PENGUJIAN KINERJA JARINGAN SERAT OPTIK *BRITISH INTERNATIONAL SCHOOL*

Oktaf Yudatama[1, 2], Indra Riyanto[2]

[1] Fiber-Optic Construction Department, P.T. First Media Tbk
E-mail : oktaf.yudatama@yahoo.co.id
[2] Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur
Jl. Ciledug Raya Petukangan Utara Jakarta Selatan 12260

***Abstract*— First Media Tbk., the largest multimedia company in Indonesia owns and operates latest technology in the form of Hybrid Fiber-Coaxial (HFC) two-directional cable network which operates in the frequency of 870 MHz with head ends at Citra Graha Jakarta. This infrastructure configuration and scope allows First Media to play dominant role in providing broadband services in Metropolitan Jakarta. The main business of First Media is to provide CATV programs, broadband internet access, and high speed data services to the customers by self-owned HFC and optical fiber networks. One of the projects is DCS (DataComm Services) at British International School which uses Outdoor Splice Closure and Indoor Splice Tray for optical cable terminations of the British International School's server, Fiber Driver on British International School's server and First Media center, and also SC-type optical connectors. Testing results show that the optical power attenuation of 10,443 dB for the link from Karawaci hub to British International School at a distance of 28.480 meters. The pulse width used in the testing and measurement is 275 ns at wavelength 1310 nm and measurement duration of 30 seconds.**

KeyWords— Optical Fiber Network, HFC, DCS, OTDR, Signal attenuation

***Abstrak*—First Media Tbk. yang merupakan perusahaan multimedia terbesar di Indonesia memiliki dan mengoperasikan teknologi mutakhir berupa jaringan kabel *Hybrid Fiber-Coaxial* (*HFC*) dua arah pada frekuensi 870 Mhz yang memiliki ujung terminal (*head ends*) di Citra Graha Jakarta. Konfigurasi maupun jangkauan infrastruktur jaringan First Media memungkinkannya memainkan peranan utama dalam penyediaan jasa broadband di kota Metropolitan Jakarta. Kegiatan bisnis utama First Media adalah menyediakan program CATV, akses internet broadband dan layanan data berkecepatan tinggi kepada pelanggan melalui jaringan HFC dan serat optik yang dimiliki sendiri. Salah satu proyek yang ditangani adalah DCS (*DataComm Services*) *British International School* yang menggunakan *Outdoor Splice Closure* dan *Indoor Splice Tray* untuk terminasi kabel optik *server British International School*. Selain itu digunakan *Fiber Driver* di *server British International School* dan sentral First Media, juga konektor optik tipe SC. Hasil pengujian menunjukkan atenuasi atau penurunan daya optik sebesar 10,443 dB untuk jarak dari *hub* Karawaci ke lokasi *British International School* sejauh 28.480 meter. Lebar pulsa yang digunakan untuk pengukuran adalah 275 ns dengan panjang gelombang 1310 nm dan waktu pengukuran selama 30 detik.**

Kata Kunci— Jaringan Serat Optik, HFC, DCS, OTDR, Atenuasi Sinyal

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia telekomunikasi dalam kurun waktu 20 tahun terakhir ini mengalami perkem-bangan yang sangat pesat. Perkembangan itu meliputi perkem-bangan kebutuhan akan berbagai jenis jasa layanan broadband dan juga kebutuhan akan perangkat teknologi tinggi.

P.T. First Media Tbk adalah operator multi-media terbesar di Indonesia yang mengoperasikan jaringan serat optik dan sistem komunikasi

broadband. First Media merupakan perusahaan terkemuka penye-dia jasa internet broadband, TV kabel dan layanan komunikasi data berkecepatan tinggi bagi rumah tangga dan korporasi di Indonesia. First Media adalah operator TV berbayar terbesar dengan pangsa pasar lebih dari 70% atas seluruh pelanggan CATV (mencakup sekitar 28% pangsa pasar seluruh pelanggan TV berbayar) serta lebih dari 45% pangsa pasar pelanggan internet broadband melalui modem kabel (men-cakup kurang lebih 15% pangsa pasar seluruh pelanggan internet broadband) di Indonesia per akhir tahun 2006.

First Media memiliki dan meng-operasikan teknologi mutakhir berupa jaringan kabel *Hybrid Fiber- Coaxial* ('HFC') dua arah pada frekuensi 870 Mhz yang memiliki ujung terminal (*head ends*) di Citra graha, jakarta, denpasar bali dan Gubeng, surabaya. Konfigurasi maupun jangkauan infrastruktur jaringan First Media memung-kinkannya memainkan peranan utama dalam penyediaan jasa broadband di kota Metropolitan Jakarta. Kegiatan bisnis utama First Media adalah menyediakan program CATV, akses internet broadband dan layanan data berkecepatan tinggi kepada pelanggan melalui jaringan HFC dan serat optik yang dimiliki sendiri dengan imbalan iuran bulanan. First Media juga memperoleh pendapatan dari penjualan ruang dan waktu tayang iklan kepada perusahaan nasional, regional maupun lokal pada beberapa saluran TV HomeCable.

