

PENGUKURAN FIBER OPTIK MENGGUNAKAN PHOTON KINETICS 2400 OPTICAL GEOMETRY SYSTEM

M. Farid Susanto
Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung
E-mail: mfarids2003@yahoo.com

Abstrak

Kabel fiber optik merupakan kabel jaringan yang dapat mentransmisi cahaya. Dibandingkan dengan jenis kabel lainnya, fiber optik memiliki jangkauan yang lebih jauh dari 550 meter sampai seribu kilometer, dan tahan terhadap interferensi elektromagnetik. Fiber optik memiliki beberapa parameter penting yang nantinya akan dilakukan pengukuran untuk menentukan kualitas dari fiber optik tersebut. Metode pengukuran fiber optik berkembang secara bertahap. Dimulai dari metode pengukuran daya optik, metode OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*), metode *multiplexing* λ (*mux* λ), dan dalam pengukuran saat ini penulis menggunakan Photon Kinetics *Optical Geometry System*. Parameter yang dapat diukur dengan alat ini adalah *diameter core*, *diameter cladding*, *non-circularity core*, *non-circularity cladding*, *concentricity of clad to core*. Hasil pengukuran parameter-parameter ini akan dibandingkan dengan standar dari perusahaan, untuk menentukan apakah fiber optik tersebut layak untuk digunakan.

Kata kunci : fiber optik, cahaya, *non-circularity core*, *non-circularity cladding*, *concentricity of clad to core*.

Abstract

Cable of Fiber optic is a bounded medium capable to carry light. Compared to other cable type, optical fiber can transmit light until a thousand kilometer, and immune to electromagnetic interference. Optical Fiber has some important parameters such as diameter of core, diameter of cladding, non-core circularity, non-cladding circularity, and core to clad concentricity. Those parameters determine the quality of the optical fiber. Methods of measurement of optic fiber are continuously developed, started from method measurement of optic energy, method of OTDR (Optical Time Domain Reflectometer), method of multiplexing λ (mux λ) and in this paper a measurement method to use Photon Kinetics Optical Geometry System is described. Using the above parameters, result of the measurement will be compared to company standard, to determine whether the optical fiber meets the standard or not.

Keywords : optical fiber, non-core circularity, non-cladding circularity, core to clad concentricity, photon kinetics optical geometry system.

Pendahuluan

Beberapa tahun terakhir, pemakaian fiber optik dapat dikatakan telah menggantikan peran kabel tembaga untuk mentransmisikan sinyal komunikasi. Hal ini diakibatkan karena fiber optik dapat menjangkau jarak yang sangat jauh. Fiber optik merupakan kabel yang memiliki fungsi yang sama dengan kabel tembaga. Hanya yang membedakannya adalah fiber optik menyalurkan

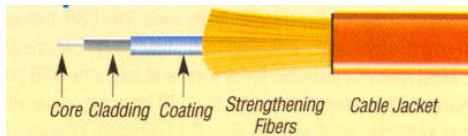
cahaya untuk mentransmisikan informasinya sedangkan kabel tembaga menyalurkan informasinya dengan listrik.

Kabel fiber optik terdiri dari dua jenis, yang dikenal sebagai *single-mode* dan *multi-mode*. Kabel *single-mode* dapat menjangkau jarak yang lebih jauh dan hanya mengirim satu sinyal pada satu waktu. Kabel *multi-mode* mengirim sinyal yang berbeda pada saat

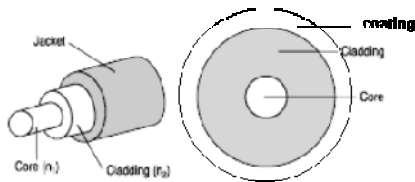
yang bersamaan, mengirim data pada sudut refraksi yang berbeda pada saat yang bersamaan, mengirim data pada sudut refraksi yang berbeda. Kabel single mode dapat menjangkau ratusan kilometer sedangkan kabel multi mode biasanya hanya mencapai 550 meter atau kurang dari itu.

