

ANALISIS PERANCANGAN JALUR ALTERNATIF FIBER  
OPTIK *DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING* PADA  
RUAS CILINCING-TANJUNG PRIOK



QUEEN ANGGUN SIHOMBING

5215134369

**Skripsi Ini Ditulis Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

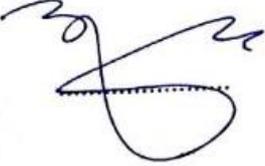
**2017**

# LEMBAR PENGESAHAN

## PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Baso Maruddani, MT. NIP.198305022008011006 (Dosen Pembimbing I)		20/7-17 .....
Arum Setyowati, S.Pd., MT. NIP.197309151999032002 (Dosen Pembimbing II)		19-7-17 .....

## PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
Drs. Wisnu Djatmiko, M.T. NIP. 196702141992031001 (Ketua Penguji)		13/7-17 .....
Dr. Muhammad Yusro, MT. NIP. 197609212001121002 (Sekretaris)		14/7 2017 .....
Efri Sandi, S.Pd., MT NIP.197502022008121002 (Dosen Ahli)		13/7-17 .....

Tanggal Lulus: 10 July 2017

## LEMBAR PERNYATAAN

Nama Mahasiswa : Queen Anggun Sihombing  
No Registrasi : 5215134369  
Judul Skripsi : Analisis Perancangan Jalur Alternatif Fiber Optik *Dense Wavelength Division Multiplexing* Pada Ruas Cilincing-Tanjung Priok

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa peneliti skripsi ini adalah hasil dari penelitian, pemikiran, dan pengkajian asli dari peneliti pribadi pada semua bagian skripsi. Jika ada hasil karya orang lain peneliti akan mencantumkan sumber yang jelas.

Pernyataan ini peneliti buat dengan keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun. Dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran terhadap pernyataan yang dibuat ini, maka peneliti bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Demikian pernyataan ini peneliti paparkan dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 13 Mei 2017

Yang membuat pernyataan,

  
Queen Anggun Sihombing

5215134369

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas penyertaanNya dan rahmatNya karena peneliti telah menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Analisis Perancangan Jalur Alternatif Fiber Optic DWDM pada ruas Cilincing-Tanjung Priok” yang merupakan skripsi sebagai syarat kelulusan di Universitas Negeri Jakarta.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT selaku koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika.
2. Dosen Pembimbing, Bapak Dr. Baso Maruddani, MT dan Ibu Arum Setyowati, S.Pd, MT
3. Bapak Rawan Hiba selaku pembimbing saya di PT. Telkom Indonesia.
4. Dra Atur Sinaga, MA selaku orangtua saya . Kakak-kakak: Putri Asdora Sihombing Mak Ca, Pdt. drh. Putra Rahaldo Sumurung Sihombing, Grace Lady Sihombing, S.Pt dan adik Prince Ananda Sihombing
5. Teman-teman saya, yaitu Boniefasia, Shyelda, Mala, Novianah, Elizabeth Vania dan juga Jousie dan rekan-rekan seperjuangan saya dalam meneliti di PT. Telkom, yaitu Nur Elli, Lusiana dan Asyah

Akhir kata saya berharap kepada Tuhan YME dapat membalas semua kebaikan, pihak-pihak diatas yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pembaca dan pengembangan ilmu.

Jakarta, 13 Mei 2017

Peneliti

## ABSTRAK

**Queen Anggun Sihombing**, Analisis Perancangan Jalur Alternatif Fiber Optik *Dense Wavelength Division Multiplexing* Pada Ruas Cilincing-Tanjung Priok. Skripsi. Jakarta, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2017. Dosen Pembimbing: Dr. Baso Maruddani, MT dan Arum Setyowati, S.Pd, MT.

Tujuan penelitian ini adalah merancang jalur alternatif Fiber Optik berbasis DWDM pada ruas Cilincing-Tanjung Priok dan mengetahui parameter dan kondisi perangkat dalam pembuatan jalur alternatif berbasis DWDM

Penelitian ini adalah penelitian yang bersifat kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah suatu penelitian yang didasarkan oleh falsafah positivisme yaitu ilmu valid, ilmu dibangun dari empiris, teramati, terukur, menggunakan logika matematika dan dapat membuat generalisasi atas rerata. Teori kebenaran dianut oleh positivis termasuk teori korespondensi antara pernyataan atau verbal dengan realitas empirik atau objeknya. Metode kualitatif menghendaki objek penelitian spesifik serta membatasi sejumlah tata fikir kategorisasi, intervalisasi dan kontinuitas.

Hasil penelitian ini menunjukkan Jalur Alternatif yang terbaik dari ketiga jalur perancangan adalah Jalur Alternatif pertama dengan jarak transmisi 17,34 km, total loss sebesar 8,34 dB, jumlah sambungan *splice* 3 buah dan jumlah konektor 6 buah. Nilai *rise time budget* 50,05 ps, dimana *threshold rise time budget* sebesar 70 ps.

### **Kata-kata Kunci :**

*Dense Wavelength Division Multiplexing, power link budget, rise time budget, fiber optik, splice*

## ABSTRACT

**Queen Anggun Sihombing**, Analysis of Alternative Fiber Optical Dense Wavelength Division Multiplexing In Cilincing-Tanjung Priok Links. Essay. Jakarta, Electronic Engineering Education Study Program, Faculty of Engineering, State University of Jakarta, 2017. Supervisor: Dr. Baso Maruddani, MT and Arum Setyowati, S.Pd, MT.

The purpose of this research is to design alternative DWDM Fiber Optics based on Cilincing-Tanjung Priok and know the parameters and condition of device in making alternative path based on DWDM

This research is a quantitative research. Quantitative research is a study based on the philosophy of positivism that is valid science, science is built from empirical, observable, measurable, using mathematical logic and can make generalizations on average. The theory of truth embraced by positivists includes the correspondence theory between statement or verbal with empirical realities or objects. Qualitative methods require specific research objects and limit a number of categorization thinking, intervalization and continuity.

