

KOSTRUKSI KABEL OPTIK

Persyaratan yang dibutuhkan oleh serat optik adalah :

- a. Tidak putus saat gaya rentang (tensile force) bekerja pada serat optik.**
- b. Tidak mengalami perubahan kulaitas perambatan cahaya akibat tekanan dari samping seperti misalnya microbending.**
- c. Serat optik ditempatkan secara khusus didalam kabel optik.**
- d. Pada sambungan serat optik harus diberi penguat.**

Kabel Serat Optik

- Tujuan :
 - Memberikan kekuatan dan perlindungan, sementara tetap meminimalkan volume dan berat.
 - Mencegah rugi2 optis tambahan
 - Memungkinkan adanya konduktor penyalur catuan daya
- Karakteristik diharapkan :
 - Meminimalkan rugi2 optis karena tekanan
 - Kuat thd tarikan
 - Tahan thd penetrasi uap air
 - Tdk terpengaruh pd lingkungan
 - Mudah dipindahkan dan diinstalasi → cocok dgn perangkat instalasi
 - Murah (pembelian, instalasi, pengoperasian)

KABEL SERAT OPTIK

Berbeda dengan kabel metalik, kabel serat optik ukurannya kecil, ± 3 cm, dan lebih ringan sehingga instalasi kabel serat optik dapat dilakukan melalui beberapa span secara sekaligus. Panjang kabel serat optik dalam satu haspel biasanya mencapai 2 s/d 4 km.

Pada saat ini, untuk mengatasi keterbatasan kapasitas kabel tembaga, maka pembangunan junction menggunakan kabel serat optik jenis single mode.

Ada dua jenis pengemasan kabel optik, yaitu :

1. PIPA LONGGAR (Loose Tube).

Serat optik ditempatkan di dalam pipa longgar (loose tube) yang terbuat dari bahan PBTP (Polybutylene Terephthalate) dan berisi jelly.

Saat ini sebuah kabel optik maksimum mempunyai kapasitas 8 loose tube, di mana setiap loose tube berisi 12 serat optik.

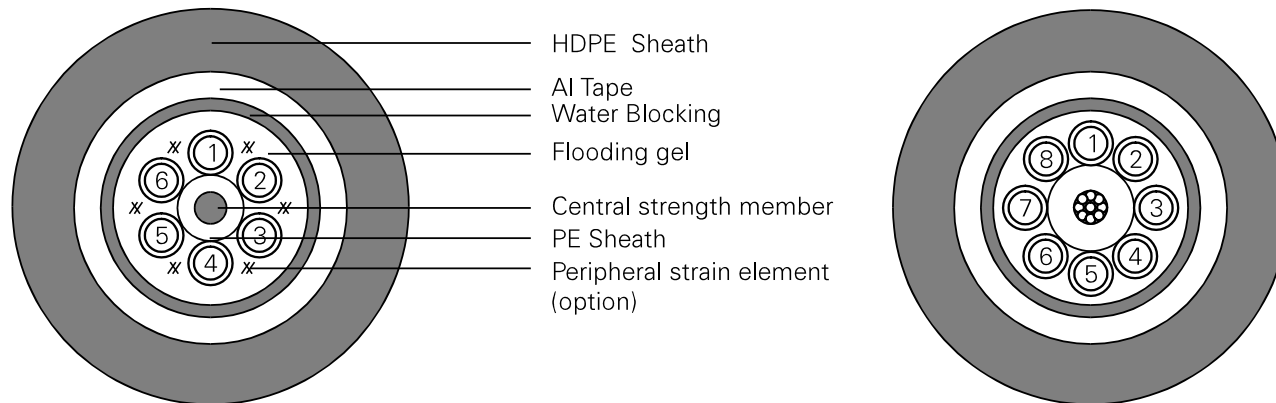
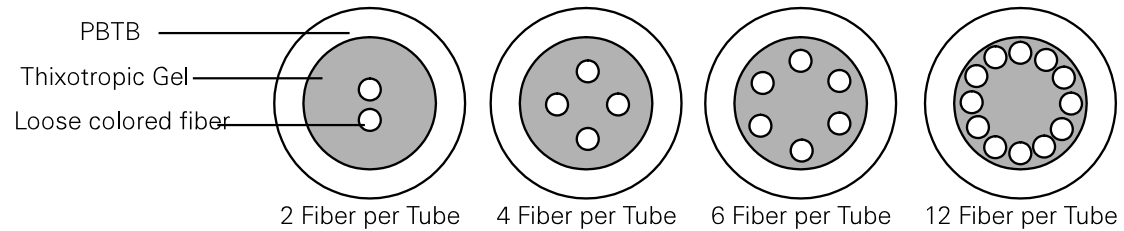
2. ALUR (Slot)

Serat optik ditempatkan pada alur (slot) di dalam silinder yang terbuat dari bahan PE (Polyethylene). Pada saat di Jepang telah dibuat kabel jenis slot dengan kapasitas 1.000 serat dan 3.000 serat.