Fiber Optik

1. Konstruksi dan Komunikasi Fiber Optik
 Elemen dasar sebuah kabel Fiber Optik adalah *cladding* dan *core*. yang membedakan keduanya adalah *index bias* bahan. Cahaya yang disalurkan merambat pada *core*. Pola rambatannya mengikuti pola cahaya masuk. Cahaya dipantulkan oleh *cladding* sepanjang saluran. Ukuran silinder fiber optik sangat kecil dan tidak akan jelas terlihat tanpa alat bantu.



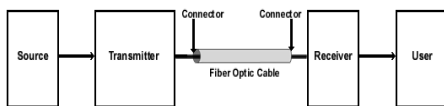
Gambar 1. Konstruksi Fisik Fiber Optik



Gambar 2. Penampang Dasar Fiber Optik

Aliran data menggunakan fiber optik terdiri atas :

- a) *Optical Transmitter* : Menghasilkan sinyal sekaligus mengkodekan sinyal tersebut menjadi sinyal cahaya.
- b) *Optical Fiber* : Menghantarkan sinyal cahaya.
- c) *Optical Generator* : Kemungkinan diperlukan untuk memperkuat sinyal yang telah lemah (jika jarak yang ditempuh sangat jauh).
- d) *Optical Receiver* : Menerima sinyal cahaya dan mengodekan kembali menjadi sinyal semula.



Gambar 3. Komposisi Dasar Sistem Komunikasi Fiber Optik

2. *Transmitter*

Transmitter menerima sinyal informasi dari sumber dan mengantarkannya ke perangkat optik yang kemudian mengodekannya menjadi sinyal cahaya

sesuai dengan sinyal informasinya. Secara fisik, *transmitter* berada dekat dengan fiber optik, dimana transmitter memiliki lensa untuk memfokuskan cahaya menuju fiber optik. Jika menggunakan laser, daya yang dihasilkan akan lebih besar dibandingkan dengan LED, akan tetapi laser sangat sensitif terhadap perubahan temperatur dan jika ditinjau dari harga, laser jauh lebih mahal. Panjang gelombang sinyal cahaya pada umumnya berkisar antara 850 nm, 1300 nm dan 1550 nm.

3. *Optical Regenerator*

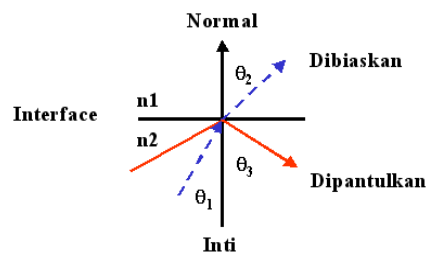
Sinyal akan hilang atau melemah ketika cahaya ditransmisikan melalui fiber, terutama jika jarak yang ditempuh terhitung jauh, seperti pada kabel bawah laut. Oleh karena itu, *optical regenerator* dapat disambungkan pada jarak tertentu untuk memperkuat sinyal yang lemah.

4. *Optical Receiver*

Optical receiver merupakan awak kapal pada kapal penerima. Ia menerima sinyal digital yang datang, mengkodekan kembali menjadi sinyal semula, kemudian mengirim sinyal elektrik menuju *user*, seperti komputer, TV, radio, dsb.

Perambatan Cahaya

Penemuan fiber optik sebagai media transmisi pada suatu sistem komunikasi didasarkan pada hukum Snellius untuk perambatan cahaya pada media transparan, seperti pada kaca yang terbuat dari kuartz kualitas tinggi dan dibentuk dari dua lapisan utama yaitu lapisan inti, biasanya disebut *core* yang terletak pada lapisan yang paling dalam dengan indeks bias n_1 dan dilapisi oleh *cladding* dengan indeks bias n_2 yang lebih kecil dari n_1 .



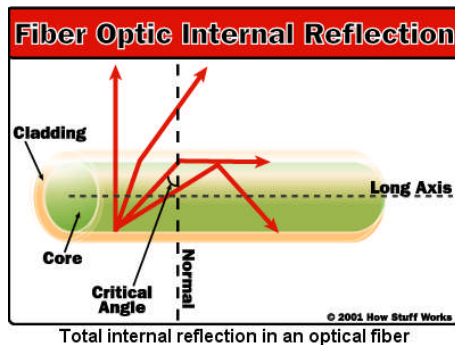
Gambar 4. Perambatan Cahaya

Pulsa cahaya yang dibangkitkan akan dengan mudah merambat sepanjang fiber-optik karena terdapat suatu prinsip yang dikenal dengan **Total Internal Reflection**.