II. TEKNOLOGI SERAT OPTIK

Penggunaan cahaya sebagai pembawa informasi sebenarnya sudah banyak digunakan sejak zaman dahulu, baru sekitar tahun 1930-an para ilmuwan Jerman mengawali eksperimen untuk mentrans-misikan cahaya melalui bahan yang bernama serat optik. Percobaan ini juga masih tergolong cukup primitif karena hasil yang dicapai tidak bisa langsung diman-faatkan, namun harus melalui perkem-bangan dan penyempurnaan lebih lanjut lagi. Perkembangan selanjutnya adalah ketika para ilmuawan Inggris pada tahun 1958 mengusulkan prototipe serat optik yang sampai sekarang dipakai yaitu yang terdiri atas gelas inti yang dibungkus oleh gelas lainnya. Sekitar awal tahun 1960-an perubahan fantastis terjadi di Asia yaitu ketika para ilmuwan Jepang berhasil membuat jenis serat optik yang mampu mentransmisikan gambar.

Ketika sinar laser ditemukan pada tahun 1959, awalnya peralatan penghasil sinar laser masih serba besar dan merepotkan. Selain tidak efisien, ia baru dapat berfungsi pada suhu sangat rendah. Laser juga belum terpancar lurus. Pada kondisi cahaya sangat cerah pun, pancarannya gampang meliuk-liuk meng-ikuti kepadatan atmosfer. Waktu itu, se-buah pancaran laser dalam jarak 1 km, bisa tiba di tujuan akhir pada banyak titik dengan simpangan jarak hingga hitungan meter. Sekitar tahun 1960-an ditemukan serat optik yang kemurniannya sangat tinggi, artinya kandungan silika atau kaca pada serat yang sangat bening dan tidak menghantarkan listrik ini sangat murni.

Seperti halnya laser, serat optik pun harus melalui tahap-tahap pengembangan awal. Sebagaimana medium transmisi cahaya, ia sangat tidak efisien. Hingga tahun 1968 atau berselang dua tahun setelah serat optik pertama kali diramalkan akan menjadi pemandu cahaya, tingkat atenuasi (kehilangan)-nya masih 20 dB/km. Melalui pengembangan dalam teknologi material, serat optik mengalami pemurnian, dehidran dan lain-lain. Secara perlahan tapi pasti atenuasinya mencapai tingkat di bawah 1 dB/km.

Tahun 80-an, industri serat optik benar-benar sudah maju dan nama-nama besar di dunia pengembangan serat optik bermunculan. Charles K. Kao diakui dunia sebagai salah seorang perintis utama, sedangkan dari Jepang muncul

Yasuharu Suematsu. Raksasa-raksasa elektronik macam ITT atau STL memberikan banyak sekali peranan dalam mendalami riset-riset serat optik

2.1 Sistem Komunikasi Serat Optik

Teknologi serat optik telah banyak memberikan kontribusi dalam bidang komu-nikasi. Dalam transmisi serat optik dikenal hal-hal seperti energi optik, cahaya, yang dihasilkan dari transmiter yang dilengkapi dengan dioda pemancar cahaya (LED) dan diode laser (LD).

Di dalam transmisi Serat optik, cahaya, atau sinyal-sinyal optik berfungsi sebagai pembawa informasi. Di dalam operasinya, cahaya terdiri dari dua lapisan, yakni bagian luar dan bagian inti. Atas dasar perbedaan substansi fisik mereka, cahaya bisa meng-aliri serat tersebut melalui proses yang disebut *total internal reflection*. Cahaya melewati serat-serat tersebut dengan serangkaian tahap pemantulan pada saat mengenai bidang batas antara inti dan *cladding*, Saat cahaya mencapai ujung serat, maka cahaya tersebut akan diterima oleh penerima optik.

Manfaat atau keuntungan dari sistem serat optik antara lain :

- Dibandingkan dengan beberapa sistem komunikasi, cahaya sebagai pembawa informasi dalam sistem serat optik relatif mampu mengakomodasi informasi dalam jumlah yang cukup besar.
- Serat optik bersifat kebal terhadap gangguan gelombang elektromagnetik dan gelombang radio, karena cahayalah yang digunakan untuk menyampaikan suatu informasi. Untuk posisi yang sangat dekat dengan arus komunikasi lain tidak akan mengganggu jalannya transmisi.
- Sistem serat optik menawarkan derajat keamanan sistem yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem konven-sional. Selain itu sistem serat optik tidak menghasilkan radiasi.
- Informasi bisa disiarkan ke jarak yang sangat jauh tanpa diperlukan stasiun penguat sinyal, dan tentunya akan mengurangi beban biaya gedung dan alat.
- Serat optik merupakan aset yang sangat berharga, karena serat itu bentuknya relatif kecil, yang bisa cocok di segala macam ruang yang masih menggunakan kabel konvensional.

Selain kelebihan, ada pula kekurangan yang dimiliki oleh sistem ini. Beberapa faktor membuat serat optik memiliki keterbatasan dalam hal efektivitas. Sebagai contoh, hal yang bisa terjadi adalah kehilangan sinyal, yang bisa disebabkan karena gangguan fisik dan material dari alat.

2.2 Perkembangan Sistem Komunikasi Serat Optik

Berdasarkan penggunaannya maka sistem komunikasi serat optik (SKSO) dibagi menjadi 6 tahap generasi yaitu:

1. Generasi Pertama (Mulai 1975)

Sistem masih sederhana dan menjadi dasar bagi sistem generasi berikutnya

2. Generasi kedua (mulai 1981)

Untuk mengurangi efek dispersi, ukuran serat diperkecil agar menjadi tipe mode tunggal. Indeks bias kulit dibuat sedekat-dekatnya dengan indeks bias teras. Dengan sendirinya transmitter juga diganti dengan diode laser, panjang gelombang yang dipancarkannya 1,3 mm. Dengan modifikasi ini generasi kedua mampu mencapai kapasitas transmisi 100 Gb.km/s, 10 kali lipat lebih besar daripada generasi pertama.