The results of this study show the best alternative path from the three design lines is the first Alternative Line with a transmission distance of 17.34 km, total loss of 8.34 dB, the number of splice junction 3 pieces and the number of 6 units of the connector. The rise time budget is 50.05 ps, where the treshold rise time budget is 70 ps.

### **Keywords :**

*Dense Wavelength Division Multiplexing, power link budget, rise time budget, fiber optik, splice*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	3
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Tujuan Penelitian .....	4
1.6. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II.....	6
KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 Fiber Optik .....	6
2.2 Pembagian Serat Optik .....	7
2.3 Komunikasi Serat Optik .....	8
2.4 Sistem kabel Serat Optik.....	9
2.5 Dasar DWDM ( Dense Wavelength Division Multiplexing ) .....	10
2.6 Cara Kerja DWDM.....	11
2.7 Elemen Jaringan DWDM.....	11
2.8 Tipe DWDM dan Alokasi ITU-T Band di DWDM.....	13
2.9 Penerapan DWDM Terkini .....	14
2.10 Keunggulan Teknologi <i>DWDM</i> .....	14
2.11 Macam-macam Topologi Jaringan Komputer.....	15
2.11.1 Topologi <i>Bus</i> .....	15

2.11.2	Topologi Ring .....	17
2.11.3	Topologi <i>Star</i> /Bintang.....	18
2.11.4	Topologi Mesh (jala).....	19
2.11.5	Topologi <i>Tree</i> (pohon) .....	21
2.12	Spasi Kanal .....	22
2.13	OTDR (Optical Time Domain Reflectometer).....	23
2.14	<i>ITU-T Standard for 100GHz Spacing in C-Band</i> .....	26
2.15	Modulasi Optik.....	26
2.16	Parameter Unjuk Kerja Untuk Menganalisis Transmisi Optik .....	28
2.16.1	Perhitungan Daya Sinyal ( <i>Power Link Budget</i> ).....	29
2.16.2	Perhitungan Jumlah <i>Splice</i> .....	30
2.16.3	Rise Time Budget .....	31
2.17	Fiber Loss.....	32
2.18	Aplikasi Kalkulasi Power Link Budget dan Rise Time Budget Berbasis Android 32	
METODOLOGI PENELITIAN.....		33
3.1	Tujuan Penelitian .....	33
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	33
3.2.1	Tempat Penelitian .....	33
3.2.2	Waktu Penelitian.....	33
3.3	Objek Penelitian.....	33
3.4	Metode dan Rancangan Penelitian .....	33
3.5	Data dan Sumber Data.....	36
3.6	Teknik dan Prosedur.....	37
3.7	<i>Optical DWDM Analyzer</i> .....	37
3.8	Prosedur Analisis Data .....	39
3.9	Pemeriksaan Keabsahan Data.....	39
3.10	Rancangan Penelitian .....	39
3.10.1	Perencanaan Rute Kabel Serat Optik .....	39
3.10.2	Topologi Jaringan Serat Optik .....	41
3.10.3	Penentuan Kapasitas Kanal.....	42
3.11	Parameter Perencanaan Jaringan Serat Optik.....	42
3.12	Penentuan Teknologi Transprt DWDM.....	43

3.12.1	Kapasitas kanal DWDM menggunakan perangkat <i>STM-16</i> .....	44
3.12.2	Kapasitas kanal <i>DWDM</i> menggunakan perangkat <i>STM-64</i> .....	44
BAB IV.....		45
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		45
4.1.	Power Link Budget .....	45
4.1.1.	Perhitungan Jumlah Sambungan Splice .....	45
4.1.2.	Perhitungan Total Loss.....	46
4.1.3.	Perhitungan Rx .....	47
4.1.4.	Perhitungan Rise Time Budget.....	47
4.2.	Konfigurasi Jalur Transmisi Kota 2 .....	49
4.3.	Jalur Alternatif .....	51
4.3.1.	Jalur Alternatif 1 .....	51
4.3.2.	Jalur Alternatif 2.....	52
4.3.3.	Jalur alternatif 3.....	52
4.4.	Analisis Power Link Budget .....	53
4.5.	Analisis Jumlah Sambungan Splice dan Konektor .....	54
4.6.	Analisa Perhitungan Total Loss .....	55
4.7.	Analisa Rx Total.....	56
4.8.	Analisa Rise Time Budget .....	57
4.9.	Analisa Ketidakmampuan Jalur Ketiga Sebagai Jalur Alternatif .....	58
4.10.	Penentuan teknologi transport DWDM.....	58
BAB V.....		60
KESIMPULAN DAN SARAN .....		60
5.1.	KESIMPULAN .....	60
5.2.	SARAN.....	60
DAFTAR PUSTAKA .....		61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian Bagian Fiber Optik.....	6
Gambar 2.2 Fiber Optik Single Mode.....	7
Gambar 2.3 Fiber Optik Multimode.....	7
Gambar 2.4 Indeks Bias Fiber Optik Single Mode dan Multimode.....	8
Gambar 2.5 Elemen Jaringan DWDM.....	11
Gambar 2.6 Topologi Bus.....	16
Gambar 2.7 Topologi Ring.....	17
Gambar 2.8 Topologi Star/Bintang.....	19
Gambar 2.9 Topologi Mesh.....	20
Gambar 2.10 Topologi Tree.....	21
Gambar 2.11 Gambar-gambar panel pada OTDR.....	24
Gambar 2.12 Penampakan OTDR pada memulai proses pengukuran.....	24
Gambar 2.13 Hasil perhitungan OTDR.....	25
Gambar 3.1 Pengukuran menggunakan DWDM.....	38
Gambar 3.2 Penentuan Topologi pada Jalur Alternatif.....	42
Gambar 4.1 Konfigurasi Kota 2.....	51
Gambar 4.2 Jalur Alternatif 1.....	52
Gambar 4.3 Jalur Alternatif 2.....	53
Gambar 4.4 Jalur Alternatif 3.....	53
Gambar 4.5 Grafik Total Loss pada Perencanaan Jalur Alternatif.....	56
Gambar 4.6 Grafik Rx Total Perencanaan Jalur Alternatif.....	57
Gambar 4.7 Grafik Dispersi Total Serat dan <i>Rise Time</i> .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Standar ITU-T untuk kapasitas 10 Gbps.....	26
Tabel 2.2 Loss pada Fiber, Konektor dan Splice.....	32
Tabel 3.1 Tabel Spel SPF Alcatel Lucent 10 Gb.....	36
Tabel 3.2 Jarak Serat Optik Jalur Pertama.....	41
Tabel 3.3 Jarak Serat Optik Jalur Kedua.....	41
Tabel 3.4 Jarak Serat Optik Jalur Ketiga.....	41
Tabel 3.5 Tabel Data Parameter Link Bawen-Payaman.....	43
Tabel 3.6 Tabel Power Link Budget.....	44
Tabel 4.1 Jumlah sambungan splice dan konektor.....	56

