih besar.
- Banyak terjadi dispersi.
- Hanya digunakan untuk jarak pendek.
- Harga relatif lebih murah.

b. *Multi Mode Graded Index*



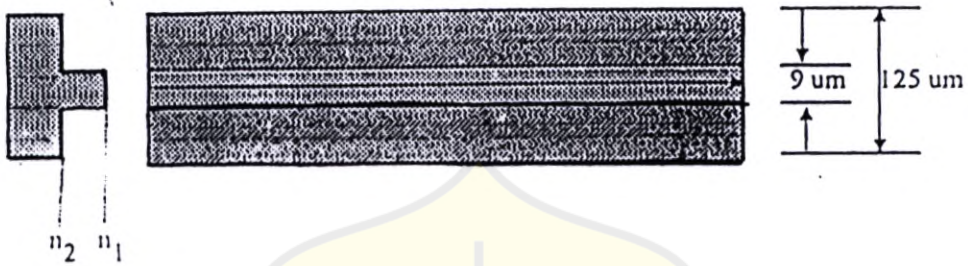
Gb.2.3. Gmb. Serat optik multi mode graded index

Multi Mode Graded Index memiliki karakteristik sebagai berikut :

- Core terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias berbeda, indeks bias yang tertinggi terdapat pada pusat core dan berangsur - angsur turun sampai ke batas core dan cladding.
- Ukuran diameter core antara 30 - 60 μ m.
- Cahaya merambat karena refraksi yang terjadi pada inti, sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat.
- Dispersi lebih kecil dibandingkan dengan jenis Multi Mode Step Index.
- Digunakan untuk jarak menengah.
- Harga relatif lebih murah bila dibandingkan dengan jenis Multi Mode Step Index.

c

Single Mode Step Index



Gb.2.4. Gmb. Serat optik single mode step index

Serat optik jenis ini memiliki karakteristik sebagai berikut :

- Cahaya merambat dalam satu mode yaitu sejajar dengan sumbu serat optik.
- Ukuran diameter inti (core) antara 2 – 10 μ m.
- Cladding lebih besar dari inti serat optik.
- Mempunyai redaman yang sangat kecil.
- Memiliki lebar pita frekwensi yang sangat lebar.
- Digunakan untuk jarak jauh.
- Harga relatif lebih mahal.

2.3 Hukum Snellius

Hukum Snellius berhubungan dengan dua hal penting pada perambatan cahaya pada dua media yang berbeda yaitu *refleksi* (pemantulan) dan *refraksi* (pembiasan).

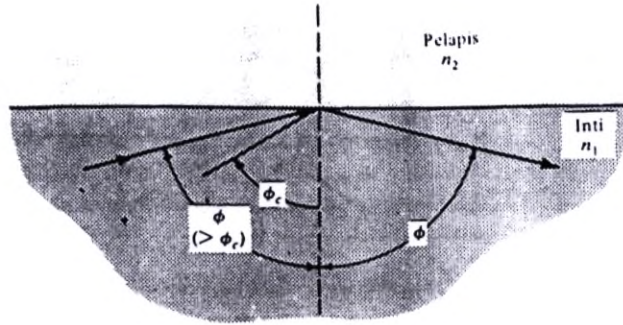
Pada serat optik yang sangat berpengaruh dalam transmisi cahaya adalah *pemantulan dalam total* (total internal reflection) pada dinding fiber hanya mungkin terjadi bila dua syarat terpenuhi. Yang pertama adalah indeks bias inti (core) dan indeks bias pelapis (cladding) yang berbahan dasar sama yaitu silika namun indeks bias inti serat optik lebih besar dari indeks bias pelapisnya. Yang kedua adalah cahaya harus mempunyai sudut masuk (angle of incidence) diantara alur sinar dan garis tegak lurus ke dinding fiber yang lebih besar daripada sudut kritis. Besarnya sudut kritis dirumuskan sebagai berikut :

$$\sin \phi_c = n_2 / n_1 \dots\dots\dots (2-1)$$

dimana : ϕ_c = sudut kritis

n_1 = indeks bias inti serat optik

n_2 = indeks bias pelapis serat optik



Gb.2.5. Gmb. Pantulan pada permukaan peralihan

Bila seberkas sinar cahaya lewat pada suatu daerah dengan indek bias yang rendah (n_0) ke dalam daerah lain dengan indek bias yang lebih tinggi (n_1) seperti yang akan terjadi bila sinar memasuki permukaan ujung dari suatu fiber, dengan sudut masuk θ_0 ke garis tegak lurus pada permukaan yang lebih kecil daripada sudut kritis θ_c , sinar akan masuk atau dibiaskan ke dalam daerah dengan indek bias yang lebih tinggi, dengan sudut keluar θ_1 yang lebih kecil dari sudut masuk θ_0 .

