

# TEKNOLOGI SERAT OPTIK \*)

Drs. SANUSI TANOEMIHARDJA, M.Sc.\*\*

## ABSTRACT

*The possibilities in the application of optical fibres in the field of communication have been attempted again after discovery of laser light as coherent light source, especially after semiconductor laser is being operated continuously at room temperature. Several experimental works were done to obtain the best results with reduced transmission losses.*

*The meaning of optical communication, development, structure and some aspects of optical fibre are described in this paper.*

## RINGKASAN

*Penemuan sinar laser yang menghasilkan sinar koheren, terutama setelah laser semikonduktor berhasil dioperasikan dalam suhu kamar, telah memberi semangat kembali kepada para ahli, seperti di Inggris, Amerika dan Jerman, untuk mengembangkan dan meneliti lebih lanjut pemakaian serat optik dalam komunikasi. Berbagai usaha telah dilakukan oleh para ahli untuk meningkatkan hasil yang telah diperoleh sebelumnya, sehingga dihasilkan serat optik dengan rugi transmisi yang lebih kecil dan kapasitas lebih banyak.*

*Pengertian komunikasi optik, perkembangan, susunan dan beberapa masalah tentang serat optik akan dibahas dalam tulisan ini.*

### 1. PENGERTIAN KOMUNIKASI OPTIK

Perkembangan komunikasi listrik telah berkembang dengan pesat, misalnya pengi-

\* Majalah LAPAN No. 17 Tahun V/1980

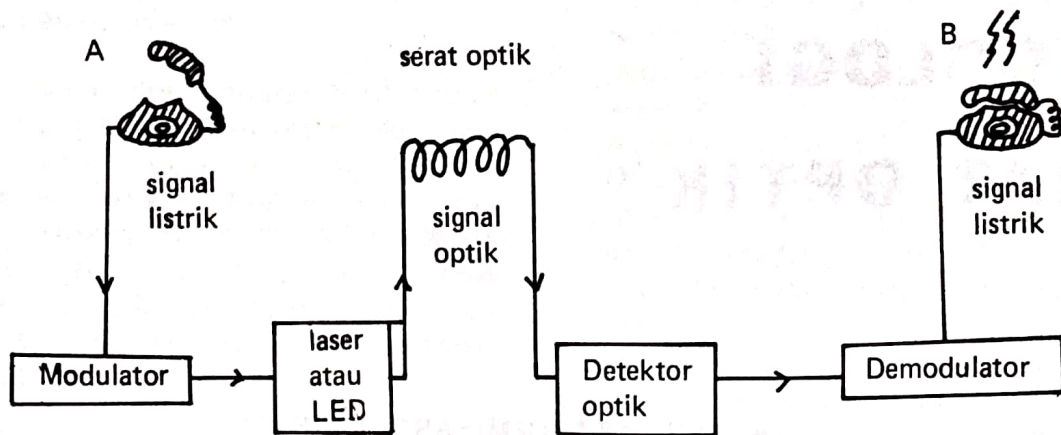
\*\* Staf Proyek Energi LAPAN.

riman informasi dengan tilpun, gelombang radio, gelombang mikro dan sebagainya. Ketergantungan manusia kepada media informasi akan semakin meningkat, sehingga untuk mengatasi hal tersebut diperlukan upaya peningkatan kapasitas pengiriman informasi, yang bergantung kepada frekwensi pembawa gelombang elektromagnetiknya.

Penemuan sinar laser (1960) sebagai generator optik dengan frekwensi  $10^4 - 10^5$  lebih tinggi dari pada generator gelombang mikro (frekwensi  $10^{10}$  Hz), para ahli mencoba memanfaatkannya untuk komunikasi, sebagai pembawa gelombang elektromagnetik berfrekwensi tinggi. Kemudian pada tahun 1966, mulai dipelajari serat (fiber) gelas sebagai kawat transmisi serta tahap demi tahap pengurangan rugi (loss) transmisinya ditingkatkan pula.

Pada tahun 1970 diperoleh pula kemungkinan menjalankan laser semi konduktor pada suhu ruangan secara kontinu, maka dengan demikian secara praktis, komunikasi serat optik telah berjalan.

Pada gambar 1.1 diperlihatkan sistim komunikasi dengan menggunakan serat optik dan sumber semi konduktor.



Gambar 1.1. Komunikasi optik.

Signal akustik (suara) yang dikirimkan melalui pesawat A, pertama kali sehingga signal listrik tersebut memodulasi intensitas sumber optik, seperti laser semi konduktor atau light Emitting Diode (LED). Kemudian signal tersebut dikirimkan melalui pandu gelombang (wave guide) serat optik, dan dideteksi oleh detektor foto di pesawat penerima B. Signal optik yang diterima dirubah kembali (ditemodulasi) menjadi signal listrik dan akhirnya menjadi signal akustik kembali.

beberapa percobaan transmisi sinar melalui serat gelas dilakukan di Jerman (1930), pembuatan prototip serat optik di Inggris (1958) dan Jepang (1960).