Jika sudut datang sinar merupakan *critical angle*, maka sinar tersebut tidak akan dipantulkan atau dibiaskan, tetapi akan merambat pada permukaan diantara kedua medium tersebut. Oleh karena itu,

nilai dari *critical angle* tergantung dari besarnya n_1 dan n_2 . Dimana indeks bias n_1 harus lebih besar daripada indeks bias n_2 .

Untuk semua sinar dengan sudut datang (α) lebih besar daripada *critical angle* (α_0), maka sinar tersebut tidak akan dibiaskan, akan tetapi dipantulkan kembali. Maka, kejadian ini yang disebut sebagai *total internal reflection*.



Gambar 5. Total Internal Reflection Pada Fiber Optik

PENGUKURAN PARAMETER FIBER OPTIK

Parameter Fiber Optik

1. Atenuasi

Atenuasi adalah besaran pelemahan energi sinyal informasi dari fiber optik yang dinyatakan dalam dB dan disebabkan oleh 3 faktor utama yaitu absorpsi, hamburan (*scattering*) dan mikro-bending. Atenuasi menyebabkan pelemahan energi sehingga amplitudo gelombang yang sampai pada penerima menjadi lebih kecil dari pada amplitudo yang dikirimkan oleh pemancar. Faktor-faktor penyebab terjadinya redaman pada fiber optik adalah:

a) Absorpsi

Absorpsi merupakan sifat alami suatu gelas. Pada daerah-daerah tertentu gelas dapat mengabsorpsi sebagian besar cahaya seperti pada daerah ultraviolet. Hal ini disebabkan oleh adanya gerakan elektron yang kuat. Demikian pula untuk daerah inframerah.

b) Hamburan

Scattering (hamburan), disebabkan karena tidak homogenya struktur fiber optik. Seberkas cahaya yang melalui suatu gelas dengan variasi indeks bias disepanjang gelas tadi, sebagian energinya akan hilang dihamburkan oleh benda-benda kecil yang ada di dalam gelas. Hamburan yang disebabkan oleh tumbukan cahaya dengan partikel tersebut dinamakan hamburan Rayleigh (*Rayleigh Scattering*).

c) Radiative Losses

Radiative Losses, terjadi karena adanya lekukan (*bending*) maupun sambungan (*coupling*) pada fiber optik. *Macrobending* terjadi pada saat penggulangan serat atau penarikan serat yang mengelilingi sudut sedangkan *microbending* bersifat internal, yaitu tekanan yang timbul pada proses pengkabelan dari pabrik.

2. Dispersi

Dispersi adalah pelebaran pulsa cahaya. Jika pelebaran pulsa tersebut telah mencapai titik tertentu maka akan terjadi overlap dan membuka peluang terjadinya kesalahan pendeteksian bit 0 dan 1, yang sering disebut dengan *Inter Symbol Interferensi* (ISI).

3. Numerical Aperture

Merupakan pengukuran sudut dari cahaya yang diterima oleh fiber optik, hal ini terjadi karena perbedaan dari indeks bias antara *core* dengan *cladding*. Dapat diartikan sebagai ukuran kemampuan dari fiber optik untuk menangkap berkas cahaya yang dihasilkan oleh sumber optik.

Photon Kinetics 2400 Optical Geometry System

Photon Kinetics 2400 Optical Geometry System seperti pada Gambar 6 dengan analisa gray-scale yang terotomasi dirancang untuk mengukur parameter geometri kaca fiber (mencakup diameter *cladding* dan *core*, *non-circularity*, dan konsentrisitas antara *core* dan *cladding*) dengan cepat, teliti serta dapat dilakukan berulang-ulang. Standar dari tipe 2400 terdiri dari suatu *Optical Unit* dan *Control Unit* yang terintegrasi.