Bila sudut masuk lebih besar dari sudut kritis maka terjadilah pemantulan. Sedangkan jika sudut masuk lebih kecil dari sudut kritis maka terjadilah pembiasan. Pada pembiasan (refraksi) di dalam inti serat optik jenis single mode step index, cahaya merambat lurus sepanjang pusat inti serat optik sehingga $\theta_1 = 90^\circ$. Hukum Snellius mengatakan bahwa

sudut masuk θ_0 berkaitan dengan sudut keluar θ_1
menurut persamaan :

$$n_0 \sin \theta_0 = n_1 \sin \theta_1 \dots\dots\dots (2-2)$$

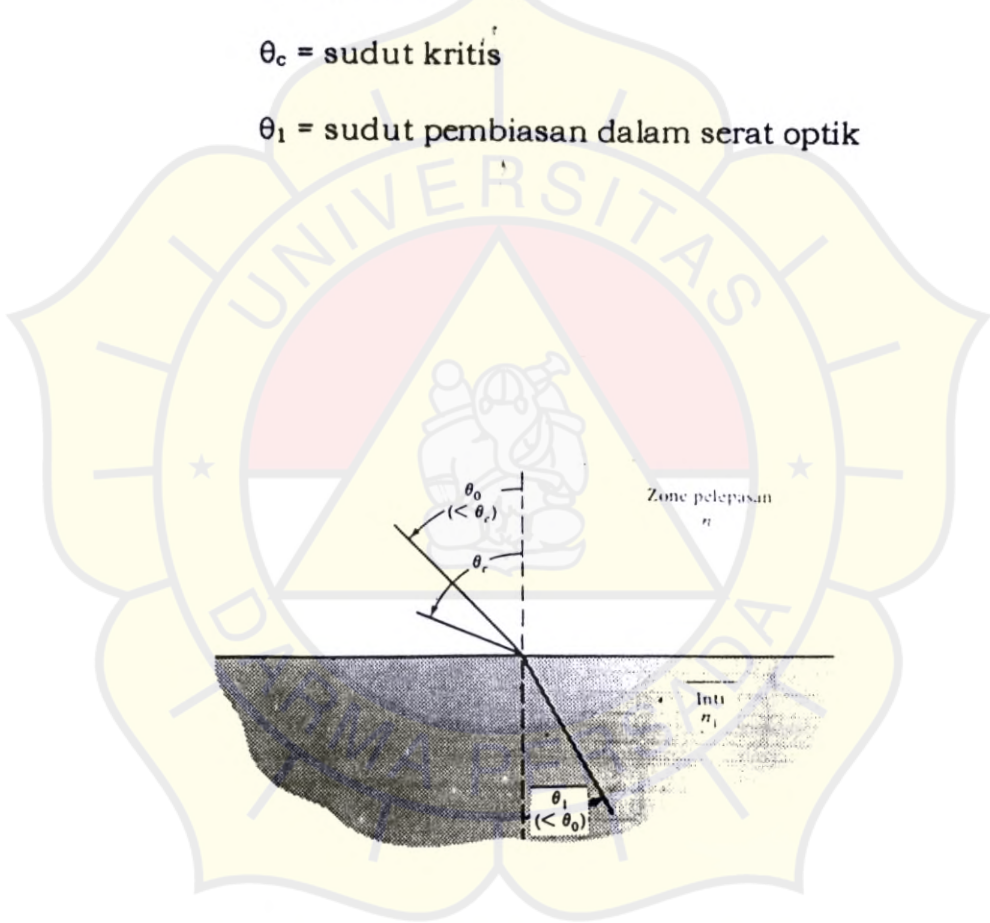
dimana : n_0 = indek bias daerah pelepasan

n_1 = indek bias inti serat optik

θ_0 = sudut datang

θ_c = sudut kritis

θ_1 = sudut pembiasan dalam serat optik



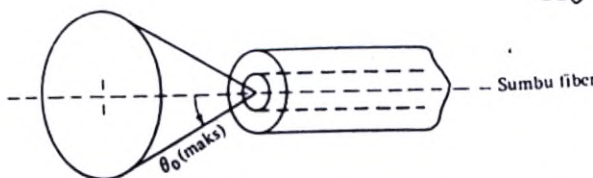
Gb.2.6. Gmb. Pembiasan pada suatu permukaan

2.4 Numerical Aperture

Celah numerik (Numerical Aperture = NA) dari fiber yang digunakan sebagai suatu angka prestasi untuk fiber - fiber optik. Sudut ini juga dinamakan sudut penerimaan (acceptance angle), dengan memutar sudut penerimaan terhadap sumbu fiber maka terlukislah kerucut penerimaan dari fiber. Setiap sinar yang diarahkan ke ujung fiber di dalam kerucut ini akan diterima dan diteruskan ke ujung yang jauh. Dengan membuat kerucut penerimaan yang makin besar, pelepasan cahaya makin mudah. Biasanya dengan fiber - fiber optik pelepasan akan terjadi dari udara, maka dalam hal ini $n_0 = 1$.

