

Sistem Penyambungan dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) pada PT.Telkom Kandatel Ternate

Iswan Umaternate¹, M. Zen Saifuddin², Hidayat Saman³, Rintania Elliyati N⁴

Program Studi Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Khairun Ternate

E-mail: ¹iswanuter21@gmail.com, ²marsaoly.amatt@yahoo.com, ³hidayat.saman@yahoo.com, ⁴rintania@gmail.com

Abstrak - Serat optik merupakan media transmisi yang menggunakan media cahaya sebagai penyalur informasi (data) yang menawarkan kecepatan data yang lebih besar sepanjang jarak yang lebih jauh. Sistem komunikasi serat optik dengan cepat mampu bersaing menggantikan sistem-sistem lain dengan keunggulan yang dimilikinya yaitu memiliki bandwidth yang besar, redaman transmisi kecil, ukuran kecil, kemudahan penambahan kapasitas, performansi yang lebih baik, tingkat ketersediaan yang tinggi dan jaringan transport yang handal. Keunggulan serat optik dalam mentransmisikan data dalam kapasitas yang besar tidak terlepas dari beberapa kendala yang dapat mengakibatkan terganggunya proses transmisi. Transmisi dengan menggunakan kabel optik mengalami banyak redaman. Pada dasarnya redaman di dalam serat optik disebabkan oleh redaman kabel serat optik yang digunakan, redaman konektor ataupun redaman sambungannya. Beberapa redaman tersebut akan berpengaruh terhadap proses transmisi itu sendiri. Oleh karena itu untuk mengoptimalkan jaringan kabel serat optik yang terpasang, diperlukan sebuah alat yang digunakan untuk memonitor seberapa besar redaman yang terjadi di sepanjang saluran kabel optik yang dinamakan dengan OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*). Dalam Kerja Praktek ini penulis mempelajari tentang penyambungan menggunakan metode *fusion plice* dan pengukuran kabel serat optik dengan OTDR untuk Kota Ternate dan menghitung *power loss* redaman perkilomernya.

Kata kunci - Sistem Komunikasi Serat Optik, Penyambungan Serat Optik dan Pengukuran Redaman.

I. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi pada bidang telekomunikasi saat ini banyak perusahaan dibidang telekomunikasi yang mulai menggunakan teknologi serat optik guna memberikan layanan yang terbaik. Sistem komunikasi serat optik telah berkembang cepat, berupa komunikasi suara, video dan data, sesuai dengan kemajuan teknologi. Pemamfaatan serat optik pada sistem komunikasi data akan memberikan nilai tambah dari suatu teknologi berupa pengiriman data berkapasitas besar, kecepatan tinggi karena menggunakan kecepatan cahaya, penerimaan data yang lebih akurat karena redaman kecil, teliti, dapat dipercaya dan terjamin kerahasiaannya karena tidak dapat disadap. Namun

dengan berbagai keunggulan itu bukan berarti sistem komunikasi serat optik (SKSO) yang ada saat ini sudahlah sempurna dan tidak memiliki permasalahan. Permasalahan utama dan yang sering terjadi dalam serat optik adalah hilangnya energi cahaya di dalam serat optik. Pada dasarnya hilangnya cahaya di dalam serat optik disebabkan beberapa hal yaitu bahan inti serat optik yang kotor dan cahaya dibelokkan kearah yang salah, penyambungan yang kurang akurat dan sebagainya. Salah satu penyebab pembelokan cahaya kearah yang salah adalah teknik penyambungan yang kurang baik. Untuk melakukan penyambungan serat optik digunakan alat yaitu *optical fiber fusion splice*, alat ini yang akan menghubungkan antara *core* yang satu dengan *core* lainnya, serta menghubungkan juga *cladding* yang satu dengan *cladding* lainnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

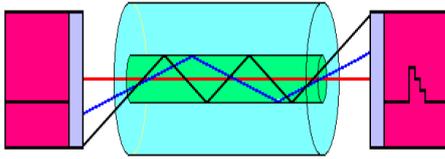
Dalam sistem perkembangan informasi dan komunikasi yang demikian cepat, jaringan serat optik sebagai media transmisi yang banyak digunakan dan dipercaya dapat memenuhi kebutuhan layanan saat ini dan dimasa mendatang. Serat optik merupakan media transmisi yang menggunakan media cahaya sebagai penyalur informasi (data) dimana menawarkan kecepatan data yang lebih besar sepanjang jarak yang lebih jauh dan berbagai keunggulan lain. Sistem komunikasi serat optik dengan cepat mampu bersaing menggantikan sistem-sistem komunikasi lain dengan kelebihan serat optik yaitu memiliki *bandwidth* yang besar, redaman transmisi kecil, kemudahan penambahan kapasitas, serta tingkat ketersediaan yang tinggi dan jaringan *transport* yang handal.

A. Perambatan Gelombang Optik

Dalam perambatan gelombang *fiber* optik terdapat yang namanya pandu gelombang yaitu sebuah media yang dapat digunakan untuk mengarahkan atau memandu perambatan radiasi gelombang sinyal cahaya sepanjang lintasan tertentu. Gelombang elektromagnetik bisa saja merambat di udara, seperti gelombang radio, tetapi untuk tujuan-tujuan tertentu

Sistem Penyambungan dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) pada PT.Telkom Kandatel Ternate

gelombang perlu dipandu untuk meminimalisasikan *loss wave* dari suatu pemancar ke *receiver*. [1]



Gambar 1. Perambatan Cahaya pada Serat Optik

Pada perinsipnya konsep pandu gelombang ini berdasarkan pada hukum Snellius untuk perambatan cahaya pada media transparan. Pemandu gelombang optik dibentuk dari dua lapisan utama, yaitu *core* (inti) dan *cladding* (selimut). Pada perinsipnya konsep pandu gelombang ini berdasarkan pada hukum Snellius untuk perambatan cahaya pada media transparan. Pemandu gelombang optik dibentuk dari dua lapisan utama, yaitu *core* (inti) dan *cladding* (selimut).