Gambar 6. Photon Kinetics 2400 Optical Geometry System

Untuk mendukung kinerja dari *Photon Kinetics 2400 Optical Fiber Geometry System* ini, di bawah ini adalah beberapa alat yang akan digunakan :

a) Coating Cleaver

Coating cleaver akan mengupas *coating* yang masih melekat pada *fiber*. Dengan menjepit *fiber* pada lubang yang terdapat pada alat ini, *coating* akan

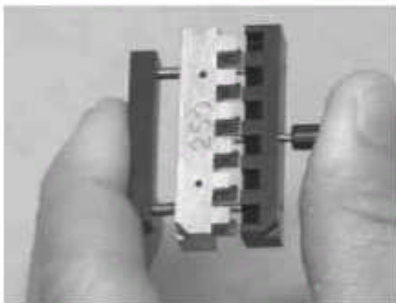
langsung terkelupas dengan menarik *coating cleaver* searah dengan posisi *fiber*. Setelah terkelupas, maka sisa *buffer* tadi harus dibersihkan dengan alkohol agar senyawa *fiber* tetap terjaga dari partikel asing.



Gambar 7. *Coating Cleaver*

b) *Fiber Holder*

Fiber holder berfungsi untuk mempertahankan kedudukan *fiber* saat diuji. Kedua ujung dari *fiber holder* ini memiliki lubang kecil yang diameternya sesuai dengan ukuran *fiber* optik (baik *single-mode* ataupun *multi-mode*).



Gambar 8. *Fiber Holder* dalam keadaan terbuka

c) PK FK II *Fiber Cleaver*

Pisau pada *fiber cleaver* akan memotong *fiber* secara horizontal. Pemotongan ini dilakukan dengan cara memasukkan *fiber* ke dalam *fiber holder*. Setelah itu *fiber holder* tersebut ditempatkan dalam posisi horizontal pada *stage* yang telah disediakan dan setelah *fiber* dijepit, maka *cleaver* akan memotong *fiber*. Pemotongan *fiber* dimaksudkan agar ujung-ujung *fiber* dapat terpotong dengan rata, dengan tingkat kecacatan serendah mungkin agar tidak terjadi penghamburan cahaya sehingga tingkat kesalahan sinyal cahaya dapat ditekan serendah mungkin.



Gambar 9. PK FK II *Fiber Cleaver*

Penggunaan Photon Kinetics 2400 Optical Geometry System

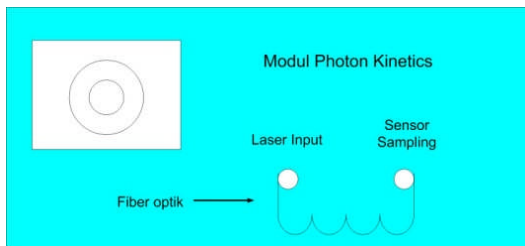
Sebelum menggunakan alat ini, persiapan *fiber* yang akan diuji akan sangat menentukan kualitas dari hasil pengujian. Ujung dari *fiber* yang akan diuji akan dipotong dengan menggunakan *fiber cleaver*. Hasil pemotongan haruslah rata (*flat*) agar tidak terjadi penghamburan sinyal saat diukur.

1. Pemotongan *Fiber*

The Photon Kinetics FK11-PK *cleaver* merupakan suatu komponen utama yang berfungsi untuk memotong *fiber*. Untuk persiapan memotong ujung dengan pemotong FK11-PK, lakukanlah prosedur di bawah ini.

- a) Kupaslah *jacket/buffer* yang masih melekat pada *fiber* menggunakan *buffer cleaver* sehingga yang tersisa hanya *core* dari.
- b) Pastikan *tension lever* berada dalam keadaan horizontal. *blade release lever* (pisau) berada dalam posisi di atas, dan *fiber clamp* (penjepit *fiber*) dalam keadaan terbuka.
- c) Masukkan *fiber* ke dalam *fiber holder* sedemikian rupa sehingga terdapat jarak dari ujung *fiber* ke ujung *fiber holder* kurang lebih 10 cm.
- d) Tempatkan *fiber holder* pada tempat yang telah dirancang sehingga ujung *fiber* yang tersisa tadi berada pada *fiber clamp*.
- e) Dorong *fiber holder* ke kanan hingga tidak dapat lagi bergerak.
- f) Kunci *fiber clamp* dengan memutar *handle* (pengungkit) searah jarum jam hingga posisi *handle* berada di bawah.
- g) Turunkanlah pengungkit *tension lever* agar ujung *fiber* yang dijepit tadi akan tertarik yang akan menyebabkan *fiber* yang akan dipotong menjadi rapat sehingga memudahkan saat pemotongan.
- h) Turunkan dengan perlahan pengungkit *blade release lever* itu hingga *fiber* terpotong.