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Surat Permohonan Izin Penelitian

Surat Permohonan Riset

Riwayat Hidup

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) saat ini berkembang sangat pesat. Hal ini ditandai dengan adanya berbagai jenis layanan dan fitur-fitur yang dapat mengakomodasi kebutuhan *user*. Perkembangan TIK ini mendorong munculnya operator-operator informasi dan telekomunikasi yang baru, karena bisnis ini masih sangat menjanjikan. Media transmisi dibutuhkan bagi aplikasi, dari segi kualitas sinyal, waktu akses (*no delay*), daerah cakupan, keamanan data maupun harga jual yang kompetitif dengan media transmisi yang lain.

PT. Telkom Indonesia menjadi salah satu operator telekomunikasi terbesar yang ada di Indonesia dan juga asia tenggara. Sebagai penyelenggara bisnis TIK terbesar harus memperhatikan kebutuhan *customer* mulai dari mutu layanan yang unggul dan handal. Kualitas jaringan dan fitur layanan yang *membundling* layanan *voice* data dan gambar dalam memenangkan persaingan didesain dan diimplementasikan dengan harapan selangkah lebih maju dari pada operator-operator yang lainnya.

Backbone/jaringan utama yang diimplementasikan untuk mengirimkan informasi dari sumber ke tujuan dengan kapasitas besar dan dapat membawa berbagai jenis layanan salah satunya menggunakan teknologi transmisi berbasis *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM). Topologi yang di gelar merupakan gabungan beberapa topologi seperti topologi *ring*, topologi *star*, dan

topologi *mesh* namun terkadang ada beberapa *site* yang topologinya masih menggunakan *point to point*.

Teknologi dengan menggunakan media transmisi sangat berkembang dengan pesat. Kalau sebelumnya teknologi *Plesiochronous Digital Hierarchy* (PDH) diadopsi dan media transmisi, data yang dapat dilalui dengan teknologi ini dapat mencapai 140 Mbs. Dilanjutkan dengan perkembangan teknologi lainnya menggunakan *Synchronous Digital Hierarchy* (SDH), kecepatan yang dapat diakses oleh teknologi ini dapat mencapai 155 Mbs hingga 10 Gbs.

Faktor yang menjadi landasan teknologi DWDM ini, yaitu: penghematan biaya. Hal ini dikarenakan dengan adanya DWDM implementasinya dalam kemungkinan besar tidak memerlukan serat optik baru, sehingga biaya yang diperlukan tidak banyak. Teknologi DWDM pada pengoperasiannya berada dalam sinyal dan domain optik, dan dapat memberikan fleksibilitas yang tinggi agar mampu memenuhi kebutuhan untuk kapasitas transmisi yang besar dalam suatu jaringan.

Menurut Anonim (2001:3) Pada buku panduan training center PT. Telkom Indonesia bila terjadi gangguan pada media transmisi maka pelanggan akan langsung terisolir dan dampaknya terhadap perusahaan akan terjadi adanya *loss revenue*. Pembuatan jalur alternatif tidaklah mudah, untuk membuat jalurnya harus memperhatikan parameter standar dan kondisi perangkat dan jaringan *existing*.

Sistem telekomunikasi pada ruas Cilincing-Tanjung Priok masih menggunakan topologi *point-to-point*. Pada ruas tersebut belum terdapat jalur

alternatif untuk menanggulangi gangguan-gangguan yang ada. Maka sering kali pelanggan terisolir karena adanya gangguan tersebut.

## **1.2. Identifikasi Masalah**

1. Kondisi sistem telekomunikasi yang menggunakan topologi *point to point* sangat rawan terhadap gangguan.
2. Adanya banyak gangguan yang terjadi di sistem telekomunikasi pada ruas Cilincing-Tanjung Priok
3. Topologi yang digunakan untuk sistem telekomunikasi sangat mempengaruhi kualitas jaringan telepon secara langsung ke pelanggan.
4. Parameter pada jalur alternatif berbasis DWDM sangat mempengaruhi pembuatan jalur.
5. Topologi yang digunakan mempengaruhi *loss revenue* pembuatan jalur alternatif.

## **1.3. Rumusan Masalah**

1. Apakah topologi yang dapat memudahkan sistem telekomunikasi pada ruas Cilincing-Tanjung Priok?
2. Apakah teknologi transmisi berbasis DWDM mampu mengimplementasikan *backbound*/jaringan utama untuk mengirimkan informasi ke tujuan dengan kapasitas besar?
3. Apakah standar *power link budget* pada jalur alternatif yang dirancang terpenuhi dan mengacu pada *threshold* yang ditentukan?
4. Apakah dampak dari pembuatan jalur alternatif berbasis DWDM pada ruas Cilincing-Tanjung Priok terhadap pelanggan ?

#### **1.4. Batasan Masalah**

- 1 Analisa masalah yang peneliti teliti hanya pada ruas Cilincing-Tanjung Priok.
- 2 Data yang didapat oleh peneliti adalah data sekunder yang diperoleh langsung dari pegawai PT. Telkom.
- 3 Peneliti terbatas untuk mengakses software yang digunakan oleh PT. Telkom

#### **1.5. Tujuan Penelitian**

Proposal ini bertujuan untuk memenuhi matakuliah Skripsi peneliti di Universitas Negeri Jakarta pada Jurusan Teknik Elektro, prodi Pendidikan Teknik Elektronika.