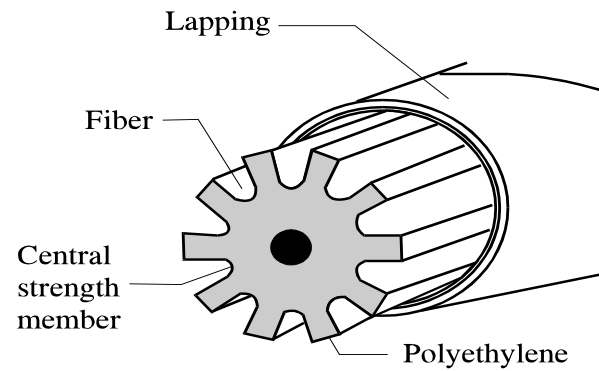
Diameter dan berat kabel optik jenis slot (di Jepang) :

Cable type	Diameter (mm)	Weight (kg)
400-fiber cable	24 (25)	0.57 (0.65)
600-fiber cable	24 (25)	0.57 (0.65)
800-fiber cable	30 (31)	0.85 (1.02)
1.000-fiber cable	30 (31)	0.85 (1.02)

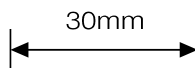
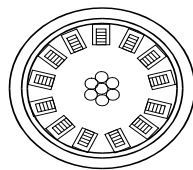
Penampang Kabel Optik Jenis Loose Tube



Penampang Kabel Optik Jenis Slot

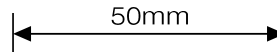
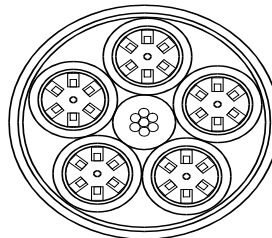


1000-fiber cable



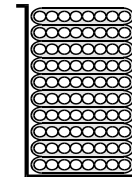
30mm

3000-fiber cable



50mm

10 fiber ribbons in one slot

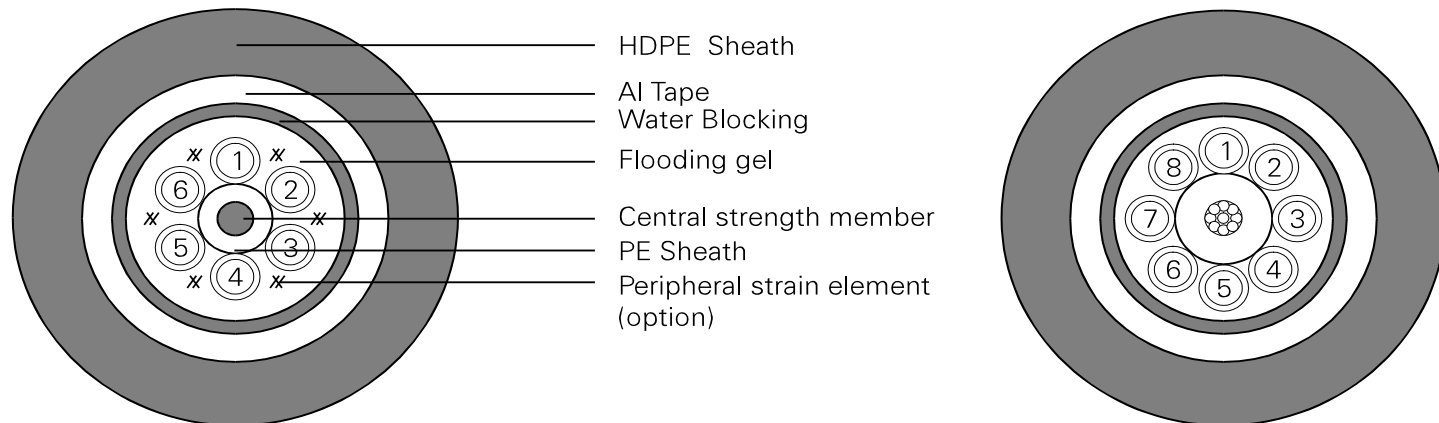
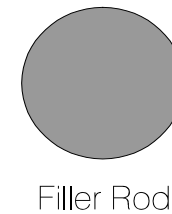
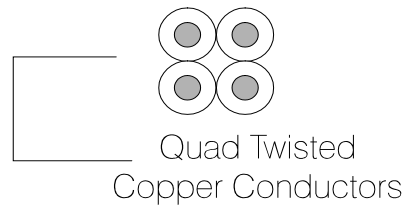
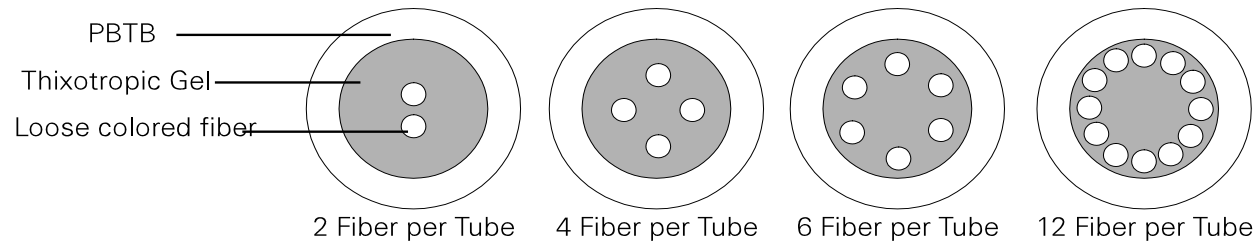