B. Sistem Komunikasi Serat Optik

Pada umumnya sistem komunikasi serat optik terdiri dari pemancar sebagai sumber pengirim informasi, detektor penerima informasi, dan media transmisi sebagai sarana untuk melewati sinyal informasi. Pengirim bertugas untuk mengolah informasi yang akan disampaikan agar dapat dilewatkan melalui suatu media sehingga informasi tersebut dapat sampai dan diterima dengan baik dan benar ditujukan/penerima. Perangkat yang ada di penerima bertugas untuk menterjemahkan informasi kiriman tersebut sehingga maksud dari informasi dapat dimengerti.[4]

Pada sistem komunikasi serat optik, media transmisinya adalah berupa serat optik, dengan informasi yang dilewatkan didalamnya berupa sinyal-sinyal pulsa cahaya. Disatu sisi, hal itu berbeda dengan komunikasi radio dan komunikasi *microwave* yang menggunakan panjang gelombang yang lebih pendek. Sebuah komunikasi optik terdiri dari pemancar yang mengkode pesan menjadi sinyal optik, kemudian pada sisi penerima sinyal tersebut dibawa ke tujuan, selanjutnya pada *receiver* pesan tersebut diolah dari sinyal optik yang diterima.

C. Karakteristik Transmisi Serat Optik

Media transmisi serat optik memiliki karakteristik untuk membedakan jenis serat optik yang akan digunakan pada transmisi optik. Beberapa transmisi optik sebagai berikut :

Redaman (*atenuasi*) serat optik merupakan karakteristik penting yang harus diperhatikan mengingat kaitannya dalam menentukan jarak pengulang (*repeater*), jenis pemancar dan penerima optik yang harus digunakan. Redaman sinyal cahaya yang merambat di sepanjang serat merupakan pertimbangan penting dalam desain sebuah sistem komunikasi optik, karena menentukan peran utama dalam menentukan jarak transmisi maksimum antara pemancar dan penerima.

Redaman (α) sinyal atau rugi-rugi serat optik didefinisikan sebagai perbandingan antara daya output optik (P_{out}) terhadap daya input optik (P_{in}) sepanjang serat L , dimana dapat ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$P_{out} = P_{in} e^{-\alpha L} \tag{1}$$

dimana :

- L = Panjang serat optik (km)
- P_{in} = Daya input optik (Watt)
- P_{out} = Daya output optik (Watt)
- α = Redaman

Untuk itu terdapat *range* redaman yang masih diijinkan yaitu 0.3-0.4 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0.17-0.25 dB/km untuk panjang gelombang 1550nm. Selain itu, koefisien redaman mungkin juga dipengaruhi spektrum panjang gelombang yang diperoleh dari hasil pengukuran pada panjang gelombang yang berbeda.

Redaman *fiber* saat ini dapat ditampilkan pada kurva dimana *fiber* dapat dibagi atas 3 *window* atau band :

Short Wavelength Band (first window)

Jalur ini berada pada 800 – 900 nm yang merupakan awal ditemukannya *fiber* optik pada tahun 1970an dan awal 1980an. Jalur ini dapat menghemat biaya dalam hal sumber optik dan detekornya.

Medium wavelength band (second window)

Jalur ini berada pada 1310 nm dimana digunakan pada pertengahan tahun 1980. Pada kondisi ini dispersinya 0 (pada *fiber single mode*). Biaya sumber dan detector optiknya lebih mahal namun redam fibernya adalah 0,4 dB/km

Long wavelength band (third window)

Jalur ini berada pada 1510 nm dan 1600 nm yang mulai digunakan pada tahun 1990an hingga sekarang, dengan redaman terendah yang berada pada panjang gelombang 1550 nm. Sebagai tambahan, penguat optik digunakan pada jalur ini.

D. Komponen Sistem Komunikasi Serat Optik

Pada dasarnya kinerja suatu sistem komunikasi serat optik, dapat ditinjau dari 4 (empat) komponen, yaitu perangkat dan sumber pengirim, perangkat dan detektor penerima, serat optik dan konektor optik.

1. Sumber Pengirim

Sumber pengirim merupakan komponen dalam sistem komunikasi serat optik yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi sinyal cahaya. Terdapat 2 (dua) tipe sumber pengirim optik yang digunakan untuk mengirim cahaya informasi melalui serat optik, yaitu *light emitting diode* (LED) dan *laser diode* (LD). LED biasanya dipakai pada serat optik *multimode*, karena memiliki *spektrum* cahaya yang lebar, sedangkan LD yang memiliki *spektrum* cahaya yang lebih sempit biasanya digunakan untuk komunikasi menggunakan serat optik *single mode*. [6]

2. Detektor Penerima

Detektor optik berfungsi sebagai penerima dalam sistem komunikasi optik. Sebuah detektor optik atau *photodetector* adalah kebalikan dari apa yang dikerjakan oleh bagian pengirim, yaitu sumber optik. Detektor optik dapat menghasilkan gelombang sesuai aslinya dengan meminimalisasi *loses* yang timbul selama perambatan sehingga dapat menghasilkan sinyal elektrik yang maksimum dengan daya optik yang kecil. Terdapat 2 (dua) tipe detektor

Sistem Penyambungan dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) pada PT.Telkom Kandatel Ternate

optik, yaitu PIN (*positive-intrinsic negative*) dan APD (*avalanched photo diode*).