1. Dapat merancang jalur alternatif Fiber Optik berbasis DWDM pada ruas Cilincing-Tanjung Priok.
2. Mengetahui parameter dan kondisi perangkat dalam pembuatan jalur alternatif berbasis DWDM

#### **1.6. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara lebih khusus penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Universitas
  - a. Sebagai pengembangan dan penambahan informasi media terbaru untuk proses pembelajaran teknologi dalam dunia telekomunikasi.

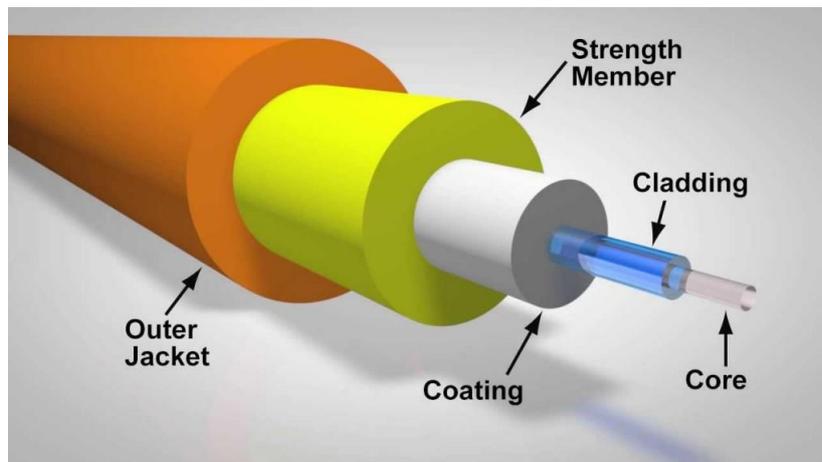
- b. Sebagai bahan koreksi terhadap pelaksanaan pembelajaran yang dilaksanakan.
- 2. Bagi mahasiswa
  - a. Sebagai wawasan tambahan untuk mempersiapkan diri dalam menghadapi penggunaan teknologi terdepan di masa depan.
- 3. Bagi masyarakat
  - a. Peningkatan pelayanan telekomunikasi dan kenyamanan dalam menggunakan alat komunikasi dengan gangguan yang semakin minim.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Fiber Optik

Fiber optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Cahaya yang ada di dalam serta optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena mempunyai spektrum yang sangat sempit. Serat optik terdiri dari 3 bagian, yaitu cladding dan core dan jacket. Menurut Fazar G. P., Dwi A., & Lita, (2013:46)



**Gambar 2.2 Bagian Bagian Fiber Optik**

Dalam Gambar 2.2 dapat dilihat bahwa bentuk fisik dari fiber optik.

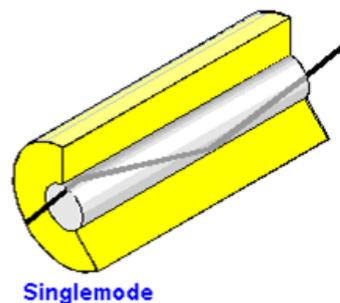
1. Core/inti terbuat dari bahan silika, fungsinya sebagai waveguide yaitu saluran untuk tempat merambatnya cahaya

2. Cladding merupakan lapisan setelah core yang berfungsi untuk menyelimuti dan menjadi pengaman interferensi dari luar. Cladding adalah batas pantulan sinar, dimana bahan cladding ini membuat kualitas cahaya tetap terjaga saat memantul. Cladding pada umumnya terbuat dari acrylat. Cladding dan core adalah komponen yang menyatu sehingga tidak dapat dipisahkan satu dengan lainnya.
3. Jacket berfungsi sebagai pelindung core terhadap lingkungan luar secara fisik.

## 2.2 Pembagian Serat Optik

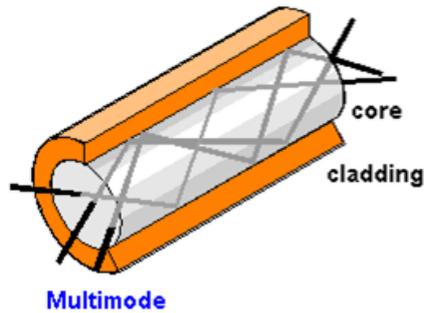
Berdasarkan Mode yang dirambatkan: Menurut Roger L, Freeman, (2002)

1. Single Mode: serat optik dengan core yang sangat kecil, diameter mendekati panjang gelombang sehingga cahaya yang masuk ke dalamnya tidak terpantul-pantul ke dinding cladding. Dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah berikut.



**Gambar 2.2 Fiber Optik Single Mode**

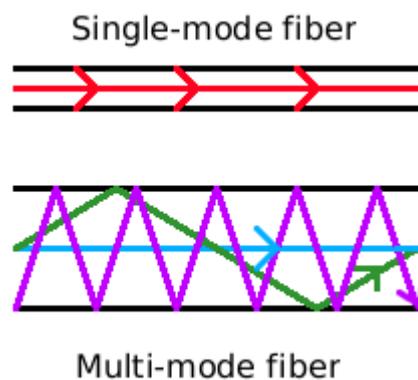
2. Multi Mode : Serat optik dengan diameter core yang agak besar yang membuat laser dapat menyebabkan berkurangnya bandwidth dari serat optik jenis ini. Dapat dilihat dari Gambar 2.3 di bawah berikut.



**Gambar 2.3 Fiber Optik MultiMode**

Berdasarkan Indeks Bias Core, dijelaskan pada Gambar 2.4 dibawah berikut.