0.3 mm-thickness 8 fiber ribbon

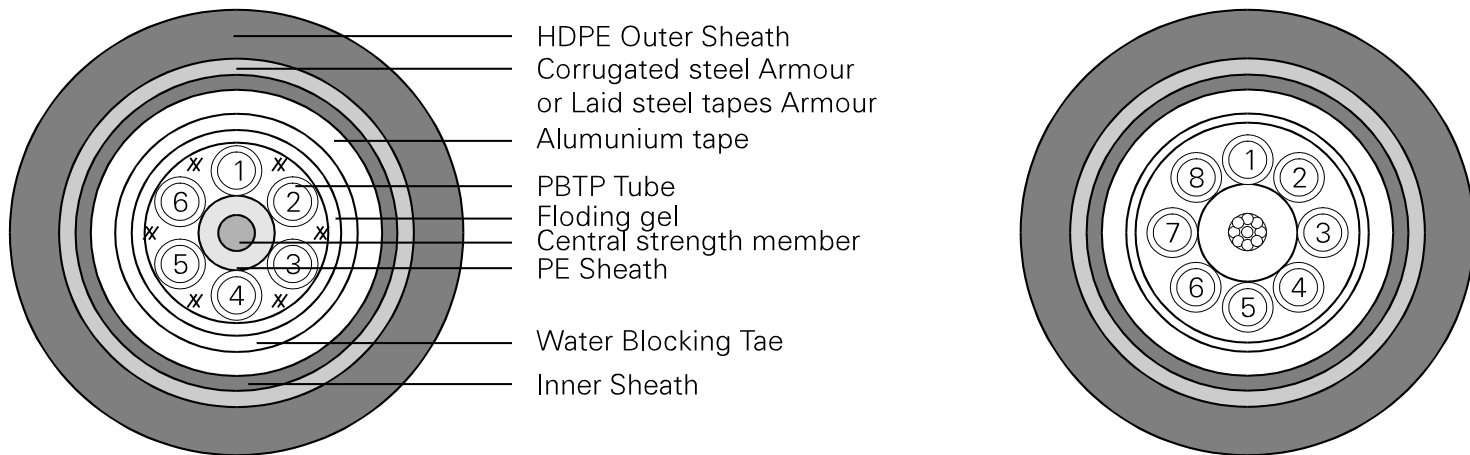
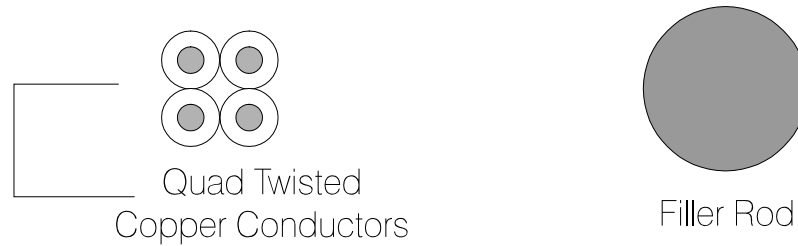
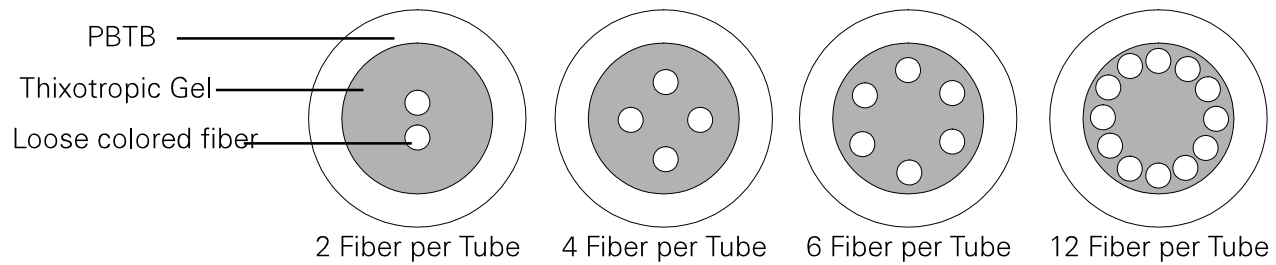
KONSTRUKSI KABEL OPTIK

Sesuai dengan konstruksinya kabel optik terdiri dari :