Perlu diperhatikan bahwa celah numerik secara efektif hanya tergantung pada indeks - indeks bias dari bahan inti dan bahan pelapis, dan bukannya suatu fungsi dari ukuran - ukuran fiber. Sehingga NA dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$NA = \sin \theta_0(\text{maks}) = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_0} \dots \dots \dots (2-3)$$



Gb.2.7. Gmb. Kerucut celah numeric

dimana : n_0 = indeks bias udara = 1

n_1 = indeks bias inti serat optik

n_2 = indeks bias pelapis serat optik

Sehingga :

$$NA = \theta_0(\text{maks}) = \text{Arc sin} (\sqrt{n_1^2 - n_2^2}) \dots \dots \dots (2-4)$$

2.5 Definisi Redaman Pada Serat Optik

Redaman pada kabel serat optik adalah menurunnya intensitas cahaya yang ditransmisikan dalam kabel serat optik yang disebabkan oleh faktor – faktor dalam kabel serat optik yaitu rugi penyebaran Rayleigh, rugi penyerapan bahan, rugi akibat pembengkokan, rugi penyambungan dan rugi yang disebabkan oleh adanya konektor.

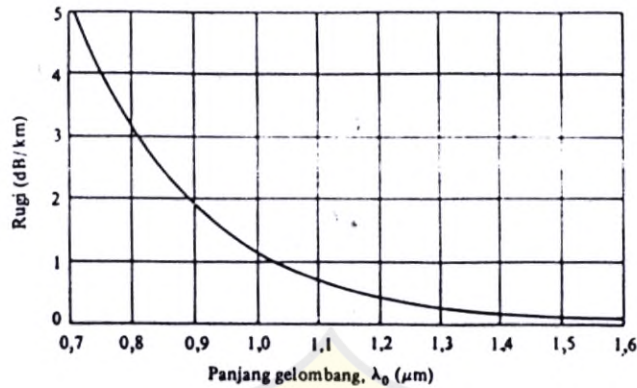
Dengan adanya redaman tersebut maka mengurangi jumlah cahaya yang ditransmisikan pada jaringan serat optik yang berakibat pada tidak sempurnanya informasi yang dikirimkan.

2.6 Rugi - rugi Pada Transmisi Serat Optik

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi rugi - rugi pada transmisi serat optik yaitu :

2.6.1 Rugi - rugi Penyebaran Rayleigh

Hal ini terjadi karena gelas dalam fiber optik adalah suatu benda padat amorphous (tidak berbentuk kristal) yang dibentuk dengan cara membiarkan gelas itu mendingin dari keadaan cairnya pada suhu tinggi hingga membeku. Sementara masih dalam keadaan plastik, gelas itu ditarik dengan menggunakan tegangan ke dalam bentuk fiber yang panjang. selama proses pembentukan ini variasi - variasi submikroskopis dalam kerapatan gelas dan dalam campuran - campuran di dalamnya ikut dibekukan di dalam gelas dan kemudian facet - facet yang memantulkan dan membiaskan serta menyebarkan (scatter) sebagian kecil cahaya yang lewat melalui gelas tersebut. Meskipun teknik pembuatan yang teliti dapat mengurangi anomali - anomali (penyimpangan) ini hingga suatu minimum, namun tidak seluruhnya dapat dihilangkan.



Gb.2.8. Gmb. Rugi penyebaran Rayleigh

2.6.2 Rugi – rugi Penyerapan

Tiga mekanisme yang berbeda memberikan sumbangannya pada rugi – rugi penyerapan (absorption losses) dalam serat optik yaitu : penyerapan ultraviolet, penyerapan inframerah dan penyerapan resonansi ion.

Penyerapan ultraviolet terjadi karena untuk silika lebur murni (pure fused silica) elektron – elektron valensi dapat diionisasikan menjadi elektron – elektron konduksi oleh cahaya dengan panjang gelombang tengah sebesar kira – kira $0,14 \mu\text{m}$. Ionisasi ini berkembang menjadi suatu rugi energi pada medan – medan cahaya dan berpengaruh pada rugi transmisi. Penyerapan bukan hanya terjadi pada frekwensi tetap ini, tapi juga

pada jalur lebar yang membentang ke atas sehingga bagian spektrum yang dapat dilihat, dengan rugi - rugi yang mengecil pada panjang gelombang yang lebih tinggi. Ekor penyerapan ultraviolet ini mengecil dan memberikan rugi - rugi yang besarnya dapat diabaikan pada jalur 1,2 - 1,3 μm .

Penyerapan inframerah terjadi karena foton - foton dari energi cahaya diserap oleh atom - atom di dalam molekul gelas dan diubah menjadi vibrasi (getaran) mekanis yang acak yang khas dari pemanasan. Penyerapan inframerah ini juga memperlihatkan sebuah puncak spektral utama yang untuk silika terjadi pada 8 μm dan puncak - puncak minor (kecil) pada 3,2 μm , 3,8 μm dan 4,4 μm . puncak - puncak ini lebar dan mengekor sampai ke bagian spektrum yang dapat dilihat hingga rugi - rugi yang khas kurang dari 0,5 dB/km pada 1,5 μm .