Untuk komunikasi jarak pendek lebih efisien jika menggunakan detektor PIN diode, karena PIN baik digunakan untuk bit rate rendah dan sensitivitasnya tinggi untuk LED. Sumber cahaya LD terlihat memiliki daya lebih besar, stabil, konstan pada bit rate berapapun, sedangkan sumber cahaya LED mempunyai daya pancar yang lebih kecil dan pada bit rate 100 Mbps dayanya mulai menurun.

Dioda PIN kurang sensitif dibandingkan dengan APD, tetapi desainnya memungkinkan untuk diintegrasikan dengan suatu penguat FET. Dengan begitu, suatu modul terpadu yang mempunyai fleksibilitas penggunaan yang tinggi dapat diperoleh. APD memerlukan penggunaan suatu konverter (dengan range tegangan kerja dari 25~80V) dan lebih sesuai untuk digunakan pada sistem jarak jauh.

3. Konektor Serat Optik

Konektor optik merupakan salah satu perlengkapan kabel serat optik yang berfungsi sebagai kabel serat optik sebagai penghubung serat. Konektor ini mirip dengan konektor listrik dalam hal fungsi dan tampilan luar tetapi konektor pada serat optik memiliki ketelitian yang lebih tinggi.

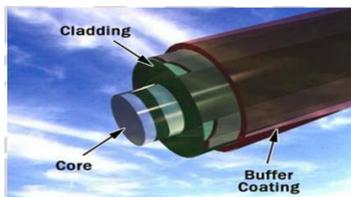
Konektor diperlukan apa bila sewaktu-waktu serat akan dilepas saat diperlukan suatu penggantian *transmitter* atau *receiver* maupun untuk melakukan suatu kegiatan perawatan maupun pengukuran. Syarat-syarat konektor yang baik adalah:



Gambar 2. Jenis Konektor Serat Optik

4. Kabel Serat Optik

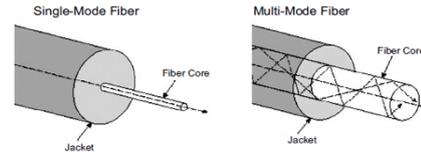
Serat optik adalah sebuah kaca murni yang panjang dan tipis serta berdiameter sangat kecil (*mikron*). Serat optik menggunakan prinsip pemantulan sempurna dengan membuat kedua indeks bias dari *core* dan *cladding* berbeda, sehingga cahaya (informasi) dapat memantul dan merambat di dalamnya. Struktur bagian serat optik terdiri dari *core*, *cladding* dan *coating*. [4]



Gambar 3. Struktur bagian Serat Optik

E. Jenis-Jenis Serat Optik

Jaringan fiber optik terdiri dari beberapa jenis serat, yang biasanya dapat dengan mudah diketahui dengan melihat *transmitter* (media transmisi data) yang digunakannya. Berikut ini jenis-jenis serat optik :



Gambar 4. Jenis Serat Optik *Single Mode* dan *Multi Mode* (sumber; google.com)

a. Single Mode

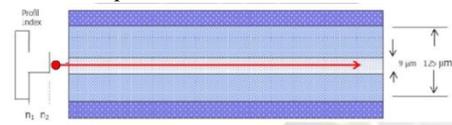
Kabel jaringan fiber optik jenis single mode memiliki inti (*core*) yang relatif kecil, dengan diameter sekitar 0.00035 inch atau 9 micron. Jenis kabel fiber optik yang satu ini menggunakan transmitter laser semikonduktor yang mengirimkan sinar laser inframerah dengan panjang gelombang mencapai 1300-1550 nm. Disebut 'single mode' karena penggunaan kabel fiber optik ini hanya memungkinkan terjadinya satu modus cahaya saja yang dapat tersebar melalui inti pada suatu waktu.

b. Multi Mode

Multi mode merupakan jenis kabel fiber optik yang memiliki inti (*core*) yang lebih besar dibanding milik kabel fiber optik jenis single mode yakni berdiameter sekitar 0.0025 inch atau 62.5 micron. Dengan ukuran yang lebih besar, maka penggunaan kabel fiber optik jenis ini memungkinkan ratusan modus cahaya tersebar melalui serat secara bersamaan. Kabel fiber optik multi mode ini menggunakan LED sebagai media transmisinya, serta lebih ditujukan untuk kepentingan komersil.

Berdasarkan susunan indeks biasanya serat optik memiliki profil indeks bias dan mode gelombang yang berbeda terjadi pada perambatan cahaya, maka jenis susunan indeks bias dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Single Mode Step Index



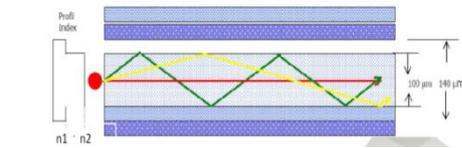
Gambar 5. Perambatan pada *Single Mode Step Index*

Pada jenis single mode step index baik *core* maupun *cladding* nya dibuat dari bahan *silica glass*. Ukuran *core* yang jauh lebih kecil dari *cladding*-nya dibuat demikian agar rugi-rugi transmisi berkurang akibat *fading*.

Single mode step index mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Serat optik single mode step index memiliki diameter *core* yang sangat kecil jika dibandingkan dengan *cladding* nya.
- b. Ukuran diameter *core* antara 8 µm – 12 µm
- c. Cahaya hanya merambat dalam satu mode saja yaitu sejajar dengan serat sumbu optik.
- d. Memiliki redaman yang sangat kecil.
- e. Memiliki bandwidth yang lebar.
- f. Digunakan untuk transmisi data dengan bit rate tinggi.