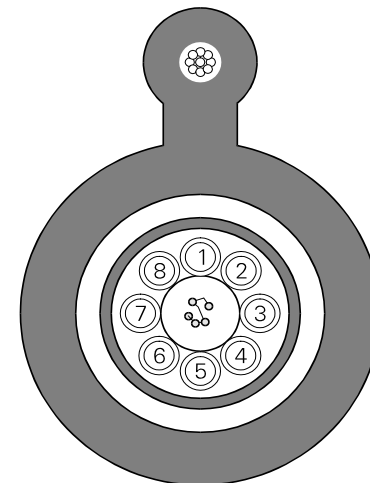
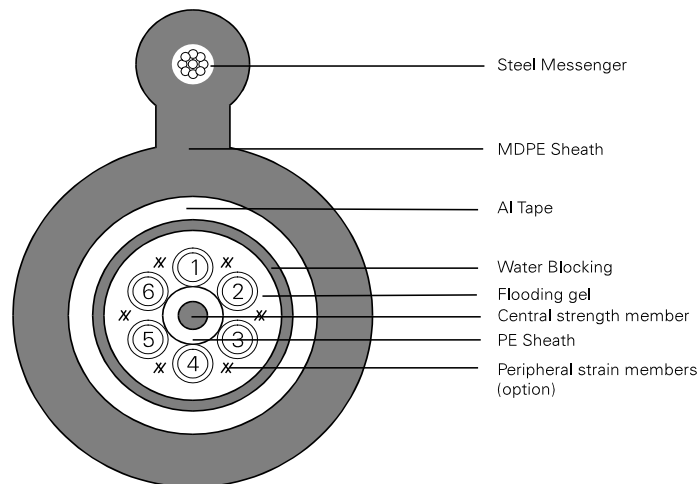
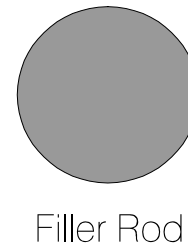
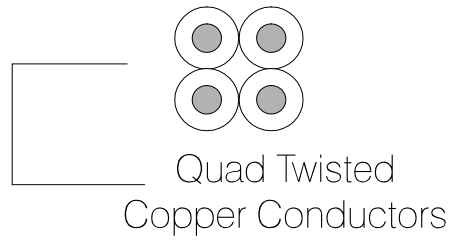
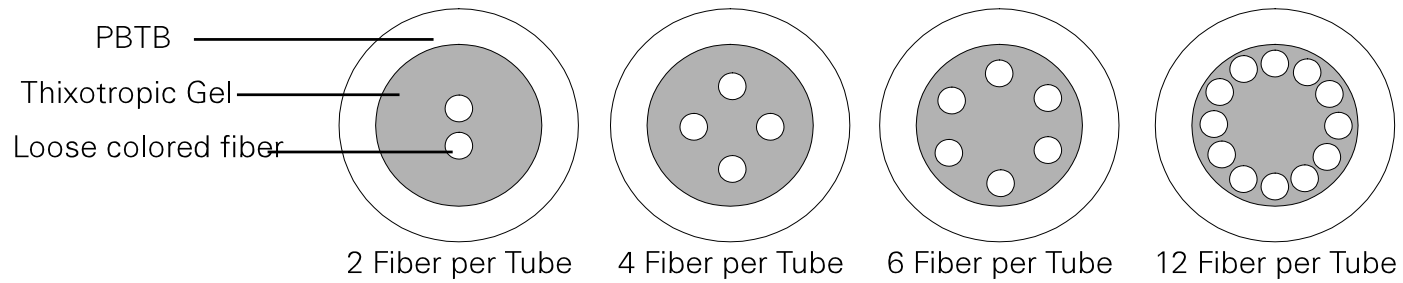
- a. Kabel duct
- b. Kabel tanah
- c. Kabel atas tanah
- d. Kabel rumah



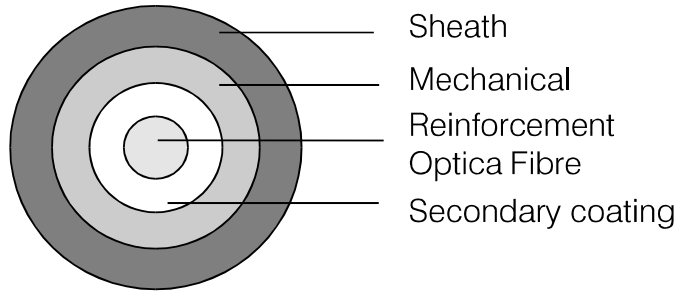
Konstruksi Dasar Kabel Optik Duct



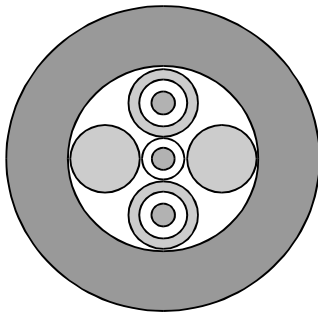
Konstruksi Dasar Kabel Optik Bawah Tanah