Kuantitas - kuantitas yang sangat kecil dari molekul air yang terjebak dalam gelas memberikan ion - ion OH ke bahan yang menunjukkan puncak - puncak penyerapan pada 0,95 μm , 1,25 μm dan 1,39 μm di dalam spektrum yang dapat dilihat dengan puncak utama terjadi pada 1,39 μm . Kandungan air yang khas

dari gelas harus dijaga dibawah 0,01 ppm agar puncak – puncak ini tidak melebar dan menyatu untuk menjadi terlalu besar dalam spektrum rugi dari fiber yang dihasilkan.

2.6.3 *Rugi – rugi Penggandengan*

Daya yang sudah dilepaskan dengan baik ke dalam suatu ragam yang merambat kemudian digandengkan ke dalam suatu ragam bocor atau ragam radiasi pada sebuah titik yang agak jauh dari fiber. Efek penggandengan ini dapat terjadi karena beberapa alasan.

Cacat – cacat kecil pada gelas inti atau pada interface inti pelapis seperti misalnya variasi kecil pada diameter inti, bentuk penampang atau gelembung – gelembung dalam gelas dapat menyebabkan digandengkannya energi ke dalam salah satu dari ragam – ragam bocor. Rugi – rugi dari sumber ini akan terbagi rata di sepanjang fiber.

Sumber lain dari penggandengan ragam ialah sambungan – sambungan yang dibuat kurang sempurna atau konektor – konektor yang penyetelannya (alignment) juga kurang sempurna. Pada umumnya rugi ini ditekan hingga kira – kira 0,5 dB per gandingan atau

kira - kira 0,2 dB per sambungan.hal ini dapat dikurangi dengan mengurangi banyaknya sambungan atau konektor - konektor yang diperlukan dalam satu rute fiber tertentu.

2.6.4 *Rugi - rugi Pembengkokan*

Ada dua jenis pembengkokan yang menyebabkan rugi - rugi dalam fiber yaitu pembengkokan mikro (micro bending) dan pembengkokan radius konstan. Keduanya timbul karena alasan yang berbeda dan menimbulkan rugi - rugi dengan dua macam mekanisme yang berbeda pula.

Pembengkokan mikro adalah suatu pembengkokan mikroskopis dari inti fiber yang disebabkan oleh laju penyusutan (contraction) thermal yang sedikit berbeda antara bahan inti dan bahan pelapis. Pembengkokan mikro dapat juga terjadi bila fiber berulang kali digulung menjadi satu kabel fiber majemuk (multi fiber cable) atau digulung pada kelos - kelos unuk memudahkan pengangkutannya.

Rugi - rugi pada pembengkokan mikro terjadi karena bengkokan - bengkokan kecil tersebut bekerja sebagai faset - faset penyebar (scattering facets) yang menyebabkan terjadinya penggandengan ragam. Energi

dari ragam - ragam yang dibimbing digandeng silang ke dalam ragam - ragam bocor yang lalu hilang lewat pelapis.

Pembengkokan radius konstan adalah bengkakan - bengkakan pada fiber untuk mengikuti sudut - sudut atau tikungan - tikungan pada instalasi jaringan transmisi fiber optik, seperti misalnya pada sebuah titik gantungan tiang dimana diantara tiang - tiang kabel melengkung ke bawah. Hal ini dapat menimbulkan sedikit rugi cahaya dalam fiber.

Upaya untuk mengurangi terjadinya rugi-rugi pembengkokan adalah dengan memperhatikan besarnya radius penggulangan sebuah kabel serat optik. Radius minimal yang diperkenankan adalah 40 kali diameter kabel serat optik itu.



Gb.2.9. Gmb. Rambatan sinar dalam sebuah fiber yang dibengkokkan

2.6.5 Rugi – rugi Dalam Konektor

Ada hal yang tidak mungkin dihindari yaitu paling sedikit dua konektor terpasang pada satu saluran transmisi sekalipun pada saluran yang terpasang permanen karena sebuah fiber harus berakhir pada sebuah pemancar di salah satu ujungnya dan pada sebuah penerima pada ujung lainnya. Proses yang biasa ialah penyediaan buntut – buntut babi (pigtails) yang terpasang secara permanen pada peralatan pemancar dan penerima pada waktu pembuatannya yang menimbulkan rugi yang minimal saja.