1. Step indeks : pada serat optik step indeks, core memiliki indeks bias yang homogen
2. Graded Indeks : indeks bias core semakin mendekat ke arah cladding semakin kecil. Jadi pada graded indeks, pusat core memiliki nilai indeks bias yang paling besar. Serat graded indeks memungkinkan untuk membawa bandwidth yang lebih besar, karena peebaran pulsa yang terjadi dapat diminimalkan



**Gambar 2.4 Indeks Bias Fiber Optik Single Mode dan Multimode**

### 2.3 Komunikasi Serat Optik

Media komunikasi digital pada dasarnya hanya ada tiga, yaitu : tembaga, udara dan kaca. Tembaga kita kenal sebagai media komunikasi sejak lama, telah

berevolusi dari hanya penghantar listrik menjadu penghantar elektromagnetik yang membawa pesan, suara, gambar dan data digital. Berkembangnya teknologi frekuensi radio menambah alternatif lain media komunikasi, kita sebut nirkabel atau wireless, sebuah komunikasi dengan udara sebagai penghantar. Pada tahun 1980-an mulailah media komunikasi serat optik dikenal, sebuah media yang memanfaatkan pulsa cahaya dalam sebuah ruang kaca berbentuk kabel, total internal reflection.

#### **2.4 Sistem kabel Serat Optik**

1. SKSO merupakan media transmisi untuk menghubungkan antar network element, dan mempunyai desain berbentuk ring, jala maupun bintang.
2. Media SKSO di End Station dilengkapi media Radio sebagai *link back-up traffic* dengan cara kontingensi/*sharing*.
3. Terminal FO di terminal *Optic Box* (OTB) yang berlainan ruangan harus dipasang *Tie line* FO yang permanen dan mempunyai terminasi OTB tersendiri.
4. Setiap area harus menyediakan *patch cord* 20m minimal 16 buah sebagai sarana pembuatan jalur alternatif, dilengkapi dengan tipe konektor antara lain : ST to FC/PC, DIN to PC/PC, FCPC to FC/PC dan DIN to DIN.
5. Seluruh jaringan FO operasionalisasi single mode.
6. Tersedia core yang idle 10% dari yang tersedi
7. Komposisi pemanfaatan *core optic* 70% internal Telkom, 30 % mitra dan anak perusahaan
8. Kelengkapan KBM SKSO antara lain:

9. Kabel FP minimal 200m, *splicer machine*, *joint closure* min 2 buah, OTDR, *power meter*, *engine generator*, lampu sorot dan lampu kerja, *mobile tie line* FO minimal 2 buah, yang dilengkapi dengan konektor FC/PC dan OTB, tool kit, tenda, tangga dan tali.

## 2.5 Dasar DWDM ( Dense Wavelength Division Multiplexing )

Telekomunikasi dengan menggunakan media kabel serat optik memiliki teknologi terbaru yaitu *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM). DWDM dapat terjadi peningkatan jumlah kanal dengan menggunakan metode penggabungan sinyal optik yang memiliki panjang gelombang atau lamda yang berbeda-beda yang di terapkan pada serat optik, maka peningkatan jumlah kanal tersebut dapat di multipleks. Adanya media transmisi yang digunakan pada DWDM seperti laser dan penguat.

DWDM mampu berkerja untuk memenuhi setiap kebutuhan seperti kualitas dalam pelayanan telekomunikasi, biaya yang lebih rendah, kebutuhan kapasitas yang lebih besar dan juga *service convergence* pada jaringan dari service ke *core*. Adanya penggunaan DWDM pada sistem telekomunikasi dapat memberikan dampak efisiensi pada serat optik dan juga pada segi operasional yang dapat diperoleh. Misalnya, ketika suatu perusahaan ingin membuat penambahan jalur baru sebagai cadangan dan tempat peralihan maka dengan menggunakan DWDM perusahaan hanya perlu menambahkan serat optik pada pembuatan jalur tersebut, maka dari itu perusahaan dapat lebih menghemat biaya. DWDM juga mampu mencapai jarak yang cukup jauh hanya dengan menambahkan perangkat amplifier saja. DWDM bekerja pada panjang lamda

sebesar 1550 nm. Panjang gelombang ini sangat baik karena memiliki attenuasi rendah.

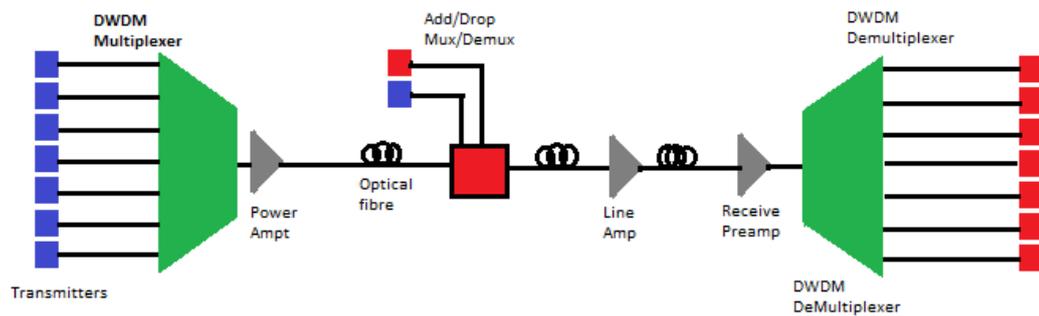
## **2.6 Cara Kerja DWDM**

Input DWDM berupa trafik disambungkan ke laser DWDM yang memiliki format data dan juga laju bit yang berbeda-beda. Tiap sinyal informasi diubah oleh laser tersebut, lalu memancarkan panjang gelombang yang berbeda-beda. Tiap panjang gelombang yang sudah terpancar maka dimasukkan kedalam *multiplexer*, lalu outputnya ditransfer ke dalam serat optik.

Pada jalur transmisi perlu adanya penguatan sinyal agar dapat menanggulangi pelemahan sinyal. Sebelum itu sinyal diperkuat dengan menggunakan *post-amplifier* terlebih dahulu agar tingkat daya sinyalnya cukup. Menguatkan sinyal di sepanjang jalur transmisi tersebut menggunakan *In Line Amplifier*(ILA) dan sebelum sinyal dideteksi. Fungsi DEMUX adalah untuk memisahkan antar panjang gelombang, lalu hal itu akan dideteksi dengan menggunakan pendeteksi cahaya. *Multiplexer/demultiplexer* adalah sebuah komponen yang dapat melakukan *multiplexing* serentak kanal masukan dan juga *demultiplexing* kanal keluaran.