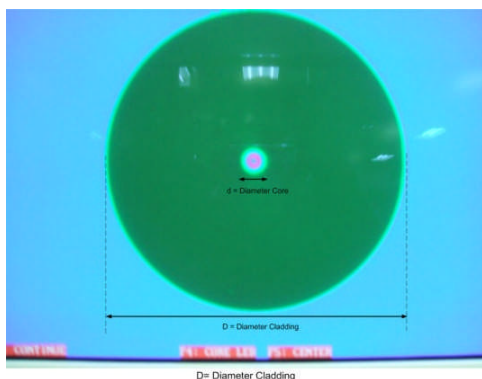
- i) Setelah *fiber* telah terpotong, gerakkan *blade release lever* ke atas kembali.
 - j) Lepaskan *fiber holder* dari tempat tersebut, keluarkan *fiber* dari *fiber holder*, kemudian buanglah sisa *fiber* yang telah terpotong yang masih berada pada *fiber clamp*.
2. Pengoperasian Modul Photon Kinetics 2400
 Sebelum melakukan pengukuran, persiapkan *fiber* optik dan pasanglah semua komponen pendukung seperti skema di bawah ini:



Gambar 10. Skema Pengukuran *Fiber* Optik Menggunakan Photon Kinetics

Setelah itu, lakukan langkah-langkah di bawah ini:

- Hidupkan monitor dan printer secara bersamaan dengan memindahkan masing – masing switch menuju “on”.
- Untuk menyalakan modul 2400, maka ubah switch yang berada pada bagian belakang modul menuju bagian logic “1”. Setelah itu secara otomatis modul akan melakukan *self – checking* dan *boot – up* kurang lebih 20 detik. Bunyi *beep* menandakan eksekusi tersebut telah selesai.
- Monitor akan menampilkan *main menu* (menu DEMO). Dan setelah itu *user* dapat melakukan pengukuran terhadap *fiber* optik dengan tampilan monitor seperti Gambar .

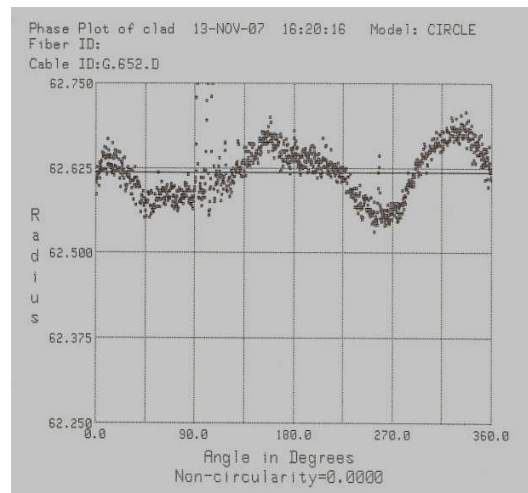


Gambar 11. Penampang *Fiber* yang Sedang Diuji

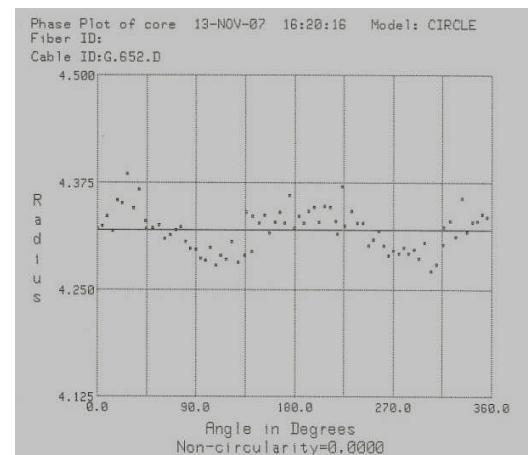
Hasil Pengukuran dan Analisa

Standar merupakan suatu penetapan nilai tertentu baik berupa satuan maupun besarnya yang akan menjadi suatu acuan dalam melakukan suatu pengujian. Nilai standar ini akan dibandingkan dengan hasil pengujian, yang nantinya akan diketahui apakah nilai dan besaran tersebut masuk ke dalam suatu spesifikasi yang telah ditetapkan tersebut. Hal ini dilakukan untuk menjaga mutu dan kebaikan kinerja suatu sistem dalam menjalankan suatu perangkat.