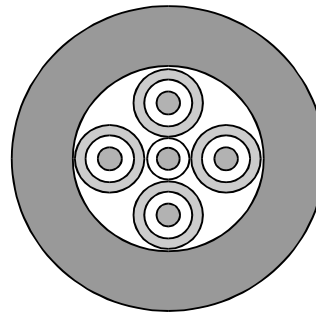
Konstruksi dasar Kabel Optik Atas Tanah



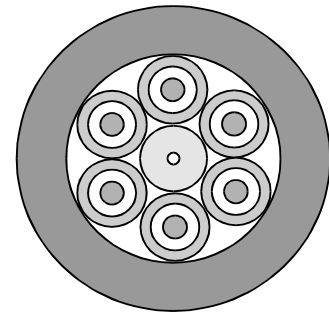
SINGLE FIBRE DESIGN



2 FIBRES

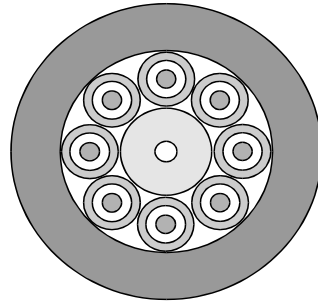


4 F BRES

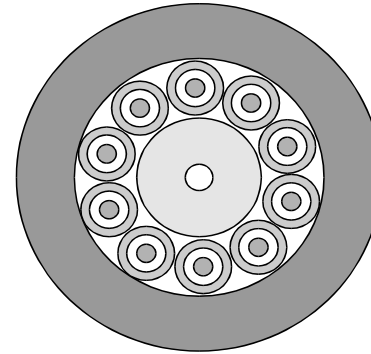


6 F BRES

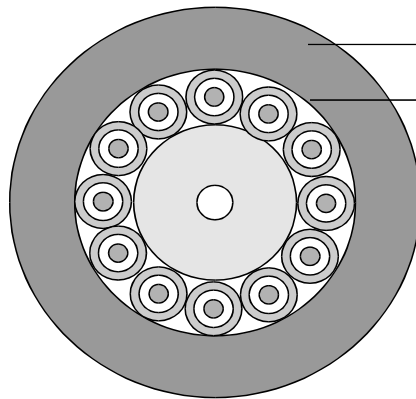
Konstruksi Dasar Kabel Rumah (2 s/d 6 fiber)



8 FIBRES



10 FIBRES



12 FIBRES

OUTER SHEATH

CABLE CORE COVERING



OPTICAL ELEMENT



FILLER



CENTRAL STRENGTH
MEMBER

(Sheathed with thermoplastic material)

Konstruksi Dasar Kabel Rumah (8 s/d 12 fiber)

Fungsi dan bagian-bagian kabel optik jenis loose tube :

- a. Loose tube, berbentuk tabung longgar yang terbuat dari bahan PBTP (Polybuty leneterephtalet) yang berisi thixotropic gel dan serat optik ditempatkan didalamnya.**

Konstruksi loose tube yang berbentuk longgar tersebut mempunyai tujuan agar serat optik dapat bebas bergerak, tidak langsung mengalami tekanan atau gesekan yang dapat merusak serat pada saat instalasi kabel optik.

Thixotropic gel adalah bahan semacam jelly yang berfungsi melindungi serat dari pengaruh mekanis dan juga untuk menahan air.

Sebuah loose tube dapat bersisi 2 sampai dengan 12 serat optik. Sebuah kabel optik dapat bersisi 6 sampai dengan 8 loose tube.

- b. HDPE Sheath atau High Density Polyethylene Sheath yaitu bahan sejenis polyethylene keras yang digunakan sebagai kulit kabel optik berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi serat optik dari pengaruh mekanis pada saat instalasi.**

- c. Alumunium tape atau lapisan alumunium ditempatkan diantara kulit kabel dan water blocking berfungsi sebagai konduktivitas elektris dan melindungi kabel dari pengaruh mekanis.**
- d. Flooding gel adalah bahan campuran petroleum, synthetic dan silicon yang mempunyai sifat anti air. Flooding gel merupakan bahan pengisi yang digunakan pada kabel optik agar kabel menjadi padat.**
- e. PE Sheath adalah bahan polyethylene yang menutupi bagian central strength member.**
- f. Central strength member adalah bagian penguat yang terletak ditengah-tengah kabel optik. f Central Strength Member dapat merupakan: pilinan kawat baja, atau Solid Steel Core atau Glass Reinforced Plastic.**

Central Strength member mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi yang diperlukan pada saat instalasi.