3. Generasi ketiga (mulai 1982)

Terjadi penyempurnaan pembuatan serat silika dan pembuatan chip diode laser berpanjang gelombang 1,55 mm. Kemurnian bahan silika ditingkatkan sehingga transparansinya dapat dibuat untuk panjang gelombang sekitar 1,2 mm sampai 1,6 mm. Penyempurnaan ini meningkatkan kapasitas transmisi menjadi beberapa ratus Gb.km/s.

4. Generasi keempat (mulai 1984)

Dimulainya riset dan pengembangan sistem koheren, modulasi yang dipakai bukan modulasi intensitas melainkan modu-lasi frekuensi, sehingga sinyal yang sudah lemah intensitasnya masih dapat dideteksi. Maka jarak yang dapat ditempuh, juga kapasitas transmisinya, ikut membesar. Pada tahun 1984 kapasitasnya sudah dapat menyamai kapasitas sistem deteksi lang-sung tetapi terhambat perkembangannya karena teknologi piranti sumber dan deteksi modulasi frekuensi masih jauh tertinggal. Meskipun demikian, sistem koheren ini punya potensi untuk maju pesat pada masa depan.

5. Generasi kelima (mulai 1989)

Pada generasi ini dikembangkan suatu penguat optik yang menggantikan fungsi repeater pada generasi-generasi sebe-lumnya. Sebuah penguat optik terdiri dari sebuah diode laser InGaAsP (panjang gelombang 1,48 mm) dan sejumlah serat optik dengan doping erbium (Er) di terasnya. Pada saat serat ini disinari diode lasernya, atom-atom erbium di dalamnya akan tereksitasi dan membuat inversi populasi, sehingga bila ada sinyal lemah masuk penguat dan lewat di dalam serat, atom-atom itu akan serentak mengadakan deeksitasi yang disebut emisi terangsang (*stimulated emission*) Einstein. Akibatnya sinyal yang sudah melemah akan diperkuat kembali oleh emisi ini dan diteruskan keluar penguat. Keunggulan penguat optik ini terhadap repeater adalah tidak terjadinya gangguan terhadap perjalanan sinyal gelombang, sinyal gelombang tidak perlu diubah jadi listrik dulu dan seterusnya seperti yang terjadi pada repeater. Dengan adanya penguat optik ini kapasitas transmisi melonjak hebat sekali. Pada awal pengembangannya hanya dicapai 400 Gb.km/s, tetapi setahun kemudian kapa-sitas transmisi sudah menembus 50 ribu Gb.km/s.

Pada tahun 1988 Linn F. Mollenauer memelopori sistem komunikasi soliton. Soliton adalah pulsa gelombang yang terdiri dari banyak komponen panjang gelombang. Komponen-komponennya memiliki panjang gelombang yang berbeda hanya sedikit, dan juga bervariasi dalam intensitasnya. Panjang soliton hanya 10-12 detik dan dapat dibagi menjadi beberapa komponen yang saling berdekatan, sehingga sinyal-sinyal yang berupa soliton merupakan informasi yang terdiri dari beberapa saluran sekaligus (wavelength division multi-plexing). Eksperimen menunjukkan bahwa soliton minimal dapat membawa 5 saluran yang masing-masing membawa informasi dengan laju 5 Gb/s. Cacah saluran dapat dibuat menjadi dua kali lipat lebih banyak jika digunakan multiplexing polarisasi, karena setiap saluran memiliki dua polari-sasi yang berbeda. Kapasitas transmisi yang telah diuji mencapai 35 ribu Gb.km/s. Cara kerja sistem soliton ini adalah efek Kerr, yaitu sinar-sinar yang panjang gelom-bangnya sama akan merambat dengan laju yang berbeda di dalam suatu bahan jika intensitasnya melebihi suatu harga batas. Efek ini kemudian digunakan untuk me-netralisir efek dispersi, sehingga soliton tidak akan melebar pada waktu sampai di receiver. Hal ini sangat menguntungkan karena tingkat kesalahan yang ditimbul-kannya amat kecil bahkan dapat diabaikan. Tampak bahwa penggabungan ciri bebe-rapa generasi teknologi serat optik akan mampu menghasilkan suatu sistem komu-nikasi yang mendekati ideal, yaitu yang memiliki kapasitas transmisi yang sebesar-besarnya dengan tingkat kesalahan yang sekecil-kecilnya yang jelas, dunia komuni-kasi tidak dapat dihindari lagi akan ditopang oleh teknologi serat optik.

2.3 Jenis Serat Optik

1. *Multi Mode Fiber*

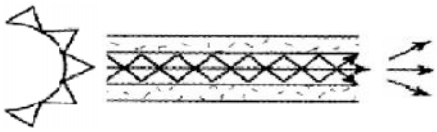
Merupakan jenis serat optik yang dikembangkan paling awal, teknologi ini memiliki kelebihan dan kekurangan yang diakibatkan dari banyaknya jumlah sinyal cahaya yang berada di dalam

media serat optik-nya. Sinar yang berada di dalamnya sudah pasti lebih dari satu buah. Dilihat dari sifat sistem transmisinya, serat optik *multi mode* merupakan teknologi transmisi data melalui media serat optik dengan meng-gunakan beberapa buah indeks cahaya di dalamya. Cahaya yang dibawanya tersebut akan mengalami pemantulan berkali-kali hingga sampai di tujuan akhirnya.