2.7 Windows Loss Serat Optik

Ada empat jenis rugi yang berpengaruh besar pada fiber dan ini harus dibuat seminimal mungkin pada proses pembuatan fiber itu. Rugi – rugi tersebut adalah rugi penyebaran Rayleigh, rugi penyerapan bahan, rugi ragam bocor, dan rugi yang disebabkan oleh penggandengan ragam. Dari semua ini, dua jenis yang pertama adalah yang paling menonjol. Berbagai macam usaha dilakukan untuk mengatasi rugi – rugi

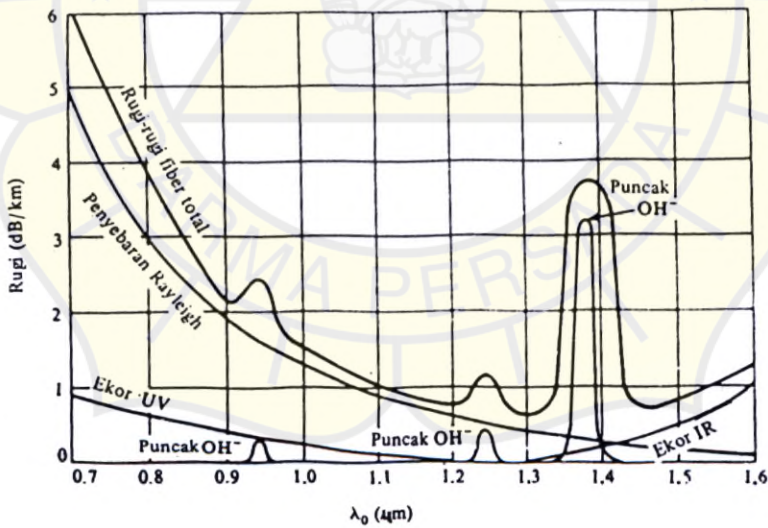
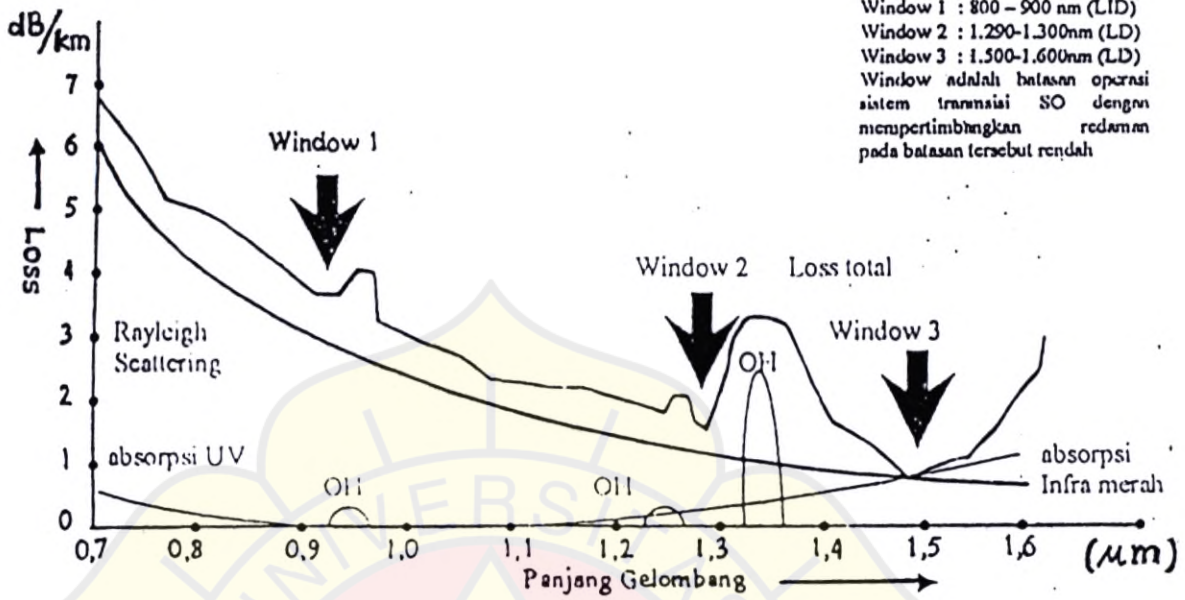
tersebut. Gambar di bawah ini memperlihatkan rugi - rugi dalam suatu fiber yang khas sebagai fungsi dari panjang gelombang, dimana ditunjukkan komponen - komponen Rayleigh dan penyerapan sebagai perbandingan.

Semua fiber ditentukan cirinya oleh sebuah lengkung spektrum rugi dengan bentuk umum ini, meskipun nilai - nilai rugi yang sesungguhnya dan panjang gelombang puncak (peaking wavelengths) akan berubah - ubah tergantung pada jenis fiber.

Seperti terlihat pada gambar, semua lengkung mempunyai sebuah "jendela" dalam spektrum rugi pada kira - kira $0,8 \mu\text{m}$ yang kebetulan sama dengan keluaran spektral dari kebanyakan sumber cahaya yang pada masa ini ada tersedia untuk transmisi fiber. Rugi - rugi khas dalam orde 0,5 hingga 2 dB/km dapat diperoleh dalam fiber - fiber yang dirancang dengan teliti.