- g. Peripheral Strain Elements terbuat dari bahan polyramid yang merupakan elemen pelengkap optik yang diperlukan untuk menambah kekuatan kabel optik. Polyramid mempunyai kekuatan tarik tinggi.**

Fungsi dan bagian-bagian kabel optik jenis slot:

- a. Kulit kabel, terbuat dari bahan sejenis polyethylene keras, berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi serat optik dari pengaruh mekanis saat instalasi.**
- b. Aluran (slot) terbuat dari bahan polyethylene berfungsi untuk menempatkan sejumlah serat. Untuk kabel optik jenis slot dengan kapasitas 1000 serat, diperlukan 13 aluran (slot) dan 1 slot berisi 10 fiber ribbons. 1 fiber ribbon berisi 8 serat.**
- c. Central strength member adalah bagian penguat yang terletak ditengah-tengah kabel optik. Central strength member terbuat dari pilinan kawat baja yang mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi yang diperlukan pada saat instalasi.**

SPEKIFIKASI KABEL OPTIK

Karakteristik Mekanis :

- 1. Fiber Bending (tekukan Serat)**
Tekukan serat yang berlebihan (terlalu kecil) dapat mengakibatkan bertambahnya optical loss.
- 2. Cable Bending (tekukan Kabel)**
Tekukan kabel pada saat instalasi harus di jaga agar tidak terlalu kecil, karena hal ini dapat merusak serat sehingga menambah optical loss.
- 3. Tensile Strength (daya rentang)**
Tarikan yang berlebihan dapat merusak kabel atau serat.
- 4. Crush**
Crush atau tekanan yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak / patah, sehingga dapat menaikkan optical loss
- 5. Impact (tubrukan)**
Impact adalah beban dengan berat tertentu yang dijatuhkan dan mengenai kabel optik. Berat beban yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak / patah, sehingga dapat menaikkan optical loss.
- 6. Cable Torsion (pilinan/puntiran)**
Torsi yang diberikan kepada kabel dapat merusak selubung kabel dan serat

Spesifikasi kabel optik.

Jumlah loose tube	Jumlah serat per loose tube	Diameter luar/dalam Loose tube (mm)	Diameter luar kabel (mm)	Jumlah serat
6	2	2.2 x 1.4	13	4-12
6	4	2.2 x 1.4	13	4-24
6	6	2.5 x 1.5	13.5	6-36
6	12	3.5 x 2.5	16	12-72
8	4	2.2 x 1.4	15	24
8	6	2.5 x 1.5	16	24-48
8	12	3.5 x 2.5	17.5	24-96

Jumlah fiber pada 6 Loose tube

	<u>Loose tubes Number</u>					
	1	2	3	4	5	6
<u>Fiber count</u>	<u>(Biru)</u>	<u>(Oranye)</u>	<u>(Hijau)</u>	<u>(Coklat)</u>	<u>(Abu-abu)</u>	<u>(Putih)</u>
4	2	Filler	Quad/Filler 2		Filler	Quad/Filler
4	4	Filler	Filler	Filler	Filler	Quad/Filler
6	2	2	Quad/Filler 2		Filler	Quad/Filler
6	6	Filler	Quad/Filler	Filler	Filler	Quad/Filler
8	2	2	Quad/Filler 2		2	Quad/Filler
8	4	Filler	Quad/Filler 4		Filler	Quad/Filler
10	2	2	2	2	2	Quad/Filler
12	2	2	2	2	2	2
12	4	4	Quad/Filler	Filler	4	Quad/Filler
12	6	Filler	Quad/Filler 6		Filler	Quad/Filler
16	4	4	Quad/Filler 4		4	Quad/Filler
18	6	6	Quad/Filler	Filler	6	Quad/Filler
24	4	4	4	4	4	4
24	6	6	Quad/Filler 6		6	Quad/Filler
24	12	Filler	Quad/Filler 12		Filler	Quad/Filler
36	6	6	6	6	6	6
36	12	12	Quad/Filler	Filler	12	Quad/Filler
48	12	12	Quad/Filler 12		12	Quad/Filler
60	12	12	12	12	12	Quad/Filler
72	12	12	12	12	12	12

Jumlah fiber pada 8 loose tube

	<u>Loose tubes Number</u>							
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
<u>Fiber Count (Biru)</u>	<u>(Oranye)</u>	<u>(Hijau)</u>	<u>(Coklat)</u>	<u>(Abu-abu)</u>	<u>(Putih)</u>	<u>(Merah)</u>	<u>(Hitam)</u>	
24	4	4	4	Quad/Filler	4	4	4	Quad/Filler
24	6	Filler	6	Quad/Filler	6	Filler	6	Quad/Filler
24	12	Filler	Filler	Quad/Filler	12	Filler	Filler	Quad/Filler
36	6	6	6	Quad/Filler	6	6	6	Quad/Filler
36	12	12	Filler	Quad/Filler	12	Filler	12	Quad/Filler
48	6	6	6	6	6	6	6	6
48	12	Filler	12	Quad/Filler	12	Filler	12	Quad/Filler
60	12	12	Filler	Quad/Filler	12	12	12	Quad/Filler
72	12	12	12	Quad/Filler	12	12	12	Quad/Filler
84	12	12	12	12	12	12	12	Quad/Filler
96	12	12	12	12	12	12	12	12