Sedangkan pada tahun 1960, di Amerika menggunakan tipe kawat transmisi lain, yaitu dengan menggunakan sejumlah lensa dan lampu Xenon. Percobaan demi percobaan dilakukan, sehingga di Amerika dapat dicapai pula laser ruby (1960) laser He-Ne (1961) dan laser semi konduktor Ga As (1962), yang menghasilkan sinar koheren yang berkualitas tinggi pada komunikasi optik.

Secara berurutan, penelitian dilanjutkan pada pengamatan karakteristik resonator Fabry - Prot, yang menghasilkan dasar teori pada prinsip transmisi berkas koheren resonator laser melalui ruang bebas. Pada tahun 1964 - 1965 pandu lensa-lensa gas diselidiki, tetapi mengalami kesukaran dalam beberapa hal, misalnya daya untuk menghasilkan profil indeks bias gas, volume yang besar.

Pemakaian laser semi konduktor untuk komunikasi optik telah menarik perhatian di Amerika dan Jepang (1966), dan diketahui pula, kemungkinan modulasi langsung pada frekuensi-frekuensi tinggi dapat dilakukan.

Demikian pula penggunaan serat gelas sebagai kawat transmisi

## 2. SEJARAH KOMUNIKASI OPTIK

Perkembangan sumber didasarkan pada penelitian di Eropa dan Amerika, yaitu discharge tube dan lampu listrik, atau gejala luminesensi. Terutama emisi sinar yang bisa diperoleh dengan melewati arus listrik melalui sambungan semi konduktor, sehingga diperoleh sumber emisi sinar yang sangat kuat, yaitu kristal semi konduktor gallium arsenida (Ga As).

Sedangkan kawat transmisi serat didasarkan pada pengamatan di Yunani, dengan titik tolak dari sifat sinar yang dapat menembus dan menjalar pada gelas dan di Inggris pada abad 19 diamati transmisi sinar melalui air.

Dengan beberapa prinsip tersebut diatas,



Diselidiki kembali di Inggris dan Jepang, disertai usaha pengurangan rugi transmisi dan penyediaan bandwidthnya.

Sekitar tahun 1970, dua hasil penelitian yang sangat penting telah nampak. Pertama, laser semi konduktor dapat beroperasi kontinu pada suhu ruangan (di Amerika), dengan disertai perbaikan waktu hidupnya (life time) yang dilakukan di Amerika dan Jepang. Kedua, di Amerika dan Jepang pula, pengurangan rugi transmisi telah berhasil, dengan faktor 8 dari hasil yang telah dicapai sebelumnya di Inggris, 150 dB/km. Dengan demikian kawat transmisi serat gelas telah berkembang secara dramatis melalui hasil teknik pengolahan semi konduktor yang tinggi dan kawat transmisi ini mempunyai rugi lebih rendah bandwidth lebih besar dibandingkan dengan kawat transmisi lain.

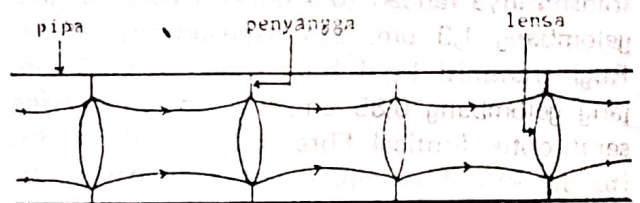
### 3. MENGAPA DIGUNAKAN SERAT OPTIK

Berkas sinar laser mengikuti distribusi Gauss dan dapat dipancarkan didalam dan diluar atmosfer bumi, namun dengan bertambahnya jarak pancaran, akan terjadi penyebaran (divergensi) berkas. Penyebaran berkas tersebut bisa dipertahankan cukup kecil, yaitu dengan menggunakan teleskop, seperti halnya antena pengirim dalam gelombang radio, karena terjadi pembesaran berkas sinar oleh teleskop.

Dalam atmosfer bumi, terutama pada keadaan cuaca berkabut dan hujan, berkas sinar akan mengalami peristiwa absorpsi dan hamburan, sehingga rugi transmisinya bisa lebih besar dari 20 - 30 dB/km. Sedangkan pada keadaan cuaca baik dan tanpa angin, berkas sinar akan bergerak secara acak dan menjadi tidak stabil. Demikian pula, jika lensa-lensa pengirim dan penerima bergetar, sehingga daya yang diterima berubah drastis. Karena penjaran berkas tidak bisa dilindungi dari efek tersebut, maka transmisi jarak jauh tidak cocok, walaupun untuk jarak dekat masih bisa dipakai.

Sistim pandu gelombang (wave guide) dengan sistim lensa atau cermin didalam pipa telah diselidiki pula. Sistim pandu gelombang

ini bisa terlindung dari gangguan cuaca dan divergensi sinar, karena pem-fokusan sinar secara periodik. Dengan pelapis (coating) anti refleksi, bisa diperoleh orde rugi transmisi 0,5 dB/km. Pada sistim pandu gelombang tersebut, posisi lensa-lensa dapat berubah oleh getaran tanah (termasuk gempa bumi) dan sebagainya, sehingga mekanisme pertahanannya gagal dan berkas sinar menjadi tidak stabil. Demikian pula, perbedaan temperatur antara permukaan atas dan bawah pipa, bisa menimbulkan defleksi sinar. Sehingga untuk kawat transmisi, pandu gelombang sistim lensa tidak bisa digunakan, walaupun dalam hal ini masih mungkin bisa digunakan.