Rugi - rugi seperti yang telah dibicarakan diatas merupakan karakteristik dari fiber, karena ini datang dari pabrik pembuatnya. Rugi - rugi lainnya seperti pembengkokan makro dan mikro dan rugi - rugi penyisipan karena sambungan - sambungan dan gandengan - gandengan dapat ditekan hingga suatu nilai

minimum dengan rancangan dan prosedur instalasi yang baik.



Gb.2.10. Gmb. Spektrum rugi total untuk serat optik yang khas

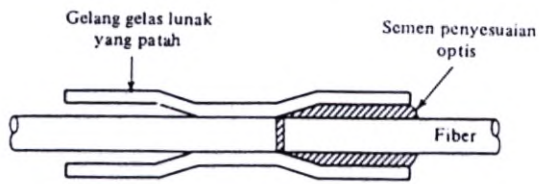
2.8 Sambungan Serat Optik (Fiber Splicer)

Pada proses penyambungan fiber harus memenuhi dua kriteria yaitu : sambungan harus dapat dilaksanakan dengan mudah sekalipun dalam keadaan - keadaan lingkungan yang terburuk dan sambungan harus memberikan rugi yang seminimal mungkin.

Secara umum ada dua cara penyambungan fiber yang memenuhi kedua persyaratan tersebut yaitu :

2.8.1 Sambungan Selongsong Gelas Patah

Penggunaannya sangat mudah, karena dapat dirakit dengan mudah di lapangan tanpa bantuan peralatan - peralatan yang canggih. Perakitan dimulai dengan mempersiapkan fiber, pelindung dari kedua fiber dikupas beberapa centimeter dari ujung - ujung yang akan disambung. Kedua ujung fiber kemudian dipotong dengan menggunakan suatu alat potong khusus yang mungkin dikerjakan dengan tangan, untuk membuat ujung - ujung fiber itu menjadi halus dan bersudut siku. Berikutnya sebuah tabung gelas lunak yang



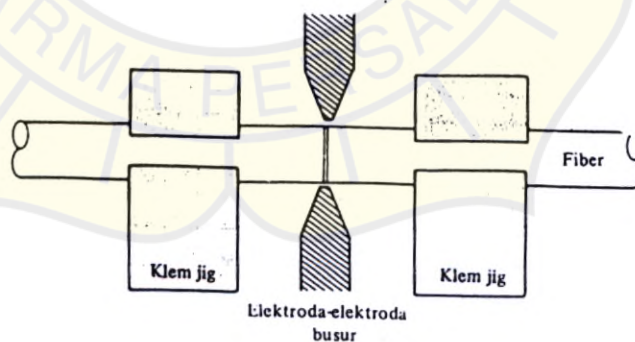
Gb.2.11. Gmb. Sambungan selongsong gelas patah

2.8.2 Sambungan Peleburan (Fusion Splices)

Metode penyambungan ini memberikan keuntungan hasil yang lebih baik dari segi rugi penyambungan yang timbul jika dibandingkan dengan metode penyambungan selongsong gelas patah. Cara ini lebih sulit pelaksanaannya di lapangan. Fiber - fiber yang akan disambung dikupas dan dipotong kedua ujungnya dengan alat pengupas (stripping tool) dan alat pemotong khusus. Kemudian kedua ujung dibersihkan dengan alkohol konsentrasi tinggi untuk membersihkan ujung - ujung fiber. Ujung - ujung fiber kemudian diletakkan pada klem - klem (penjepit). Ujung - ujung fiber dirapatkan dan disearahkan (aligned)

sementara diamati lewat sebuah mikroskop binokular dan kemudian kedua ujung fiber dipanaskan dengan sebuah busur listrik sehingga keduanya melebur jadi satu. Proses ini juga sangat kritis, karena panas yang terlalu tinggi akan menyebabkan mengalirnya gelas cair dalam sambungan dan mengubah bentuk fiber tersebut. Disini sangat diperlukan keterampilan dari operator. Setelah selesai penyambungan maka hasil sambungan diberi pelindung.

Sepadan dengan kesulitan dari proses penyambungan ini memberi hasil sambungan yang kurang dari 0,1 dB persambungan.