Copper Conductor

Placement of copper quads	
Six loose tubes design	Position
One quad	6
Two quad	3 and 6
Eight loose tubes design	Position
One quad	8
Two quad	4 and 8

Kode warna serat

1	2	3	4	5	6
Biru	Oranye	Hijau	Coklat	Abu-abu	Putih

7	8	9	10	11	12
Merah	Hitam	Kuning	Ungu	Pink	Turquoise

Kode warna tabung

No. Tabung	Warna
1	Biru
2	Oranye
3	Hijau
4	Coklat
5	Abu-abu
6	Putih
7	Merah
8	Hitam

Diketahui Kabel Optik mempunyai 8 tabung, tiap-tiap tabung berisi 12 serat. Tentukan warna tabung dan serat untuk serat nomor : 12, 21, 32, 43, 54, 65, 76, 80

No. Serat	Warna tabung	Warna serat
12		
21		
32		
43		
54		
65		
76		
80		

Tanda Pengenal Kabel Optik

Kabel Optik harus diberi tanda pengenal yang tidak mudah hilang yang tertera pada kulit kabel di sepanjang kabel.

Adapun tanda pengenal tersebut meliputi :

- Nama pabrik pembuat**
- Tahun pembuatan**

*** Tipe serat optik :**

- SM = Single Mode**
- GI = Graded Indeks**
- SI = Step Index**

*** Pemakaian kabel optik :**

- D = Duct**
- A = Aerial**
- B = Buried**
- S = Submarine**
- I = Indoor**

*** Jenis kabel optik :**

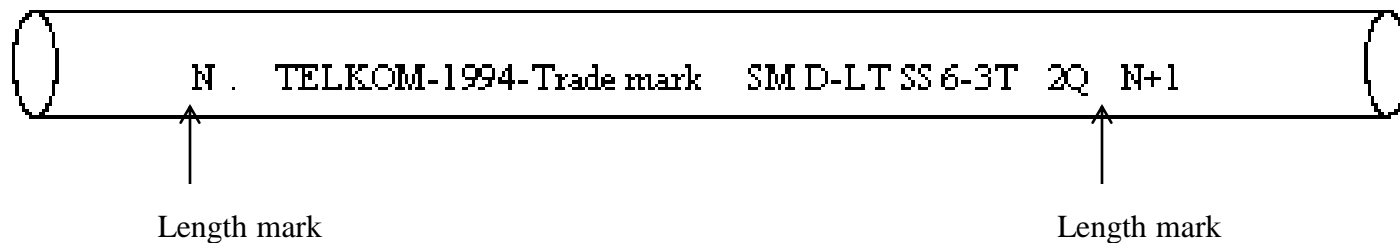
- **LT** = Loose tube
- **SC** = Slotted core
- **TB** = Tight Buffered

*** Struktur penguat :**

- **SS** = Solid Steel Core
- **WS** = Standard Wire Steel
- **GRP** = Glass Reinforced Plastik

Panjang tanda pengenal kabel termasuk nama pabrik dan tahun pembuatan adalah satu meter.

Contoh: SM-D-LT SS 6-3X2 2Q



SM-D-LT SS6-3T 2Q, adalah tanda pengenal kabel optik single mode untuk pemakaian duct dengan jenis loose tube, struktur penguatnya Solid State Core, jumlah serat adalah 6 dengan 3 buah loose tube dan juga mempunyai 2 quad kabel tembaga

Cable Mechanical Characteristics

No.	Property	Value	Unit
Six loose tubes cable design			
1	Tensile strength*		N
	2.2 mm OD	min. 2300	
	2.5 mm OD	min. 2700	
	3.5 mm OD	min. 2700	
2	Crush resistance	≥ 4.5	KN/100 mm
3	Exitension	0.5	%
4	Max. weight	420	Kg/km
Eight loose tubes cable design			
1	Tensile strength*		N
	2.2 mm OD	min. 2300	
	2.5 mm OD	min. 2700	
	3.5 mm OD	min. 2700	
2	Crush resistance	≥ 4.5	KN/100 mm
3	Exitension	0.5	%
4	Max. weight	480	Kg/km

Typical Mechanical Test Requirement

No.	Property	Test parameter				Max.
		Turn	Diameter	Load	Duration	Attenuation
1	Cable Bending	20	20 x OD	-	40 seconds	0.1 dB/km
2	Tensile Strength					
	a. Six Loose Tube	-	2.2 mm OD	2500 N		
			2.5 mm OD	2900 N		
			3.5 mm OD	2900 N		
					10 Minutes	0.1 dB/km
	b. Eighth Loose Tube	-	2.2 mm OD	2900 N		
			2.5 mm OD	3100 N		
			3.5 mm OD	3100 N		
3	Torsion	10	-	-	10 minutes	0.1 dB/km
4	Crush	-	-	4500 N when crushed between two flat platens of 100 mm long.	-	0.1 dB/km at 1550 nm
5	Impact	-	-	3 kg dropped from a height of 1 m	-	0.1 dB/km

Note : The cable shall also be able to withstand a long term residual tension of 1000 N and the fibre strain shall be close to 0.0%.