Sinyal cahaya dalam teknologi serat optik *Multi mode* dapat dihasilkan hingga 100 *mode* cahaya. Banyaknya *mode* yang dapat dihasilkan oleh teknologi ini bergantung dari besar kecilnya ukuran *core* dari serat dan berkaitan dengan parameter *Numerical Aperture* (NA). Seiring dengan semakin besarnya ukuran core dan mem-besarnya NA, maka jumlah mode di dalam komunikasi ini juga bertambah.

Ukuran *core* kabel *Multi mode* secara umum adalah berkisar antara 50 sampai dengan 100 mikrometer dengan NA berkisar antara 0,20 hingga 0,29. Ukuran *core* besar dan NA yang tinggi ini membawa beberapa keuntungan bagi penggunanya. Yang pertama, sinar informasi akan bergerak dengan lebih leluasa di dalam kabel serat optik tersebut. Ukuran besar dan NA tinggi juga membuat para peng-gunanya mudah dalam melakukan penyambungan *core-core* tersebut jika perlu disambung. Di dalam penyambungan atau yang lebih dikenal dengan istilah *splicing*, keakuratan dan ketepatan posisi antara kedua *core* yang ingin disambung menjadi hal yang tidak begitu kritis terhadap lajunya cahaya data. Keuntungan lainnya, teknologi *multi mode* memung-kinkan penggunaan LED sebagai sumber cahayanya, LED merupakan komponen yang cukup murah, tidak kompleks dalam penggunaan dan penanganan serta lebih tahan lama dibandingkan laser.

Kelemahan dari serat *multi mode* adalah dalam kabel *multi-mode* pulsa cahaya selain lurus searah panjang kabel juga berpantulan ke dinding *core* hingga sampai ke tujuan, sisi *receiver* yang ditunjukkan pada Gambar 1. Ketika jumlah dari mode tersebut bertambah, pengaruh dari efek *Modal dispersion* juga meningkat. *Modal dispersion* (*intermodal dispersion*) adalah sebuah efek dimana mode-mode cahaya yang berjumlah banyak tadi tiba di ujung penerimanya dengan waktu yang tidak sinkron satu dengan yang lainnya. Perbedaan waktu ini akan menyebabkan pulsa-pulsa cahaya menjadi tersebar penerimaannya.

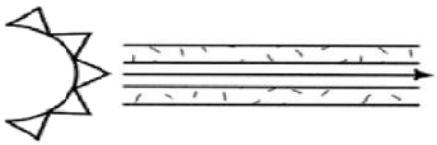


Gambar 1. Pola perambatan cahaya pada Serat optik Multi Mode[1]

Pengaruh yang ditimbulkan dari efek ini adalah *bandwidth* yang dicapai tidak dapat meningkat, sehingga komunikasi tersebut menjadi terbatas bandwidthnya. Pembuat kabel serat optik memodifikasi sedemikian rupa kabel yang dibuatnya sehingga *band-width* yang dihasilkan oleh serat optik ini menjadi paling maksimal.

2. *Single Mode Fiber*

Serat optik *Single mode* memiliki banyak arti dalam teknologi serat optik. Dilihat dari faktor properti sistem trans-misinya, single mode adalah sebuah sistem transmisi data berwujud cahaya yang di-dalamnya hanya terdapat satu buah indeks sinar tanpa terpantul yang merambat se-panjang media tersebut dibentang (Gambar 2). Satu buah sinar yang tidak terpantul di dalam media



Gambar 2. Pola perambatan cahaya pada Serat optik Single Mode[1]

optik tersebut membuat teknologi fiber optik ini hanya sedikit mengalami gangguan dalam perjalanannya. Itu pun lebih banyak gangguan yang berasal dari luar maupun gangguan fisik saja.

Sistem telekomunikasi serat optik mempunyai redaman transmisi per km relatif kecil dibandingkan dengan transmisi lainnya, seperti kabel coaxial ataupun kabel PCM. Ini berarti serat optik sangat sesuai untuk dipergunakan pada telekomunikasi. Tabel 1 menunjukkan jangkauan transmisi yang dinyatakan dalam jarak antar *repeater* serat Multi Mode dan Single Mode pada beberapa kecepatan transmisi data.

Tabel 1. Jangkauan Transmisi Serat Optik

Bit rate (Mbit/dt)	Jarak repeater multi mode (km)	Jarak repeater single mode (km)
140	30	50
280	20	35
420	15	33
565	10	31

2.4 Keunggulan dan Kelemahan Transmisi Serat Optik

Sistem telekomunikasi serat optik mempunyai redaman transmisi per km relatif kecil dibandingkan dengan transmisi lainnya, seperti kabel coaxial ataupun kabel PCM. Ini berarti serat optik sangat sesuai untuk dipergunakan pada telekomunikasi jarak jauh, sebab hanya membutuhkan repeater yang jumlahnya lebih sedikit. Secara teoritis serat optik dapat digunakan dengan kecepatan yang tinggi, hingga mencapai beberapa Gigabit/detik. Dengan demikian sistem ini dapat dipergunakan untuk membawa sinyal informasi dalam jumlah yang besar hanya dalam satu buah serat optik yang halus.

Sistem transmisi serat optik memper-gunakan sinar/cahaya laser sebagai ge-lombang pembawanya, sebagai akibatnya akan bebas dari cakap silang (*cross talk*) yang sering terjadi pada kabel biasa. Dengan demikian, kualitas transmisi atau telekomunikasi yang dihasilkan lebih baik dibandingkan transmisi dengan kabel. Tidak terjadinya interferensi akan memungkinkan kabel serat optik dipasang pada jaringan tenaga listrik tegangan tinggi (*high voltage*) tanpa khawatir adanya gangguan yang disebabkan oleh tegangan tinggi.