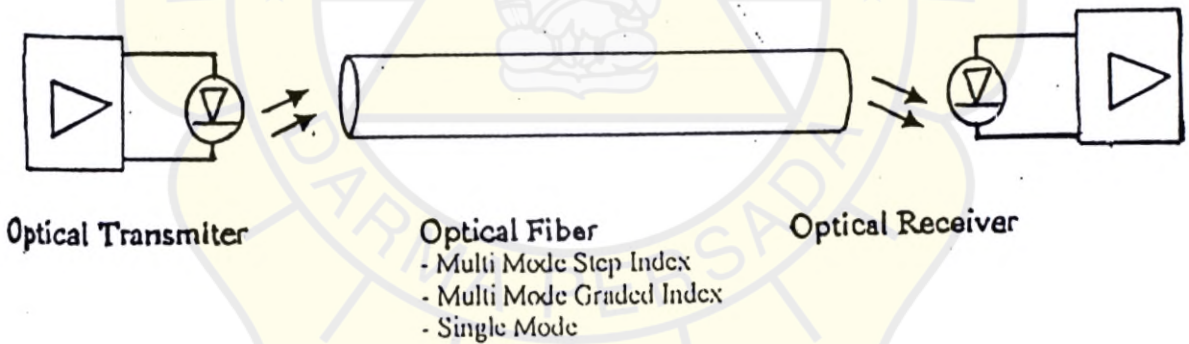
Gb.2.12. Gmb. Sambungan peleburan inti

2.9 Karakteristik Sumber Optik

- Emisi cahaya terjadi pada daerah $\lambda = 850 - 1550$ nm.
- Dapat dimodulasi langsung pada frekwensi tinggi.
- Mempunyai lebar spektrum sempit.
- Ukuran atau dimensi kecil.
- Mempunyai umur kerja relatif lama.

2.10 Sistem Komunikasi Serat Optik

Sistem komunikasi serat optik terdiri dari :



Gb.2.13. Gmb. Blok diagram sistem transmisi komunikasi serat optik

2.11 Keuntungan Menggunakan Serat Optik

- Mempunyai lebar pita frekwensi (bandwidth) yang lebar yaitu 3×10^8 GHz, sehingga jumlah informasi yang dibawa akan lebih banyak.
- Kebal terhadap interferensi gelombang elektromagnetik (gangguan petir, transmisi RF).
- Memiliki redaman yang sangat kecil.
- Serat optik memiliki ukuran fisik kabel yang relatif kecil.

2.12 Kerugian Menggunakan Serat Optik

- Serat optik tidak dapat menyalurkan energi listrik, sehingga repeater harus dicatu secara kendali jarak jauh menggunakan kabel tembaga yang terpisah.
- Intensitas energi yang dipancarkan pada sinar infra merah dan jika terkena retina dapat merusak mata.
- Konstruksi serat optik cukup lemah atau rapuh.
- Karakteristik transmisi dapat berubah jika terjadi tekanan yang berlebihan dari luar.
- Biaya relatif mahal.

2.13 Pemeliharaan Saluran Serat Optik

Dalam pemeliharaan fisik serat optik mencakup beberapa hal yang perlu diketahui saat menghadapi kerusakan yaitu :

2.13.1 Pencarian Lokasi Kerusakan

Prosedur pencarian lokasi kerusakan adalah sebagai berikut :

1. Penentuan ruas antar repeater yang mengalami gangguan atau kerusakan dengan menggunakan fasilitas :
 - a. Network Mediation Unit (NMU)
 - b. Selective Call Order Wire 29 TR4000 (melalui pengecekan sinyal balik selektif calling)
 - c. Fault Location System 8TR680
2. Penentuan jarak dengan alat ukur Backscatter atau OTDR antara :
 - a. Titik kerusakan kabel ke stasiun SKSO terdekat.
 - b. Titik kerusakan kabel ke titik sambung kabel (handhole) terdekat.
 - c. Membandingkan hasil pengukuran yang diperoleh dengan hasil data acceptance tes atau pengukuran terakhir saluran tersebut untuk memastikan kebenaran cara pengukuran yang telah dilaksanakan dan memastikan jarak dari handhole ke titik kerusakan.

3. Laporkan ke petugas stasiun kereta api terdekat atau aparat keamanan terkait tentang terjadinya kerusakan kabel SKSO dan rencana aktivitas penanganannya agar saling memberi informasi yang diperlukan.
4. Pencarian lokasi kabel serat optik yang rusak yang pelaksanaannya di lapangan berpedoman pada :
 - a. Lokasi handhole terdekat, dimana lokasi tersebut dapat dilihat pada buku pedoman As Built Drawing dan pencapaian lokasi dapat dipercepat bila tersedia peta topografi.
 - b. Hasil penentuan jarak antara titik kerusakan kabel ke titik sambung (handhole) terdekat, mengingat hasil ukur OTDR ataupun Backscatter memiliki tingkat ketelitian yang tinggi (dalam satuan meter) sehingga perlu diperhitungkan rute instalasi kabel (terutama pada kabel tanah) agar dapat dihindari kesalahan penentuan lokasi kerusakan.
 - c. Pengamatan lapangan atau visual check terhadap lingkungan sekitar rute kabel dan kondisi kabel misalnya : tanah longsor, pohon tumbang, bekas galian, banjir dan lainnya.

2.13.2 Penyambungan Darurat

Penyambungan darurat perlu segera dilaksanakan sejauh memungkinkan tersedianya sarana yang diperlukan, hal ini mengingat bahwa proses persiapan dan pelaksanaan penyambungan permanen memerlukan waktu cukup lama agar sistem dapat normal kembali.