## **2.7 Elemen Jaringan DWDM**

Dalam aplikasi DWDM terdapat beberapa elemen yang memiliki spesifikasi khusus disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Elemen tersebut adalah Menurut Rochmah (1992) yang diacu oleh Yorasakhi Martha (2011:27)



**Gambar 2.5 Elemen Jaringan DWDM (Menurut Rochmah,1992)**

Elemen dengan spesifikasi khusus dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Elemen-elemen yang ada pada Gambar 2.5 dapat dijelaskan dibawah berikut.

1. ***Wavelength Multiplexer/Demultiplexer***

Wavelength Multiplexer berfungsi untuk memultiplikasi kanal-kanal panjang gelombang optik yang akan ditransmisikan dalam serat optik. Sedangkan *wavelength demultiplexer* berfungsi untuk mendemultiplikasi kembali kanal panjang gelombang yang ditransmisikan menjadi kanal kanal panjang gelombang menjadi seperti semula.

2. ***OADM (Optical Add/Drop Multiplexer)***

Diantara titik multiplexing dan demultiplexing dalam sistem DWDM merupakan daerah dimana berbagai macam panjang gelombang berada, pada beberapa titik sepanjang span ini sering diinginkan untuk dihilangkan atau ditambah dengan satu atau lebih panjang gelombang. *OADM (Optical Add/Drop Multiplexer)* inilah yang digunakan untuk melewati sinyal dan melakukan fungsi add and drop yang bekerja pada level optik.

3. ***OXC (Optical Cross Connect)***

Perangkat OXC (*Optical Cross Connect*) ini melakukan proses *switching* tanpa terlebih dahulu melakukan proses konversi OEO (Optik-elektrooptik) dan berfungsi untuk merutekan kanal panjang gelombang. OXC ini berukuran NxN dan biasa digunakan dalam konfigurasi jaringan ring yang memiliki banyak node terminal.

#### 4. OA (*Optical Amplifier*)

Merupakan penguat optik yang bekerja di level optik, yang dapat berfungsi sebagai *pre-amplifier*, *in line-amplifier* dan *post-amplifier*.

### 2.8 Tipe DWDM dan Alokasi ITU-T Band di DWDM

Dilihat dari jarak bentangan optic dari satu node DWDM ke node lainya bisa dibagi menjadi tiga jenis yaitu: Menurut Martha, Yorasakhi, (2011:23)

1. LH (*Long Haul*) sampai dengan 80 Km dan mempunyai 22 dB loss ( $0.28 \times 80 = 22.4$  dB)
2. VLH (*Very Long Haul*) sampai dengan 120 Km dan mempunyai 33 dB loss
3. ULH (*Ultra Long Haul*) sampai dengan 160 Km dan mempunyai 44 db loss

Sedangkan alokasi ITU-T Band untuk DWDM diatur pada *range wavelenght* berikut:

1. C band (*Blue*) - 1530 – 1542 nm
2. C band (*Red*) - 1547 – 1560 nm
3. L band 1560 – 1620 nm
4. *Optical Supervisory band* – 1500 – 1520 nm

## **2.9 Penerapan DWDM Terkini**

DWDM hanya diperuntukan bagi jaringan utama dengan kapasitas besar saja pada awal perkembangannya. Perkembangan teknologi sudah semakin maju maka sekarang jaringan DWDM dapat diterapkan dalam cakupan transmisi antar jaringan pelanggan. Perusahaan Telkom Indonesia menggunakan DWDM berbasis Alcatel Lucent PSS (*Photnic Service Switch*) sebagai multiplexernya.

Solusi yang ditawarkan kepada pelanggan Telkom adalah DWDM 100G berbasis Alcatel Lucent 1830, teknologi ini ditawarkan untuk pengganti teknologi *Metro Ethernet*, karena kebutuhan *bandwidth* semakin bertambah maka teknologi berguna sebagai solusi yang baik. Pada saat trafik data dan pada jam sibuk, *Metro Ethernet* ini memiliki beberapa kekurangan, sebagai contoh yaitu ditemukan adanya *packet loss* pada sistem pelanggan. DWDM memiliki beberapa kelebihan yaitu mudahnya penambahan kapasitas dengan jaringan *Metro Ethernet* Alcatel.

## **2.10 Keunggulan Teknologi DWDM**

Keunggulan teknologi adalah transparan terhadap berbagai trafik. Perbandingan teknologi serat optik konvensional dan teknologi *DWDM* adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas serat optik yang dipakai lebih optimal

DWDM dapat mengakomodir banyak cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda dalam sehelai serat optik, sedangkan teknologi serat optik konvensional hanya dapat mentransmisikan satu panjang gelombang dalam sehelai serat optik.

2. Instalasi jaringan lebih sederhana

Penambahan kapasitas jaringan pada teknologi serat optik konvensional dilakukan dengan memasang kabel serat optik baru, sedangkan *DWDM* cukup dengan menambahkan beberapa panjang gelombang baru tanpa harus melakukan perubahan fisik jaringan.

### 3. Penggunaan penguat lebih efisien

*DWDM* menggunakan penguat optik yang dapat menguatkan beberapa panjang gelombang sekaligus dengan interval penguatan yang lebih jauh, sehingga penguat optik yang digunakan pada teknologi serat optik konvensional

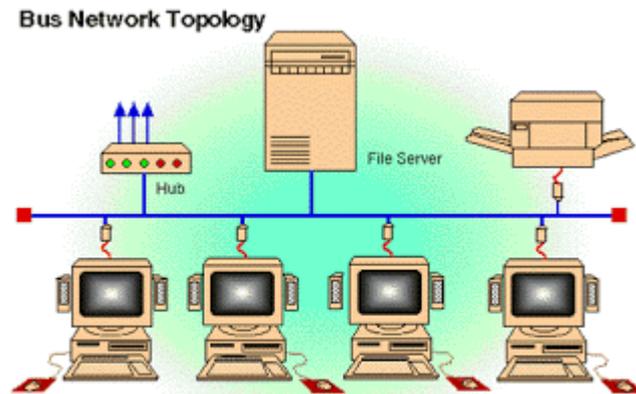
## 2.11 Macam-macam Topologi Jaringan Komputer

Kabel, layout fisik atas komputer-komputer, router-router dan berbagai jaringan komputer lainnya disebut dengan topologi jaringan. Topologi menyediakan peta mengenai dimana benda - benda berada dan bagaimana sebuah jaringan dikonfigurasi. Menurut Shimonski et al, (2005:27). Topologi terbagi atas dua, yaitu *Physical Topology* atau disebut dengan topologi secara fisik dan *Logical Topologi* atau disebut dengan topologi secara logika. *Physical Topology* menjelaskan susunan komputer, kabel dan lokasi pada semua komponen jaringan. *Logical topology* menjelaskan informasi dalam jaringan dan aliran datanya.