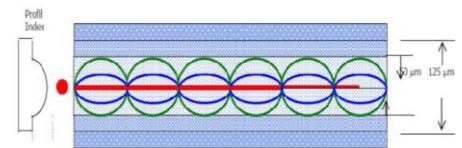
2. Multi Mode Step Index



Gambar 6. Perambatan pada Multi Mode Step Index

Pada serat optik multi mode step step index pulsa disisi terima akan lebih besar dibandingkan dengan pulsa disisi kirim. Pelebaran pulsa mengakibatkan adanya perbedaan bit-bit data yang ditransmisikan. Pada jenis multi mode step index ini, diameter core lebih besar diameter cladding-nya. Dampak dari besarnya diameter core menyebabkan rugi-rugi dispersi waktu transmitter nya besar. Serat optik multi mode graded index digunakan dalam transmisi jarak pendek dengan laju data yang rendah dan memiliki loss yang besar. Multi mode step index mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Indeks bias core konstan.
 - b. Ukuran core antara 50 – 125 mm dan dilapisi cladding yang tipis.
 - c. Penyambungan kabel lebih mudah karena memiliki core yang besar.
 - d. Banyak terjadi dispersi.
 - e. Lebar pita frekuensi terbatas/sempit.
 - f. Hanya digunakan untuk jarak pendek dan transmisi data bit rate rendah.
 - g. Harga relatif murah.
3. Multi Mode Graded Index



Gambar 7. Perambatan gelombang pada Multi Mode Graded Index

Pada jenis serat optik multi mode graded index ini core terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda, indeka bias yang tertinggi terdapat pada pusat core dan berangsur-angsur turun hingga yang terendah terdapat pada batas antar core dan cladding. Akibatnya dispersi waktu berbagai mode cahaya yang merambat berkurang sehingga cahaya akan tiba pada waktu yang bersamaan. Gambar diatas ini menunjukkan perambatan gelombang dalam multimode graded index. Multi mode graded index mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Cahaya merambat karena difraksi yang terjadi pada core sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat.
- b. Dispersi minimum sehingga baik untuk digunakan untuk jarak menengah.
- c. Ukuran diamater core antara 50 μm – 100 μm, lebih kecil dari multi mode step index dan dibuat dari bahan silica glass.
- d. Core terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda, indeks bias

- tertinggi terdapat pada pusat core dan berangsur-angsur turun sampai ke batas core cladding.
- e. Digunakan untuk jarak menengah dan lebar pita frekuensi besar.
- f. Harga relatif mahal dari SI, karena faktor pembuatannya lebih sulit.

Untuk mendukung sistem yang mentransmisikan informasi dengan kapasitas tinggi, pemilihan serat optik yang tepat sebagai media transmisi juga diperhatikan. Ada dua tipe serat optik yang digunakan pada sistem DWDM, yaitu:

- a. Non DispersionShifted Fiber (NDSF)
- b. Non Zero DispersionShifted Fiber (NZDSF)

Keunggulan dan Kekurangan Kabel Serat Optik

- a. Keunggulan
 1. Mempunyai lebar pita frekuensi (bandwidh) yang lebar
 2. Redaman sangat rendah dibandingkan dengan kabel tembaga
 3. Kebal terhadap gangguan gelombang elektromagnetik.
 4. Dapat menyalurkan informasi digital dengan kecepatan tinggi dan berat serat optik kecil dan juga ringan
 5. Tidak mengalirkan arus listrik
 6. Keamanan atau kerahasiaan informasi terjaga dengan baik
 7. Crosstalk rendah.
 8. Tahan terhadap temperatur tinggi
 9. Tahan terhadap oksidasi.
- b. Kekurangan
 1. Konstruksi serat optik lemah dan rentan.
 2. Karakteristik transmisi dapat berubah bila terjadi tekanan dari luar yang berlebihan.
 3. Tidak dapat dialiri arus listrik secara langsung, sehingga tidak dapat memberikan catuan pada pemasangan repeater.
 4. Instalasinya lebih kompleks.

F. Standar ITU-T

Menurut rekomendasi ITU-T, kabel serat optik harus mempunyai koefisien redaman 0.5 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0.4 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm. Tapi besarnya koefisien ini bukan merupakan nilai yang mutlak, karena harus mempertimbangkan proses pabriaksi, desain komposisi fiber, dan desain kabel. Untuk itu terdapat range redaman yang masih diijinkan yaitu 0.4 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm dan 0.3 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm.

Dengan menggunakan data-data diatas maka perhitungan total redaman untuk standarisasi redaman yang digunakan oleh PT. TELKOM sebagai pedoman pengukuran dan penyambungan. Untuk perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini :[9]

$$\begin{aligned}
 \alpha_F (\text{Loss total}) \text{ dB} &= (L \cdot \alpha) + (\alpha_{ST} + \alpha_{CT}) & (2) \\
 \alpha_{ST} (\text{dB}) &= \alpha_S \cdot Y & (3) \\
 \alpha_{CT} (\text{dB}) &= \alpha_C \cdot X & (4)
 \end{aligned}$$

Sistem Penyambungan dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) pada PT.Telkom Kandatel Ternate

dengan

- α_F : Redaman total (dB)
- L : Panjang kabel (km)
- α : Redaman serat optik (dB/km)
- α_S : Redaman *splicing* (dB)
- Y : Jumlah *splicing*
- α_{ST} : Redaman total *splicing*(dB)
- α_C : Redaman konektor (dB)
- X : Jumlah konektor
- α_{CT} : Redaman total konektor (dB)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada prinsipnya instalasi kabel fiber optik tidak berbeda dengan instalasi kabel tembaga, namun ada hal-hal khusus dalam instalasinya seperti penyediaan *spare* kabel yang cukup untuk setiap titik sambungan maupun terminasi, kehati-hatian dalam penarikan karena kabel fiber optik rawan terhadap tekukan (*bending*) serta penyediaan alat sambung dan *toolkit* khusus untuk penyambungan kabel fiber optik. Maksimum *bending radius* adalah 20 kali diameter kabel.