Reliabilitas dari serat optik dapat ditentukan dengan satuan BER (*Bit Error Rate*). Salah satu ujung serat optik diberi masukan data tertentu dan ujung yang lain mengolah data itu. Dengan intensitas laser yang rendah dan dengan panjang serat mencapai beberapa kilometer, maka akan menghasilkan kesalahan. Jumlah kesalahan persatuan waktu tersebut dinamakan BER. Dengan diketahuinya BER maka, Jumlah kesalahan pada serat optik yang sama dengan panjang yang berbeda dapat diperkirakan besarnya.

2.5 Karakteristik dan Konstruksi Kabel Serat Optik

Teknologi komunikasi serat optik menjadi terbagi-bagi menjadi beberapa jenis disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor struktural dari media pembawanya dan faktor properti dari sistem trans-misinya. Kedua faktor inilah yang menye-babkan perbedaan kualitas dan harga pada komunikasi serat optik secara garis besar. Faktor struktural lebih banyak berkaitan pada fisik dari media pembawanya, yaitu serat kaca. Fisik dari serat tersebut cukup berpengaruh untuk kelangsungan transmisi data. Sedangkan, faktor properti sistem transmisi akan lebih banyak berkaitan mengenai bagaimana sinar-sinar data tersebut diperlakukan di dalam media pembawa. Modifikasi dari kedua faktor tersebut membuat teknologi serat optik menjadi bervariasi produknya.

Kabel serat optik dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai dengan kebutuhannya. Seperti yang terjadi pada kabel coaxial, konstruksi

pembentuknya memang ditujukan untuk mendukung apli-kasinya di berbagai situasi. Bahkan kabelnya pun pada umumnya memiliki penampakan yang sama dengan kabel coaxial.

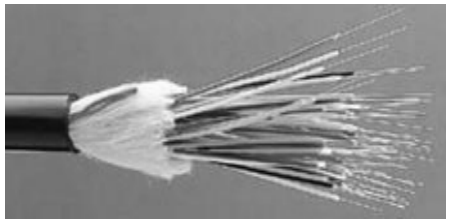
Komponen utama dari kabel ini adalah sebuah serat yang terbuat dari kaca yang sering disebut dengan istilah *core*. *Core* merupakan inti dari kabel serat optik ini di mana sinar informasi melintas. Material yang membentuk *core* ini adalah serat kaca atau serat plastik yang memiliki tingkat *refractive index* sekitar 1,5.

Di bagian luar dari core, terdapat se-buah lapisan yang disebut dengan istilah *cladding*. Dari fungsinya, *cladding* dapat diartikan sebagai sebuah lapisan pelindung cahaya bagi *core*. Lapisan ini terbuat dari bahan optik juga seperti core, tetapi nilai *refractive index*nyag lebih rendah dari *core*. Maka dari itu, lapisan ini dapat memantul-kan cahaya kembali ke dalam core, sehing-ga cahaya dapat tetap merambat di dalam core tanpa gangguan.

Untuk satu sambungan / *link* komu-nikasi serat optik dibutuhkan dua *core*, satu pada *transmitter* yang terhubung pada *receiver* di ujung lain, dan satu lagi pada *receiver* yang terhubung pada sumber optik di ujung lain dari serat. Variasi kabel yang dijual sangat beragam sesuai kebutuhan, ada kabel 4 *core* hingga 256 *core*. Satu *core* serat optik yang terlihat oleh mata kita adalah masih berupa lapisan pelindungnya (*coating*), sedangkan kacanya sendiri yang menjadi inti transmisi data berukuran sangat kecil. Gambar 3 menunjukkan potongan kabel optik, *core* adalah serat-serat halus di ujung kanan

2.6 Jenis-Jenis Kabel Serat Optik

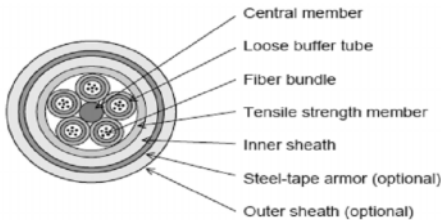
Desain kabel fiber optik bermacam-macam untuk berbagai keperluan, desain kabel yang paling umum digunakan adalah *Loose Tube Cable* yang ditunjukkan pada Gambar 4, dan *Tight-Buffered Cable* seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 3. Potongan Kabel Optik[1]

1 *Loose Tube Cable*

Kabel jenis ini biasanya didesain dalam bentuk modular dimana satu buah kabel terdapat 4 buah core fiber bahkan bisa mencapai lebih dari 200 *core*. Dalam desainnya, setiap core dilapisi oleh lapisan plastik yang diberi warna



Gambar 4. Penampang *Loose Tube Cable*[1]

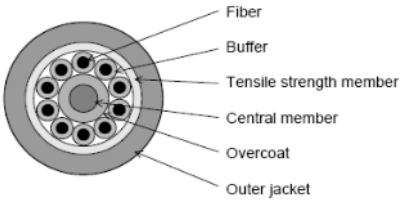
berbeda. Fungsinya adalah sebagai penanda core-core di dalamnya agar mudah dikenali dan diatur. Selain itu, lapisan plastik ini juga berfungsi sebagai pelindung core fiber-nya. Yang menjadi ciri khas dari kabel ini adalah terdapatnya lapisan gel pada setiap lapisan kabelnya. Gel ini bertujuan untuk menahan rembesan air ke dalam core.