### 2.11.1 Topologi Bus

Topologi jaringan komputer yang biasanya digunakan pada waktu dulu adalah topologi bus. Semua komputer saling terhubung melalui sebuah kabel disebut sebagai *trunk*, *backbone*, atau *segment* Menurut

Shimonski et al, (2005:27). Topologi Bus dapat dilihat dari Gambar 2.6 dibawah berikut.



**Gambar 2.6 Topologi Bus**

Kelebihan :

1. Topologi bus memerlukan biaya yang murah, media transmisi yang digunakan berupa kabel
2. Pada topologi bus komputer yang digunakan terhubung secara langsung satu sama lain.
3. Setiap komputer yang digunakan terhubung secara langsung.

Kekurangan :

1. Meninggalkan topologi lama
2. Jika terjadi kerusakan, untuk mendeteksi adanya kerusakan tersebut sulit.
3. Langsung terjadi gangguan pada jalur lain ketika kabel pada satu komputer mengalami putus.

### 2.11.2 Topologi Ring

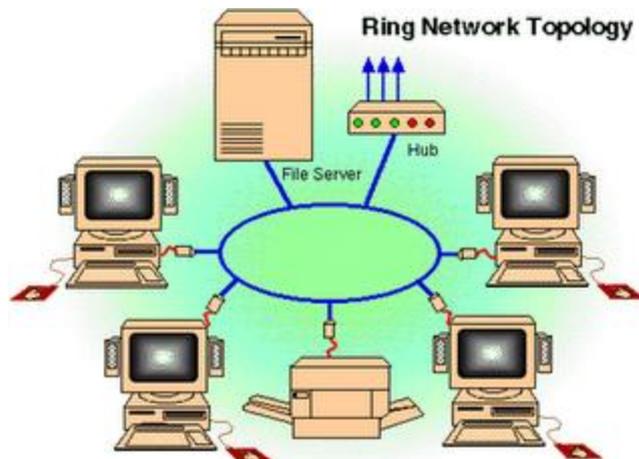
Hampir sama dengan topologi *bus*, topologi jaringan komputer dengan menggunakan topologi *ring* menggunakan satu media transmisi untuk menghubungkan komputer yang satu dengan komputer yang lainnya. Seperti pada Gambar 2.7 dapat dilihat bentuk topologi *ring*. Perbedaannya pada topologi *ring* kedua terminal yang berada di ujung media transmisi saling dihubungkan sehingga menyerupai sebuah lingkaran berbentuk cincin Menurut Shimonski et al, (2005:31).

Kelebihan :

1. Sebagai media transmisinya topologi ring hemat untuk penggunaan kabel.
2. *Conllision* atau peristiwa tabrakan data tidak akan terjadi, karena pada proses transfer data yang berlangsung hanya satu titik saja yang aktif.

Kekurangan :

1. Ketika adanya gangguan sulit untuk dideteksi.
2. Kabel akan mengalami gangguan jika ada kabel lain yang putus atau terkena gangguan juga.
3. Jaringan yang berkembang bersifat kaku atau tidak *flexible*.



**Gambar 2.7 Topologi Ring**

### 2.11.3 Topologi *Star/Bintang*

Pada Gambar 2.8 dapat dilihat bahwa topologi jaringan komputer dengan menggunakan topologi star menggunakan sebuah terminal pusat yang biasanya disebut sebagai hub atau *switch*. Hub atau *switch* berfungsi untuk mengatur semua kegiatan komunikasi data antar komputer yang saling terhubung. Pada saat ini topologi jaringan komputer ini sering digunakan untuk sistem jaringan komputer warnet dan perkantoran. Menurut Shimonski et al, (2005:28)

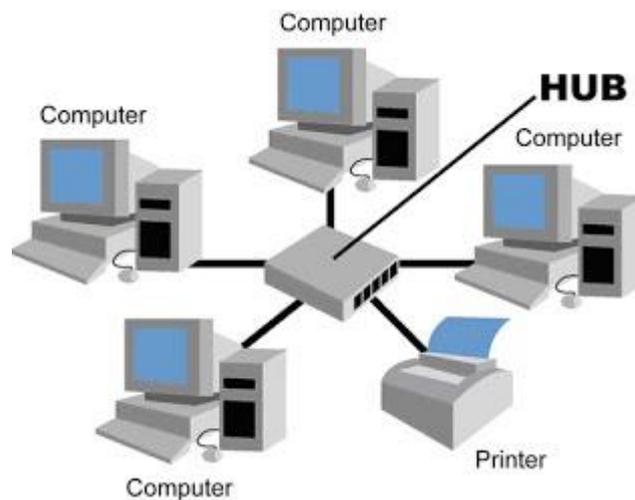
Kelebihan :

1. Hub/*switch* berfungsi sebagai konsentrator.
2. Antar komputer pada saat transfer data dapat dilakukan secara bersamaan.
3. Penambahan komputer baru dapat dengan mudah dilakukan, topologi ini bersifat *flexible*.
4. Ketika terjadinya gangguan dapat dengan mudah untuk dideteksi.

5. Ketika adanya gangguan pada satu komputer, maka komputerlain masih dapat digunakan,

Kekurangan :

1. Penggunaan kabel yang boros, karena masing-masing kabel ditarik da dihubungkan ke *switch*.
2. Jika Hub/Switch rusak maka seluruh komputer tidak dapat terhubung satu sama lain.