A. Teknik Penyambungan Kabel Serat Optik

Teknik penyambungan serat optik dengan metode penyambungan fusi (*fusion splicing*) adalah penyambungan serat optik yang dilakukan dengan cara melakukan pemanasan pada ujung sambungan dan menggunakan lelehannya sebagai perekatnya sehingga terbentuk suatu sambungan *continuu*. Hal-hal yang Perlu Diperhatikan Dalam Proses Penyambungan

1. Sebelum melakukan *splicing* usahakan semua peralatan dan tangan kita sebersih mungkin sebab adanya kotoran pada serat optik dapat menyebabkan redaman pada serat.
2. Jangan menginjak *tube* karena dapat merusak *core* yang ada didalamnya sehingga bisa menyebabkan *core* pecah atau retak.
3. Jangan menggulung *core* dengan ukuran diameter yang kecil karena bisa membuat *core* patah.
4. Setelah melakukan pemotongan, hasil pemotongan langsung dimasukkan kedalam wadah khusus agar *core* tidak masuk kedalam kulit yang dikhawatirkan mengganggu kesehatan.
5. Selalu perhatikan perlindungan pada kaset agar air tidak bisa masuk kedalam kaset yang dapat merusak serat optik.
6. Ikuti prosedur dan langkah-langkah yang ada

Alat dan Bahan yang digunakan

Peralatan yang digunakan untuk penyambungan kabel serat optik adalah sebagai berikut :

1. *Optical Fiber Fusion Splicer Type 39*



Gambar 8. *Fusion Splicer Type 39* (Sumber PT. Telkom Ternate)

2. Sumber listrik
3. Perangkat pemotong
4. Meteran
5. Gunting
6. Kain majun/Tisu
7. Minyak pembersih gel
8. Kabel serat optik

Prosedur Penyambungan Kabel

1. Langkah pertama yang harus dilakuakn adalah mengukur panjang kabel yang akan kita kupas untuk proses penyambungan, 120 cm untuk kabel udara dan 180 cm untuk kabel tanah maupun kabel *duct*. Untuk kabel udara, sebelum dilakukan pengupasan kulit kabel, kabel dipisahkan terlebih dahulu antara kabel dengan penyangga kabel (*metallic messenger*) sepanjang 200 cm. Alat yang digunakan untuk memisahkan antara kabel dengan penggantung kita gunakan separator.



Gambar 9. Ukuran kabel yang akan dikupas

2. Lakukan pengupasan *coating* kabel yang telah di ukur kemudian pisahkan *cladding* kabel.



Gambar 10. Kabel yang telah dikupas.

3. Kemudian lakakukan pengupasan *cladding* sehingga terlihat *core* serat optik seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 11. Serat Optik yang masih bungkus *Cllading*

4. Setelah melakukan pengupasan *core* lakukan pemotongan menggunakan *fiber cleaver* sehingga menghasilkan potongan yang baik.

Sistem Penyambungan dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) pada PT.Telkom Kandatel Ternate

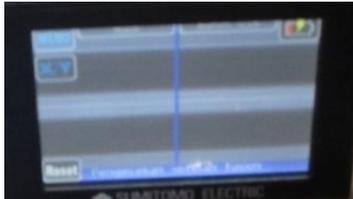


Gambar 12. Proses pemotongan serat

5. Setelah melakukan pengupasan dan pemotongan pada kabel serat optik atau inti *core*, kemudian lakukan penyambungan dan pengukuran nilai sambungan menggunakan *fusion splicer* sehingga dapat mengetahui seberapa bagus hasil pemotongan kabel tersebut.



Gambar 13. Penyambungan *core*.



Gambar 14. Pada saat *core* tersambung tampak di LCD

6. Setelah penyambungan menggunakan *fusion plicer* dengan nilai redaman yang kecil maka dapat dilanjutkan dengan pemasangan *slongsong* dan kemudian dipanaskan sehingga pada ujung serat yang telah disambung tidak mudah patah kembali.



Gambar 15. Pemasangan *slongsong* dan melakukan pemanasan

Demikian langkah-langkah penyambungan serat optik dengan menggunakan *fusion plicer*, kemudian langkah selanjutnya lakukan pengukuran terhadap kabel serat optik.

B. Pengukuran Kabel Serat Optik

Pengukuran redaman kabel serat optik ini dilakukan pada lintasan *beach main hole* (BMH)–Kantor PT. Telkom Ternate yang pengukurannya dilakukan di Kantor PT. Telkom Ternate yang berlokasi di jalan Kapitan Patimura, pada pengukuran ini menggunakan alat ukur *optical time domain reflectometer* (OTDR).

Fungsi utama OTDR

Fungsi antara lain sebagai berikut:

1. *Fault localization* OTDR dapat menunjukkan lokasi *fault* atau ketidak normalan lain dalam suatu serat optik.

Dengan mengevaluasi grafik redaman terhadap jarak yang ditampilkan, dapat diketahui suatu serat optik dalam kondisi baik atau tidak.

2. Evaluasi *power* kalkulasi OTDR dapat digunakan untuk perhitungan dan pengecekan total *loss*, dimana hasil tersebut akan digunakan untuk analisis *power* kalkulasi suatu serat optik
3. Menghitung faktor redaman serat optik faktor redaman serat optik (dB/km) merupakan salah satu parameter yang menjadi penentu kualitas suatu serat optik. OTDR dapat mengukur redaman sebelum dan setelah instalasi sehingga dapat memeriksa adanya ketidak normalan seperti bengkokan (*bending*).
4. Evaluasi *splicing* dan konektor.