Di dalam kumpulan modul kabel ter-sebut, terdapat sebuah penyangga yang letaknya tepat di tengah-tengah kumpulan kabel tersebut. Tujuannya adalah untuk mencegah agar kabel-kabel tersebut tidak terlalu tertekuk (*bending*) hingga patah. Penyangganya bisa berupa plastik atau bahkan bahan dari besi baja. Terkadang kabel ini juga masih dilapisi lagi oleh jaket yang terbuat dari besi pada bagian luarnya sebelum dibungkus dengan jaket karet terluar. Semua itu tergantung pada kebutu-han dan

penggunaannya. Biasanya kabel jenis ini sangat cocok untuk diinstal di area udara terbuka atau bahkan di *duct* yang tertanam di dalam tanah.

2 *Tight-Buffered Cable*

Kabel jenis ini tidak memiliki lapisan pelindung sebanyak kabel loose tube. Dalam desain kabel ini, material penyangga seperti plastik, besi, baja, dan banyak lagi, secara fisik langsung berhubungan dengan serat optiknya. Dengan kata lain, tidak banyak komponen pelindung yang me-repotkan penggunanya ketika pemasangan. Desain kabel seperti ini sangat cocok untuk digunakan sebagai "*jumper cable*" yang menghubungkan antara kabel outdoor dengan terminal-terminal di dalam ruangan atau langsung ke perangkat jaringan penggunanya. Selain itu, kabel ini juga banyak digunakan untuk *cabling* di dalam ruangan seperti menghubungkan antar-perangkat jaringan, menghubungkan antar ruangan pada satu gedung dan banyak lagi.



Gambar 5. Penampang *Tight-Buffered Cable*[1]

2.7 Jenis-Jenis Konektor Optik

Konektor berfungsi untuk meng-hubungkan perangkat jaringan dengan kabel serat optik juga merupakan faktor yang sangat penting untuk lancarnya komunikasi. Konektor juga yang akan berfungsi untuk menjaga agar serat kaca dalam kabel bisa terhubung dengan baik ke perangkat transmitter maupun receiver tanpa adanya gangguan dan masalah dalam hubungan ini. Ketepatan koneksi sangatlah penting untuk diperhatikan dalam pembuatan dan pemilihan konektor. Sedikit saja meleset dari jalur yang ditentukan, data tidak dapat dihantarkan dengan baik ke tujuannya. jenis konektor sangat bervariasi tergantung pada penggunaanya, antara lain:

Gambar 6. FC *Optical Connector*

Gambar 7. SC *Optical Connector*

Gambar 8. ST *Optical Connector*

1. FC Connector (Gambar 6)

Digunakan untuk kabel single mode dengan akurasi yang sangat tinggi dalam menghubungkan kabel dengan transmitter maupun receiver. Konektor ini meng-gunakan sistem ulir dengan posisi yang bisa diatur, sehingga ketika dipasangkan ke perangkat, posisinya tidak akan mudah berubah sehingga keakuratan terjaga.

2. SC Connector (Gambar 7)

Digunakan untuk kabel single mode dan bisa dicopot pasang. Konektor ini tidak terlalu mahal, simpel, dan dapat diatur secara manual akurasinya dengan perangkat.

3. ST Connector (Gambar 8)

Bentuknya seperti bayonet berkunci hampir mirip dengan konektor BNC. Sangat umum digunakan baik untuk multi mode maupun single mode kabel. Sangat mudah digunakan baik dipasang maupun dicabut.

4. Biconic Connector (Gambar 9)

Salah satu konektor yang kali pertama muncul dalam komunikasi fiber optik saat ini sangat jarang digunakan.

Gambar 9. *Biconic Optical*

III. INSTALASI JARINGAN SERAT OPTIK *BRITISH INTERNATIONAL SCHOOL*

Instalasi jaringan serat optik yang dibahas adalah untuk project DCS (*DataComm Services*) *British International School* yang berlokasi di Jl. Raya Jombang. Dalam project ini, instalasi optik yang dibutuhkan adalah *outdoor unit* berupa *Splice Closure* baru sebanyak satu unit untuk dipasang di Jl. Raya Jombang depan pintu masuk *British School* dan *indoor unit* berupa satu unit *splice tray* untuk terminasi kabel optik di server British School. Selain itu dibutuhkan juga satu pasang *Fiber Driver* masing-masing satu unit di server British School dan satu unit di sentral First Media, juga 2 buah konektor optic tipe SC. Selebihnya team instalasi optik meng-gunakan jaringan dan *splice clousure* yang sudah ada atau *existing*.

3.1 Splicing Serat Optik

Penyambungan kabel serat optik disebut sebagai *splicing*. Splicing menggunakan alat khusus yang memadukan dua ujung kabel seukuran rambut secara presisi, dibakar pada suhu tertentu sehingga kaca meleleh tersambung tanpa bagian *coating*-nya ikut meleleh. Setelah tersambung, bagian sambungan ditutup dengan selubung yang dipanaskan. Alat ini mudah dioperasikan, namun sangat mahal harga-nya.

Pigtail yang disambungkan ke kabel optik bisa bermacam-macam konektornya, yang paling umum adalah konektor FC. Dari konektor FC di OTB (*Optical Terminal Board*) ini kita tinggal menggunakan *patchcord* yang sesuai untuk disambungkan ke perangkat. Umumnya perangkat optik seperti *switch* atau *bridge* menggunakan konektor SC atau LC. Ujung kabel serat optik berakhir di sebuah terminasi, untuk hal tersebut dibutuhkan penyambungan kabel serat optik dengan *pigtail* serat optik di *Optical Termination Board* (OTB) yang dapat berupa *wallmount* atau *rackmount*. Dari OTB kabel serat optik disambung dengan *patchcord* serat optik ke perangkat *multiplexer*, *switch* atau *bridge* (*converter to ethernet UTP*). Untuk keperluan sederhana misalnya sambungan fiber optik antar gedung pada jarak ratusan meter (hingga 15km) kini teknologi *bridge*/*con-verter*-nya sudah dengan kapasitas 100 Mbps.