Fiber Bending

Number	Characteristic	Value
1	Additional loss	< 0.1
2	Radius	30 mm
3	Number of turn	100

KARAKTERISTIK SERAT OPTIK

a. 1310 nm Optimized Fibre and Cable Characteristics Rec. ITU-T G.652

Table I.A
Typical Fibre Construction

Number	Characteristic	Value
1	Fibre type	Single mode
2	Mode Field diameter (1310 nm)	$9.3 \pm 0.5 \mu\text{m}$
3	Mode field concentricity error	Not exceed $1 \mu\text{m}$
4	Cladding diameter	$125 \pm 2 \mu\text{m}$
5	Cladding non circularity	$< 2\%$

Table II.A
Typical Optical Fibre Cable Characteristics

Number	Characteristic	Value
1	Maximum Attenuation at 1310 nm	0.4 dB/Km
2	Maximum Attenuation at 1550 nm	0.3 dB/Km*
3	Maximum chromatic dispersion at 1310 nm	3.5 ps/ (nm.km)
4	Maximum chromatic dispersion at 1550 nm	20 ps/ (nm.km)
5	Min. Bending radius at full tensile strength	20 x cable OD
6	Maximum cut-off wavelength at 1310 nm (λ_{cc})	1270 nm
7	Zero Dispersion Wavelength (λ_0)	1300 - 1324 nm
8	Slope at Zero Dispersion Wavelength (S_0)	≤ 0.093 ps/ (nm ² km)

Note (): For some applications, the maximum attenuation at 1550 nm region could be as small as 0.25 dB/km.*

b. Dispersion Shifted Fibre and Cable Characteristics

Table I.B
Typical Fibre Construction

Number	Characteristic	Value
1	Fibre type	Single mode
2	Mode Field diameter (1550 nm)	$7.0 - 8.3 \pm 0.5 \mu\text{m}$
3	Mode field concentricity error	Not exceed $1 \mu\text{m}$
4	Cladding diameter	$125 \pm 2 \mu\text{m}$
5	Cladding non circularity	$< 2\%$

Table II.B
Typical Optical Fibre Cable Characteristics

Number	Characteristic	Value
1	Maximum Attenuation at 1310 nm	0.4 dB/Km
2	Maximum Attenuation at 1550 nm	0.25 dB/Km*
3	Maximum chromatic dispersion at 1550 nm	3.5 ps/ (nm.km)
4	Min. Bending radius at full tensile strength	20 x cable OD
5	Zero Dispersion Wavelength (λ_0)	$1550 \pm 15 \text{ nm}$
6	Slope at Zero Dispersion Wavelength (S_0)	$\leq 0.085 \text{ ps/ (nm}^2 \text{ km)}$

c. 1550 nm Optimized Fibre and Cable Characteristics

Table I.C
Typical Fibre Construction

Number	Characteristic	Value
1	Fibre type	Single mode
2	Mode Field diameter (1310 nm)	$9.3 \pm 0.5 \mu\text{m}$
3	Mode field concentricity error	Not exceed $1 \mu\text{m}$
4	Cladding diameter	$125 \pm 2 \mu\text{m}$
5	Cladding non circularity	$< 2\%$

Table II.C
Typical Optical Fibre Cable Characteristics

Number	Characteristic	Value
1	Maximum Attenuation at 1310 nm	0.4 dB/Km
2	Maximum Attenuation at 1550 nm	0.2 dB/Km*
3	Maximum chromatic dispersion at 1310 nm	3.5 ps/ (nm.km)
4	Maximum chromatic dispersion at 1550 nm	20 ps/ (nm.km)
5	Min. Bending radius at full tensile strength	20 x cable OD
6	Maximum cut-off wavelength at 1550 nm region (λ_{cc})	1530 nm
7	Maximum Dispersion-slope at 1550 nm	0.06 ps/(nm ² km)

Karakteristik Kabel Optik Multimode

No.	Karakteristik	Nilai
1	Redaman maksimum pada 850 nm	4 dB/km
2	Redaman maksimum pada 1310 nm	2 dB/km
3	Modal distorsion bandwidth (pada kemiringan -3 dB optik) pada 850 nm	> 200 MHz.km
4	Modal distorsion bandwidth (pada kemiringan -3 dB optik) pada 1310 nm	> 200 MHz.km
5	Dispersi chromatic pada 850 nm	£ 120 ps/(nm.km)
6	Dispersi chromatic pada 1310 nm	£ 6 ps/(nm.km)