• Alat dan bahan

Alat dan bahan yang di pergunakan dalam pengukuran ini adalah :

1. *Optical time domain reflectometer* (OTDR) JDSU MTS 6000



Gambar 16. *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) JDSU MTS 6000 (Sumber : PT Telkom Ternate)

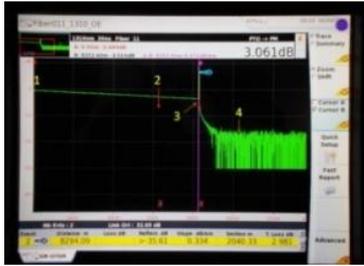
2. *Connector* penghubung
3. Laptop
4. *Power Suplay*
5. *Optical Termination Box* (OTB)



Gambar 17. *Optical Termination Box* (Sumber : PT. Telkom Ternate)

Pengukuran kabel serat optik dengan menggunakan OTDR dilakukan pada wilayah ternate, yaitu dari *beach main hole* (BMH)-PT. Telkom Ternate yang terdiri dari 24 *core* dengan tipe kabel tanah (KT). Dari hasil pengukuran *core* 1 sampai dengan *core* 24 memiliki hasil redaman yang berbeda-beda. Dibawah ini merupakan salah satu pengukuran dengan menggunakan OTDR.

Sistem Penyambungan dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) pada PT.Telkom Kandatel Ternate



Gambar 18. Hasil Pengukuran Serat Optik OTDR Aplikasi JDSU MTS 6000. (Sumber: PT Telkom Ternate)

Keterangan :

1. Menunjukkan titik awal dari lintasan tersebut.
2. Titik dimana terjadi titik penyambungan.
3. Menunjukkan titik akhir dari lintasan tersebut.
4. *Derau/gangguan*.
5. Pada *event* 1 sampai 3 menunjukkan jarak serat optik.

Berdasarkan hasil pengukuran pada OTDR, pengukuran dilakukan sebanyak 24 kali menggunakan panjang gelombang 1310nm dengan standarisasi 0,4 dB/Km, maka didapatkan hasil pengukuran redaman total seperti pada Tabel 1.

TABEL I
HASIL PENGUKURAN DENGAN OTDR DAN HASIL PERHITUNGAN REDAMAN PER KILOMETER

No	Link	Core	L (km)	α_F (dB)	α (dB/Km)
1	BMH-PT.Telkom	1	8.294	2.131	0.124
2		2	8.294	2.165	0.128
3		3	8.294	2.102	0.121
4		4	8.294	1.252	0.018
5		5	8.294	2.073	0.117
6		6	8.294	2.197	0.132
7		7	8.294	1.829	0.088
8		8	8.294	1.792	0.083
9		9	8.294	7.526	0.775
10		10	8.294	2.516	0.171
11		11	8.294	1.970	0.105
12		12	8.294	2.171	0.129
13		13	8.294	2.122	0.123
14		14	8.294	2.039	0.113
15		15	8.294	2.183	0.131
16		16	8.294	2.118	0.123
17		17	8.294	2.159	0.128
18		18	8.294	2.142	0.126
19		19	8.294	2.081	0.118
20		20	8.294	1.701	0.072
21		21	8.294	2.096	0.120
22		22	8.294	1.901	0.097
23		23	8.294	2.706	0.194
24		24	8.294	1.248	0.018

Dari hasil pengukuran atau pengambilan data pada tabel diatas ada pada pengelaran jaringan serat optik terdapat satu penyambungan dan 4 buah konektor dengan nilai 0,1 dB dihitung menggunakan persamaan (3) dari yang distandarkan oleh PT. Telkom Ternate, sedangkan pada konektor distandarkan 0,25 dB, sehingga dari 4 buah konektor tersebut didapatkan nilai redaman konektor tersebut 1,0 dB, dihitung

menggunakan persamaan (4) dan pada redaman total serat optik dihitung menggunakan persamaan (2). Berikut adalah beberapa contoh perhitungan redaman total dengan persamaan 2.6, 2.7 dan 2.8 diatas menggunakan hasil pengukuran pada *core* 1, *core* 4 dan *core* 9 :

1. Perhitungan redaman total sambungan :

Diketahui :

$$\begin{aligned} \alpha_{ST} &= \alpha_S \cdot Y \\ &= 0,1 \cdot 1 \\ &= 0,1 \text{ dB} \end{aligned}$$

2. Perhitungan redaman total pada konektor :

$$\begin{aligned} \alpha_{CT} &= \alpha_C \cdot X \\ &= 0,25 \cdot 4 \\ &= 1,1 \text{ dB} \end{aligned}$$

3. Perhitungan redaman total *core* 1:

$$\begin{aligned} \alpha_F &= (L \cdot \alpha) + (\alpha_{ST} + \alpha_{CT}) \\ &= (8,294 \cdot \alpha) + (0,1 + 1) \\ &= 8,294 \cdot \alpha + 1,1 \end{aligned}$$

$$2,131 - 1,1 = 8,294 \cdot \alpha$$

$$1,031 = 8,294 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \text{---}$$

$$= 0,124 \text{ dB}$$

Perhitungan redaman total pada *core* 4 :

$$\begin{aligned} \alpha_F &= (L \cdot \alpha) + (\alpha_{ST} + \alpha_{CT}) \\ &= (8,294 \cdot \alpha) + (0,1 + 1) \\ &= 8,294 \cdot \alpha + 1,1 \end{aligned}$$

$$1,252 - 1,1 = 8,294 \cdot \alpha$$

$$0,152 = 8,294 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \text{---}$$

$$= 0,018 \text{ dB}$$

Perhitungan redaman total pada *core* 9 :

$$\begin{aligned} \alpha_F &= (L \cdot \alpha) + (\alpha_{ST} + \alpha_{CT}) \\ &= (8,294 \cdot \alpha) + (0,1 + 1) \\ &= 8,294 \cdot \alpha + 1,1 \end{aligned}$$

$$7,526 - 1,1 = 8,294 \cdot \alpha$$

$$6,426 = 8,294 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \text{---}$$

$$= 0,775 \text{ dB}$$

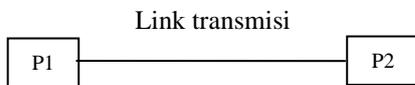
Berdasarkan hasil perhitungan redaman perkilometer maka didapatkan perhitungan daya hilang pada transmisi jaringan tersebut. Tabel dibawah ini menunjukkan hasil perhitungan daya hilang sepanjang transmisi per kilometer.