1. Hasil Pengukuran Pemodelan *Circle*

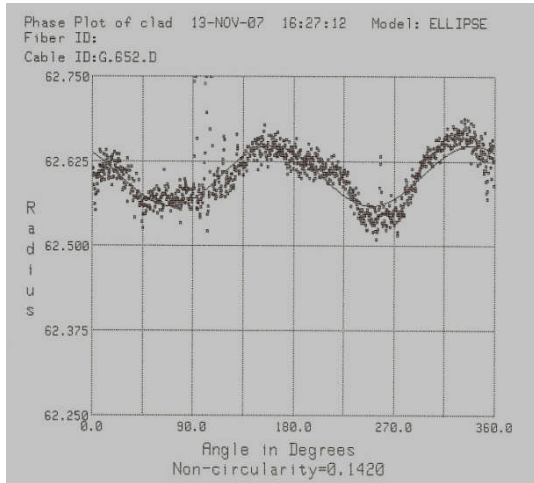


Gambar 12. Phase Plot of *Clad* Pemodelan *Circle*

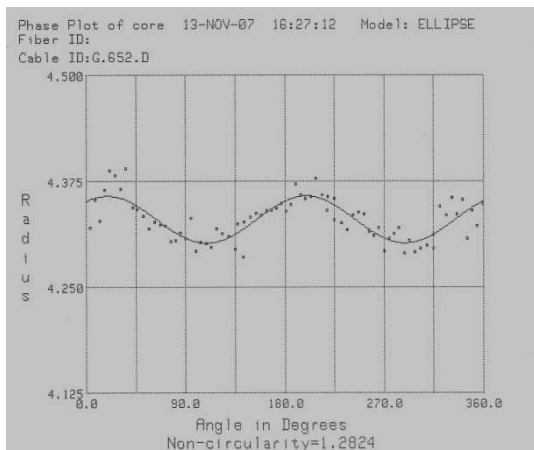


Gambar 13. Phase Plot of *Core* Pemodelan *Circle*

2. Hasil Pengukuran Pemodelan *Ellipse*



Gambar 14. Phase Plot of Clad Pemodelan Ellipse



Gambar 15. Phase Plot of Core Pemodelan Ellipse

Table Hasil Pengukuran

Tabel-1 Hasil pengukuran Table Pemodelan Circle

```

fiberid =
logtime = 13-NOV-07 16:26:49

+-----+
| Fiber Glass Geometry Measurement Results Table |
+-----+
| layer | diameter | noncirc |
+-----+
| core  | 8.67     | 0.00    |
| clad  | 125.20   | 0.00    |
+-----+

concentricity of clad to core = 0.02 um
    
```

Tabel-2. Hasil Pengukuran Table Pemodelan Ellipse

```

fiberid =
logtime = 13-NOV-07 16:27:12

+-----+
| Fiber Glass Geometry Measurement Results Table |
+-----+
| layer | diameter | noncirc |
+-----+
| core  | 8.66     | 1.28    |
| clad  | 125.21   | 0.14    |
+-----+

concentricity of clad to core = 0.03 um
    
```

Berbagai macam parameter yang menjadi sifat *fiber* optik, Tabel-3 merupakan tabel hasil pengujian terhadap *fiber* optik yang dapat diukur menggunakan Photon Kinetics ini.