Gambar 10. Pemotongan Kabel

Penyambungan kabel fiber optik dengan cara peleburan menmungkinkan *loss* pada sambungan antar *core* yang paling rendah. Peralatan khusus yang disebut *fusion splicer* digunakan untuk

melakukan penyambungan/peleburan pada serat optik. Langkah awal yang dilakukan adalah memotong selubung luar (*jacket*) kabel serat optik (Gambar 10), dilanjutkan dengan memotong *core* serat optik dengan alat pemotong khusus yang disebut *cleaver* (Gambar 11). *Core* yang sudah terbuka dan terpotong secara sempurna kemudian diletakkan pada *fusion splicer* untuk disambungkan dengan *core* yang lain (Gambar 12), dimana hasil penyambungan tersebut diletakkan pada *splice tray* agar sambungan tidak mengalami *bending* (bengkokan) ataupun *kink* (patahan).

Gambar 11. *Cleaver*

Gambar 12. *Fusion Splicer*

Link atau jalur serat optik tersebut kemudian diuji kualitas transmisinya dengan menggunakan uji OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*, Gambar 13). OTDR merupakan salah satu peralatan utama baik untuk instalasi maupun pemeliharaan *link* serat optik. OTDR memungkinkan sebuah *link* diukur dari satu ujung serat saja. OTDR dipakai untuk mendapatkan gambaran visual dari redaman serat optik sepanjang sebuah *link* yang diplot pada sebuah layar dengan jarak transmisi atau panjang *link* digambarkan pada sumbu X dan nilai redaman pada sumbu Y. Informasi mengenai redaman serat, *loss* pada sambungan, *loss* pada konektor, lokasi gangguan, serta *loss* antara dua titik dapat ditentukan dari display ini.

3.2 Core Management Serat Optik

Core management merupakan peng-aturan atau perancangan *core* yang di-tetapkan untuk transmisi fiber optik dari Tx (*Transmitter*) sampai dengan Rx (*Reciever*) dan dirancang oleh Dept. Network FO–Data Base pada PT. First Media. Tujuan dilakukannya *core management* adalah agar seluruh *core* yang digunakan dapat diketahui secara spesifik sehingga team construction tidak mengalami kesulitan dalam melakukan *splicing.*

Untuk kabel *multi-fiber*, suatu rencana pengkodean warna digunakan untuk mencirikan masing-masing serat. Di dalam konstruksi *loose tube*, terdapat 12 *core* yang dapat digunakan pada setiap tube, dan warna pada *core* tersebut dijadikan sebagai kode. Tabel 2 adalah pengkodean warna pada kabel fiber optik berdasarkan EIA/TIA-598.

Tabel 2. Kode Warna kabel *Loose Tube*

No.	Warna	No.	Warna
1	*Blue*	7	*Red*
2	*Orange*	8	*Black*
3	*Green*	9	*Yellow*
4	*Brown*	10	*Purple*
5	*Slate*	11	*Rose*
6	*White*	12	*Aqua*

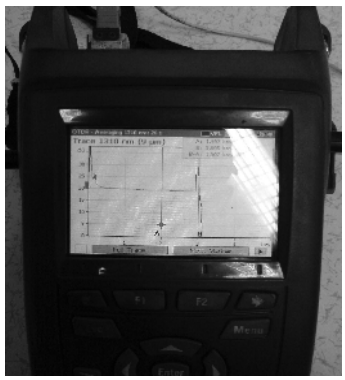
IV. PENGUJIAN JARINGAN SERAT OPTIK *BRITISH INTERNATIONAL SCHOOL*

British internasional school, meng-gunakan catuan *fiber* optik dari *hub* atau sentral karawaci tangerang. *Hub* karawaci terletak di ruko Cyberpark Lippo, yang merupakan hub digital kedua yang dibangun First Media setelah *hub* Bekasi pada tahun 2004. *Hub* Karawaci memiliki *coverage* yang meliputi hampir semua area Tangerang, Banten, memiliki 2 *transmitter* yang

beroperasi pada panjang gelombang 1310 nm dan 1550 nm.