Sistem Penyambungan dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) pada PT.Telkom Kandatel Ternate

TABEL II.
PERHITUNGAN LOSS SEPANJANG TRANSMISI PER KILOMETER

Core	α (dB)	P1 (Input)	P2 (Output)	Loss (%)
1	0.124	100	97	3
2	0.128	100	97	3
3	0.121	100	97	3
4	0.018	100	100	0
5	0.117	100	97	3
6	0.132	100	97	3
7	0.088	100	98	2
8	0.083	100	98	2
9	0.775	100	84	16
10	0.171	100	96	4
11	0.105	100	98	2
12	0.129	100	97	3
13	0.123	100	97	3
14	0.113	100	97	3
15	0.131	100	97	3
16	0.123	100	97	3
17	0.128	100	97	3
18	0.126	100	97	3
19	0.118	100	97	3
20	0.072	100	98	2
21	0.120	100	97	3
22	0.097	100	98	2
23	0.194	100	96	4
24	0.018	100	100	0

Berikut merupakan ilustrasi sepanjang transmisi perkilometer :



Gambar 24. Ilustrasi jarak

Contoh salah satu perhitungan daya hilang sepanjang transmisi menggunakan persamaan (1) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 &\text{Di ketahui power loss} = 0,124 \text{ dB} \\
 &10 \text{ Log } \frac{P2}{P1} = 0,124 \\
 &\text{Log } \frac{P2}{P1} = \frac{0,124}{10} \\
 &\text{Log } \frac{P2}{P1} = 0,012 \\
 &\frac{P2}{P1} = 10^{0,012} \\
 &\frac{P2}{P1} = 1,028 \\
 &P2 = P1 \cdot 1,028 \\
 &P2 = 0,973 \cdot 100\% \\
 &P2 = 97\% \\
 &\text{Loss (dB) pada sepanjang transmisi } 3\%
 \end{aligned}$$

C. Analisa Data

1. Analisa penyambungan kabel serat optik

Teknik penyambungan serat optik dengan metode penyambungan fusi (*fusion splicing*) merupakan suatu teknik penyambungan serat optik untuk menyambung dua *fiber*

secara permanen dan redaman penyambungan yang didapat pun kecil karena penyambungan menggunakan suatu alat yaitu *fusion splicer*. Proses ini jauh lebih baik bila dibandingkan dengan menggunakan konektor maupun teknik mekanik, karena redaman yang dihasilkan bisa sampai 0,1 dB. Sedangkan bila menggunakan konektor masih menimbulkan redaman meskipun proses penyambungannya dilakukan dengan baik. Sedangkan pada penyambungan teknik mekanik sifatnya hanya semi permanen dan besar redaman yang dihasilkan bersifat sedang.

Pada penyambungan kabel serat optik diperlukan ketelitian ketika melakukan prosedur penyambungan serat optik, sediakan perlengkapan yang dibutuhkan ketika penyambungan serat optik. Lindungi *core* yang telah dikupas dengan *slip protection*, Kupas *coating* dengan menggunakan tang pengupas (*fiber stripper*) bersihkan *core* dengan *tissue* tanpa parfum yang sudah dibasahi dengan alkohol, masukan ke dalam pemotong *core* (*fiber cleaver*) dan perhatikan hasil potongan serat.

Hasil penyambungan dapat dianalisa secara visual. Perkiraan nilai sambungan dan tampilan luar daripada titik sambungan menunjukkan baik jeleknya kualitas sambungan. Ada beberapa kemungkinan cacat pada sambungan serat optik dengan metode fusi ialah gelembung, garis tebal dan bayangan hitam. Bila terjadi hal semacam itu maka penyambungan harus dilakukan kembali. Kualitas sambungan yang baik adalah sambungan yang memiliki redaman < 0,3 dB

2. Analisa Hasil Pengukuran OTDR.

Berdasarkan hasil pengukuran redaman serat optik menggunakan alat ukur OTDR pada PT. Telkom Ternate, jalan kapitan patimura pengukuran sebanyak 24 *core*. Dari pengukuran dengan OTDR pada *link* BMH-Kantor PT. Telkom didapatkan *core* yang bernilai redaman total yang terendah dan tertinggi dari panjang serat optik 8,294 Km, untuk *core* yang memiliki nilai redaman yang terendah yaitu pada *core* 24 sebesar 1,248 dB. Sedangkan pada *core* yang memiliki nilai redaman total tertinggi terdapat pada *core* 9 yaitu 7,526 dB.

$$\alpha_F \text{ (Loss total) dB} = (L \cdot \alpha) + (\alpha_{ST} + \alpha_{CT})$$

$$\alpha_{ST} \text{ (dB)} = \alpha_S \cdot Y$$

$$\alpha_{CT} \text{ (dB)} = \alpha_C \cdot X$$

Dimana :

- α_F : Redaman total (dB)
- L : Panjang kabel (km)
- α : Redaman serat optik (dB/km)
- α_S : Redaman *splicing* (dB)
- Y : Jumlah *splicing*
- α_{ST} : Redaman total *splicing* (dB)
- α_C : Redaman konektor (dB)
- X : Jumlah konektor
- α_{CT} : Redaman total konektor (dB)