Gambar 3.1 : pandu lensa (lensa guide)

Beberapa hasil yang tidak memungkinkan tersebut, mendorong para ahli untuk berusaha mengembangkan serat optik sebagai kawat transmisi dan berusaha mengurangi rugi transmisinya.

### 4. SERAT OPTIK DAN BEBERAPA KARAKTERISTIKNYA

Susunan serat optik tersebut ditunjukkan pada gambar 3.1, terdiri dari bagian pusat dengan indeks bias  $n_1$  disebut inti (core) dan dilindungi dengan bahan berindeks bias  $n_2$  lebih kecil dari  $n_1$ , disebut bungkus (cladding). Sehingga dengan susunan demikian, gelombang elektromagnetik bisa dipertahankan didalam inti dan bungkus. Pandu gelombang dielektrik dinyatakan oleh serat optik, yang terbuat dari gelas

silica dan beberapa komponen gelas lain sebagai bahan dielektrik.

Dalam hal tertentu, bisa pula digunakan plastik atau cairan. Pada sirkuit optik film tipis (orde mm), gelas, plastik, bahan organik (seperti resistansi foto), kristal optik atau semi konduktor bisa digunakan.

Umumnya, diameter inti serat optik dalam order mikrometer sampai beberapa puluh mikrometer dan bungkus (cladding) berdiameter sekitar 100 - 200  $\mu\text{m}$ . Serat tersebut dibungkus lagi dengan plastik, kemudian dengan nilon (nylon coating), agar tahan terhadap peristiwa mekanis maupun kimia, sehingga diameter totalnya berkisar antara 1 sampai 2 mm.

Gelas silica banyak dipakai karena rugi transmisinya rendah (0,5 dB/km) pada panjang gelombang 1,3  $\mu\text{m}$ , dan bandwidthnya lebar. Rugi transmisi kecil bisa dicapai sampai panjang gelombang 0,85  $\mu\text{m}$ , dan disebut ambang serat optik (optical fibre window). Disamping itu detektor foto silikon sering digunakan, karena sesififitasnya tinggi. Karakteristik lain dari pada serat optik tersebut, diantaranya tidak ada interferensi elektromagnetik, ringan, pembicaraan silang (crosstalk) sedikit, dan ketahanannya terhadap variasi suhu cukup tinggi. Terhadap beberapa karakteristik tersebut, para ahli masih melakukan pengembangan dan

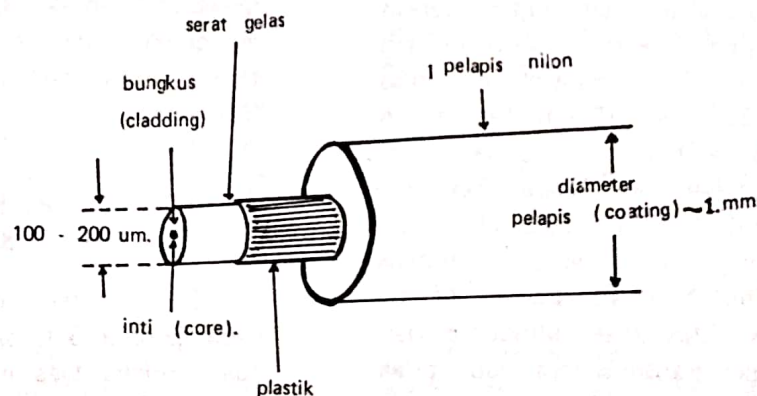
penyempurnaan, walaupun disamping beberapa hal diatas, beberapa hal yang belum diketahui, diantaranya distribusi indeks bias yang diperlukan, rugi terendah yang diperoleh, panjang gelombang pada rugi terendah, batasan bandwidth, perubahan karakteristik penjalaran karena peristiwa mekanis dan kimia, serta masalah teknik "Cabling" dan penyambungan.

## 5. PENUTUP

Serat optik untuk komunikasi sudah diproduksi di beberapa negara maju seperti Jepang, dan sudah digunakan sebagai kawat transmisi. Dengan sendirinya, kemajuan teknologi serat optik tersebut akan menyebar luas pula ke negara lain. Di Indonesia, kegiatan penelitian tersebut mulai dirintis oleh Sekolah Pasca Sarjana Universitas Indonesia, yang merupakan salah satu kegiatan dari beberapa kegiatan penelitiannya dan merupakan langkah pertama menuju ke arah teknologi serat optik.

## P U S T A K A

1. Suematsu Y, Lecture on Optical Fibre Communication, Graduate School, The University of Indonesia, 1978.
2. Ross Monte, Laser Communication, in Laser Applications edited by Monte Ross, Academic Press, New York, 1971.



Gambar 3 ; Susunan s serat optik