Tabel-3 Perbandingan Masing-masing Model Pengujian

	Model Pengujian	
	Circular	Elliptical
Diameter Core	8.67 μm	8.66 μm
Diameter Cladding	125.20 μm	125.21 μm
Non-circularity core	0.00 %	1.28 %
Non-circularity cladding	0.00 %	0.14 %
Concentricity of clad to core	0.02 μm	0.03 μm

Sedangkan menurut STEL (Standar Telekomunikasi) yang dikeluarkan oleh PT. TELKOM, table-4 mewakili STEL yang berisi parameter *fiber* optik yang akan dibandingkan dengan hasil pengukuran

Tabel-4 Nilai Parameter Nilai STEL

	STEL TELKOM	
	Parameter	Tolerance
Diameter Core	8.6-9.5 μm	$\pm 0.7 \mu\text{m}$
Diameter Cladding	125 μm	$\pm 1 \mu\text{m}$
Non-circularity cladding	Max 2 %	0.14 %
Concentricity of clad to core	Max 0.8 μm	-

Terlihat dari table-4 di atas, nilai dari diameter core pada pemodelan *circular* dan *ellipse* tidak berbeda jauh, yaitu berkisar antara 8.64 μm sampai 8.67 μm .

Pada pengukuran besar diameter *cladding*, dari ketiga model pengukuran, besar diameter *cladding* hampir serupa, yaitu berkisar antara 125.20 μm sampai 125.25 μm .

Non-circularity adalah suatu nilai ketidakbulatan baik *core* maupun *cladding*. Hal ini dipengaruhi oleh besarnya nilai diameter *core* ataupun *cladding*. Pada STEL hanya terdapat nilai *non-circularity* untuk *cladding*. Besarnya nilai *non-circularity* tersebut adalah 2.0 % sehingga nilai *Non-circularity* pada pemodelan ellipse yang bernilai 1.28 % tidak menjadi masalah.

Concentricity adalah suatu keadaan dimana kedudukan *core* dan *cladding* berada pada satu pusat.

Dari hasil pengukuran di atas, besar nilai *concentricity* tidak berbeda jauh, yaitu berkisar antara 0.02 μm sampai 0.03 μm . Besar *concentricity* dari masing-masing pemodelan tidak perlu dipermasalahkan karena besarnya masih berada dalam ukuran standar diameter *core* dari *fiber* optik *single-mode*, yaitu memiliki nilai maksimal 0.8 μm .

Jadi, dari seluruh parameter yang dapat diukur oleh Photon Kinetics 2400 ini, besar nilai parameter-parameter tersebut masih berada di dalam standar range dari nilai pada STEL PT.TELKOM.

Kesimpulan

1. Aliran data menggunakan *fiber* optik terdiri atas:
 - a) *Optical Transmitter*
 - b) *Optical Fiber*
 - c) *Optical Generator*
 - d) *Optical Receiver*
2. Elemen dasar sebuah kabel *Fiber* Optik *cladding* dan *core*, dalam *fiber* optik, cahaya merambat pada *core* dengan indeks bias n_1 dan dipantulkan secara konstan oleh *cladding* dengan indeks bias n_2 .
3. Pada lima parameter yang dapat diukur oleh Photon Kinetics ini, kelima nilai parameter tersebut seluruhnya masih berada dalam standar telekomunikasi PT.TELKOM (STEL). Sehingga *fiber* optik ini dapat dikategorikan sebagai *fiber* optik lulus uji.

Daftar Pustaka

- Mahlke, G. dan Gossing, P. *Fiber Optic Cables*. 1993. Munich: Siemens Aktiengesellschaft.
- Telcom Report Vol. 6(1983) special Issue "Optical Communications" Hartmut Schneider and Gunter Zeidler "Manufacturing Processes and Designs of Optical Waveguides" pp. 27 to 32.
- Telcom Report Vol. 6(1983) special Issue "Optical Communications" Gunter Zeidler "Designing Fiber-Optic Cable System" pp 41 to 45.
- Telcom Report Vol. 6(1983) special Issue "Optical Communications" Ulrich Deserno and Dieter Schicketanz "Measurement Methods for Future Fiber-Optic Applications" pp. 176 to 182.
- Telcom Report Vol. 6(1983) special Issue "Optical Communications" Norbert Sutor "Testing the Mechanical and Thermal Characteristics of Optical Cables" pp. 183 to 187.

<http://www.fiberopticonline.com>

<http://www.arcelect.com/fibercable.htm>

<http://www.fiber-optics.info/glossary-t.htm>

<http://www.telebyteusa.com/foprimer/foch2.htm#2.1>