Pada hasil perhitungan diatas, nilai redaman pada penyambungan dan nilai redaman konektor bukan merupakan nilai data ril yang didapat, dikarenakan pada alat ukur OTDR tidak membaca berapa banyak redaman pada penyambungan dan redaman pada konektor tersebut. Sehingga hasil

Sistem Penyambungan dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) pada PT.Telkom Kandatel Ternate

perhitungan pada *link* BMH-PT.Telkom Ternate secara teoritis mendapat nilai redaman per kilometer dari *core* 1 sampai *core* 24 berkisar 0,018 dB dan 0,775 dB. Pada *core* yang memiliki nilai redaman terkecil adalah *core* 24 dan *core* 4 yaitu 0,018 dB/km sedangkan *core* yang memiliki nilai redaman per kilometer yang besar adalah *core* 9 yaitu 0,775 dB.

Pengukuran pada *core* 9 menggunakan OTDR memiliki nilai redaman total 7,526 dB dan redaman per kilometer hasil perhitungan secara teoritis yaitu 0,775 dB dari hasil tersebut merupakan hasil yang sangat besar. Hal ini disebabkan terjadinya hamburan pada serat, dikarenakan kualitas produksi kabel optik tersebut. Dari acuan redaman PT.Telkom adalah 0,4 dB/km untuk setiap *core* dengan panjang gelombang 1310nm. Pada dasarnya nilai redaman sebesar *core* 9 tersebut dapat mengakibatkan perangkat tidak aktif. Sehingga *core* 9 tidak dipergunakan, agar tidak dapat mempengaruhi kinerja *link* tersebut. Dari hasil pengukuran dengan OTDR dan perhitungan secara teoritis pada *link* BMH-PT.Telkom Ternate tidak melebihi standar ITU-T dan PT.Telkom, kecuali redaman yang terjadi pada *core* 9 melebihi standar ITU-T sehingga pada *core* 9 tidak difungsikan karena mempengaruhi kinerja perangkat pada PT.Telkom Ternate.

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 2 secara teoritis dengan menggunakan persamaan (1) diatas menunjukkan daya hilang sepanjang transmisi data per kilometer. Salah satu contoh diatas daya *power loss* 0,124 dengan daya input 100% maka daya output 97% dan daya hilang 3% sepanjang transmisi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil pembahasan diatas, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Struktur serat optik terdiri dari tiga bagianya itu *core* (inti), *cladding* (selubung) dan *coating* (jaket).
2. Metode penyambungan serat optik menggunakan *fusion splicer* merupakan metode yang paling efektif, karena metode ini menghasilkan redaman yang paling kecil sekitar 0.1 dB.
3. Dalam melakukan penyambungan, jarak kedua ujung serat optik tidak boleh saling bersentuhan tetapi hanya berdekatan satu sama lain dengan rentang jarak 0,2 mm - 0,5 mm.
4. Prinsip kerja *fusion splicer* adalah menggunakan kontrol komputer dalam melakukan penyambungan sekaligus memberikan analisa hasilnya (besar redaman estimasi dari penyambungan tersebut).
5. Dari hasil pengukuran menggunakan OTDR pada *link* BMH-PT.Telkom Ternate didapatkan nilai redaman berkisaran 0,018 dB/Km s/d 0,194 dB/Km. Kecuali pada *core* 9 yang memiliki nilai redaman 0,775 dB/Km. dikarenakan pada *core* 9 terdapat hamburan yang besar. Hal ini disebabkan terjadinya hamburan pada serat cukup besar dikarenakan produksi kabel tersebut kurang baik. Dari 24 *core* pada *link* BMH-PT.Telkom Ternate hanya 23

core yang layak sebagai media transmisi dan satu *core* mengalami gangguan.

6. Redaman akan mempengaruhi sistem komunikasi serat optik jika nilai redaman melebihi nilai standar ITU-T yaitu 0,4 dB/Km. Nilai redaman yang melebihi standar ITU-T akan membuat *core* tersebut tidak layak digunakan sebagai media transmisi serat optik.
7. Komunikasi serat optik lebih banyak menguntungkan dari pada komunikasi dengan menggunakan media yang lain. Pada komunikasi serat optik juga dapat menyebabkan penundaan bila jarak yang di tempuh semakin jauh, untuk mengoptimalkan pengiriman data yang semakin jauh maka harus membutuhkan penguat (*repeater*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. D. Setiawan, "Perambatan Cahaya Pada Pandu Gelombang Makro Berbentuk Trapesium," pp. 12–15, 2011.
- [2]. S. ko. Halim A, "Cermin datar • Hukum pemantulan.," no. 2, pp. 1–4, 2009.
- [3]. B. Ananto, "Simulasi Perambatan Cahaya Pada Serat Optik," *J. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Diponegoro*, pp. 1–9, 2005.
- [4]. T. B. Santoso, "Analisis Kualitas Tinjauan Literatur SKSO," pp. 8–11, 2010.
- [5]. S. Z. WATI, "ANALISIS PERLUASAN JARINGAN SERAT SERAT OPTIK DI UNIVERSITAS INDONESIA," 2009.
- [6]. F. U. Auzaiy, "Analisis Power Budget Sistem Komunikasi Serat Optik," 2008.
- [7]. A. Dioda, L. E. Diode, and K. Kunci, "Light Emiting Diode (LED) Sebagai Sumber Cahaya Pada Sistem Komunikasi Serat Optik," pp. 1–22.
- [8]. L. Kurniawati, "Pengaruh Pncahaya LED.," pp. 27– 47, 2008.
- [9]. F. Habib, N. Tjahjmoonisih, and F. T. P. W, "Analisa Rugi-Rugi Serat Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer Dengan Aplikasi AQ77932 Emulation."