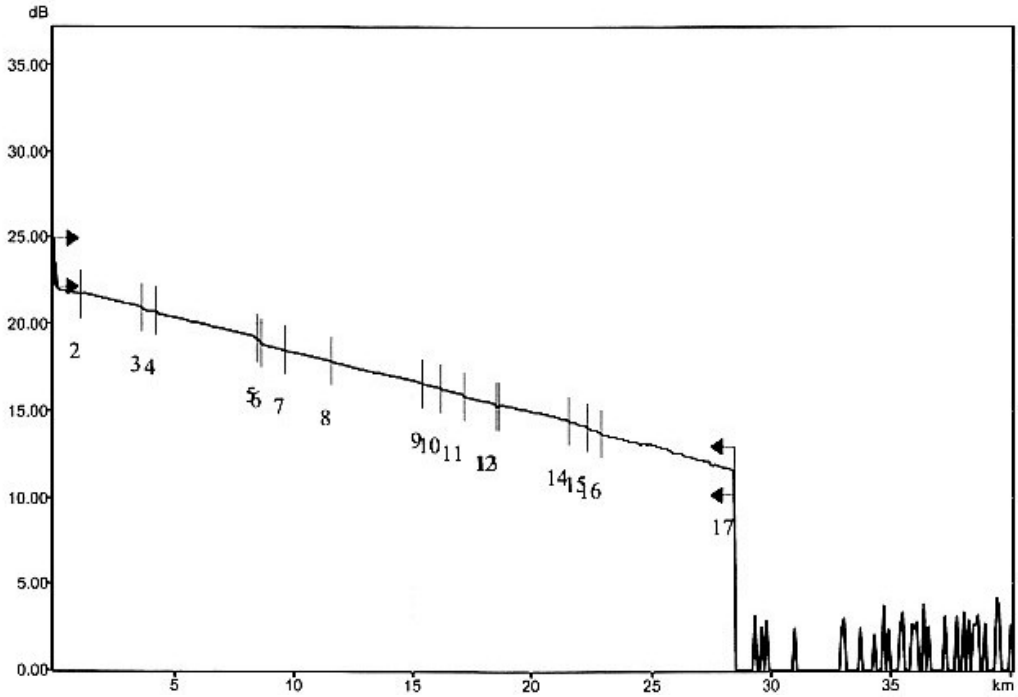
Pada salah satu titik sambungan di Jalan Raya Legok, di depan SPBU Indorent, dilakukan penyambungan serat optik sesuai dengan *record management core* yang diberikan oleh database, yaitu *core* warna putih dari *loose tube* warna coklat pada kabel kapasitas 96 *core input* disam-bungkan dengan *core* warna putih dari *loose tube* warna coklat dari kabel kapasitas 96 *core output*. Dari hasil penyambungan di titik ini didapat *loss* sebesar 0.01dB pada tampilan *fusion splicer* akan tetapi hasil yang ditunjukkan oleh OTDR pada titik ini adalah 0,138dB, perbedaaan ini dikarenakan tampilan hasil *loss* pada alat *fusion splice* didapat hanya dari proses penyambungan bukan dari daya sinyal yang dilewatkan serat optik jika menggunakan OTDR (Gambar 13). Pada proses ini digunakan alat *fusion splicer* Fujikura type S 60.

Dari hasil pengukuran link fiber dengan menggunakan OTDR untuk



Gambar 13. Perangkat OTDR

project ini, didapatkan total jarak dari hub karawaci ke lokasi british internasional school sejauh 28480 meter dan total loss sebesar 10,443 dB. Hasil OTDR tersebut didapatkan dari lebar pulse yang digunakan untuk peng-ukuran adalah 275 ns dengan panjang gelombang 1310 nm dan waktu peng-ukuran selama 30 detik, dari pengukuran juga terlihat bahwa muncul event sebanyak 17 kali dengan nilai *loss* yang



Gambar 14. Hasil Pengujian OTDR

berbeda-beda. Hasil trace OTDR ditunjukkan pada Gambar 14.

Losses dalam event dapat disebabkan antara lain oleh :

- Hasil sambungan yang kurang bagus
- Kabel fiber yang tertekuk atau terpuntir
- Tarikan kabel yang kurang aman, dsb

Beberapa event yang muncul dari hasil pengukuran untuk British International School yang mewakili dari beberapa penye-bab *losses* diantaranya:

1. *Event* nomor 2 muncul pada jarak 1138 meter dengan *event type* yang terbaca berupa *positive fault* dan *loss* sebesar -0.090 dB. Setelah di-*trace* ternyata pada jarak tersebut tidak terdapat titik sambungan fiber sehingga di simpulkan dengan kemungkinan fiber tersebut mengalami *bending*.
2. *Event* nomor 5 muncul pada jarak 8437 meter dengan *event type non-reflective fault* dan *loss* sebesar 0,204 dB. Pada jarak ini terdapat titik sambungan fiber *existing* dan dengan toleransi standar *loss splice* sebesar 0.150 dB per sambungan, maka data disimpulkan bahwa sambungan ini harus di ulang penyambungannya sehingga men-dapatkan hasil sambungan yang lebih baik.

V. KESIMPULAN

1. Total jarak dari *hub* karawaci ke lokasi British International School sejauh 28.480 meter dan *loss* total sebesar 10,443 db. Hasil OTDR tersebut didapatkan dari lebar pulse yang digunakan untuk peng-ukuran adalah 275 ns dengan panjang gelombang 1310 nm dan waktu peng-ukuran selama 30 detik
2. Pada jarak 1138 meter terjadi *positive fault* dengan *loss* sebesar -0.090 dB. Pada jarak tersebut tidak terdapat titik sambungan fiber sehingga kemungkinan fiber tersebut mengalami *bending*.
3. Pada jarak 8437 meter terjadi *non-reflective fault* dengan *loss* sebesar 0,204 dB. Pada titik ini terdapat sambungan fiber yang harus diulang proses penyambungannya.

REFERENSI

[1] Jim Hayes, "***Fiber optics Technician's Manual***". Delmar, 2006

[2] John Highhouse, "***A Guide For Telecommunications Cable Splicing***". Delmar, 2002

[3] Fujikura, "***Fiber Management overview***", Fujikura internal training, 2007

[4] Laferriere, J., "***Reference Guide to Fiber Optic Testing***", JDSU

[5] Lietaert, G., "***Optical Network Management System***", JDSU, 2005

[6] First Media, "***Fiber Optic Technology and Handling Process***", First Media internal training, 2007

[7] Arief Hamdani, "***Optical Access Network Laboratory***", RISTI.