Prosedur penyambungan darurat meliputi :

1. Turunkan kabel dari tiang (untuk kabel udara) atau gali dan keluarkan kabel (untuk kabel tanah). Panjang kabel yang diturunkan dari tiang sesuai dengan kondisi di lapangan.
2. Setelah memperhitungkan panjang kabel yang harus dikupas, ikatkan kedua ujung kabel yang akan putus satu sama lain agar tidak terjadi tarikan kabel pada waktu dan sesudah proses penyambungan.
3. Kupas kedua ujung kabel sampai ke lapisan primary coating dengan panjang yang disesuaikan dengan kebutuhan proses penyambungan. Yang perlu diperhatikan adalah pengupasan dan penyambungan harus dilakukan dengan cermat dan berurutan sesuai dengan urutan kode warna tube atau juga penyambungan dilakukan sesuai urutan core - core

yang diduduki oleh sistem yang paling mendesak (urgent).

4. Laksanakan proses penyambungan darurat dengan melakukan koordinasi dengan petugas yang berada pada stasiun terminal atau repeater terdekat untuk mereset Switch - on Laser Diode agar sistem kembali normal bilamana dua core yang merupakan satu sistem telah tersambung. Setelah core tersambung tidak diadakan pengukuran dengan OTDR, mengingat waktu Perpu (perhubungan putus) terlalu lama.
5. Periksa atau yakinkan bahwa hubungan antar sentral sudah normal kembali. Perlu diperhatikan bahwa pelaksanaan penyambungan darurat dianjurkan agar menggunakan splicer dengan pelindung splice protector untuk melindungi sambungan dari keadaan lingkungan.

2.13.3 Penyambungan Permanen

Apabila telah dilaksanakan penyambungan darurat, rencanakan dan laksanakan instalasi kabel untuk semua jenis kabel baik kabel udara atau kabel tanah kemudian laksanakan penyambungan permanen pada saat

trafik rendah (pada malam hari). Pada proses ini prosedur penyambungannya adalah sebagai berikut :

1. Siapkan sarana penyambungan yang diperlukan dan tempatkan tenda kerja pada lokasi yang aman dan tenang dari keadaan sekeliling.
2. Baca dan catat meter band pada kedua ujung kabel penyambung, hal ini penting untuk mengetahui berapa meter penambahan kabel yang diinstalasi pada ruas tersebut.
3. Laksanakan montase kedua ujung kabel yang putus dan kabel penyambung pada tiang (pada kabel udara) dan pada handhole (pada kabel tanah).
4. Laksanakan proses penyambungan sesuai prosedur penyambungan kabel serat optik.
5. Laksanakan proses penyelesaian yang meliputi pengukuran jarak atau panjang baru saluran serat optik pada ruas tersebut (antara Optical Terminal Board) maupun redamannya untuk memperbaharui data hasil acceptance test.
6. Penempatan atau pengamanan Joint Enclosure dan instalasi kabel serat optik.

7. Menginventarisir pemakaian material atau suku cadang.
8. Pengamanan atau penyimpanan sarana kerja termasuk sisa potongan kabel serat optik untuk keperluan penyambungan kabel serat optik bila dibutuhkan.
9. Pembuatan laporan hasil kerja.
10. Merevisi As Built Drawing.

2.13.4 Penyambungan Core By Core

Pengertian dari penyambungan core by core adalah penyambungan kabel serat optik dimana pemotongan serat optik tidak sekaligus melainkan setiap dua core yang idle (tidak diduduki oleh sistem yang sedang beroperasi) dilanjutkan dengan penyambungan (splicing), pengukuran dan pemindahan sistem yang beroperasi oleh petugas di kedua stasiun terminal atau repeater ke posisi dua core yang baru disambung tersebut. Penyambungan core by core dapat dilaksanakan pada beberapa kegiatan penyambungan dan disesuaikan dengan situasi dan kondisi setempat.

Syarat penyambungan core by core adalah dengan tersedianya dua core yang idle (tidak diduduki oleh sistem yang beroperasi) dan menggunakan Joint Enclosure yang terdiri dua buah penutup secara simetris dengan posisi

horizontal terhadap kabel yang disambung maupun Cassette (tempat core – core yang telah disambung).

Beberapa kegiatan penyambungan yang dapat dilaksanakan dengan cara ini adalah :

1. Penyambungan permanen setelah penyambungan darurat.
2. Penyambungan darurat apabila tidak semua tube terputus dan masih ada sistem yang beroperasi dan sistem yang Perpu karena tube yang terputus tidak dapat dikontingensi.
3. Penyambungan permanen yang diakibatkan oleh pemeliharaan preventif korektif, misalnya pengalihan atau relokasi rute kabel SKSO karena kegiatan pihak PT Kereta Api Indonesia (PT KAI) dan lain – lain.