**Gambar 2.8 Topoloi Star/Bintang**

#### **2.11.4 Topologi Mesh (jala)**

Node pada topologi *mesh* tidak hanya berfungsi sebagai penerima data saja melainkan juga sebagai penyedia data bagi perangkat yang lainnya.

Merancang topologi *mesh* dapat menggunakan teknologi flooding atau juga bisa disebut dengan routing. Pada saat menggunakan teknologi *routing* sinyal data terintegrasi upada seluruh jaringan, tersebar dari satu *node* ke *node* yang lainnya sampai menemukan perangkat yang diinginkan

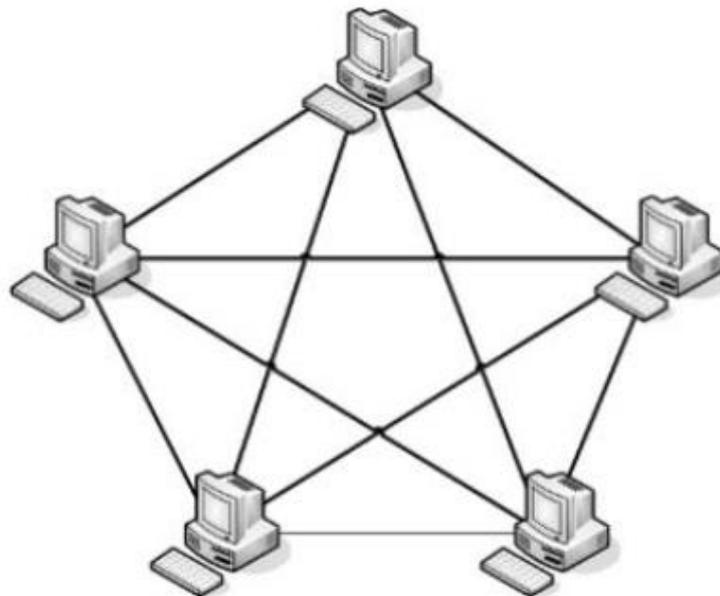
agar dapat memastikan seluruh jaringan dapat diakses. Topologi Mesh dapat dilihat dari Gambar 2.9

Kelebihan :

1. Dapat dengan mudah di deteksi dan diisolasi kesalahannya, karena konfigurasi jaringan menggunakan sistem *point to point*.
2. Data di salurkan menggunakan jalur *dedicated*, maka privasi sangat terjaga.
3. Jika terdapat gangguan diantara 2 jalur maka hanya jalur yang bersangkutan yang akan terkena imbasnya. Sedangkan jaringan secara keseluruhan tidak terpengaruh.

Kekurangan:

1. Membutuhkan banyak kabel dan biayanya cukup mahal.
2. Membutuhkan ruang yang besar karena pnginstalasiannya rumit.



**Gambar 2.9 Topologi Mesh**

### 2.11.5 Topologi *Tree* (pohon)

Penggabungan topologi *bus* dengan topologi *star* dapat terjadi topologi *tree* dapat dilihat pada Gambar 2.10. *Node-node* yang ada pada jaringan disusun secara hierarki atau bertingkat tidak disusun dalam satu level, maka dari itu topologi ini biasa disebut dengan *hierarchical topology*.

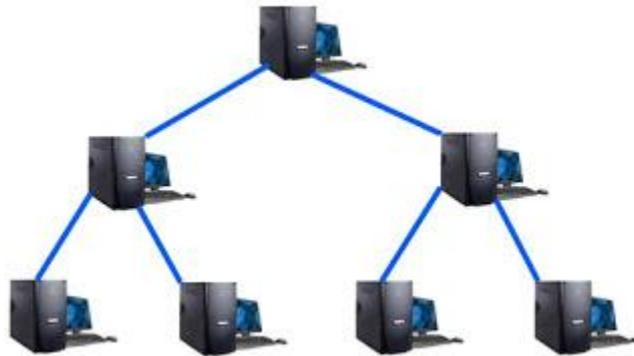
Node pada tingkat atau level utama ini terhubung secara sistem *point to point* ke node yang berada dibawahnya. Node yang berada pada level atas tidak memiliki node lain diatasnya. Level paling atas ini disebut dengan level *root central*.

Kelebihan :

Level yang berada dibawah dapat dengan mudah menambahkan level baru. Koneksi dapat terjadi dengan mudah karena menggunakan sistem *point to point*. Dapat dengan mudah mendeteksi kesalahan dan melakukan indentifikasi dalam jaringan

Kekurangan :

Sulit melakukan perawatan, karena mencakup area yang luas. Ketika *backbone* mengalami kerusakan maka seluruh jaringan akan mengalami gangguan.



**Gambar 2.10 Topologi Tree**

### **2.12 Spasi Kanal**

Jarak frekuensi minimum antar panjang gelombang yang dapat memisahkan dua sinyal yang di transmisikan agar tidak terjadinya interferensi disebut dengan spasi kanal. Jumlah panjang gelombang yang dapat ditampung dipengaruhi dengan jarak antar kanal. Performasi dari teknologi DWDM ditentukan oleh spasi kanal.

*Bandwidth*, kemampuan penerima mengidentifikasi dua set panjang gelombang yang lebih rendah dalam spasi kanal mengendalikan besar kanal spasi pada penguat optik. Untuk melakukan standarisasi kanal, ada dua pilihan yaitu, menggunakan spasi frekuensi atau spasi lamda.

Konversi spasi lamda ke spasi frekuensi yang kurang presisi, sehingga sistem DWDM dengan satuan yang berbeda akan mengalami kesulitan dalam berkomunikasi. *International Telecommunication Union Telecommunication Sector* (ITU-T) kemudian menggunakan spasi frekuensi sebagai standar penentuan kanal spasi Menurut Saifudin A, (2013).

### 2.13 OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

Fungsi dari OTDR adalah: Menurut Armys, Maya, (2009: 24)

1. Untuk menentukan jarak sambungan
2. Mengetahui lokasi titik penyambungan dan berapa besar lossnya
3. Untuk menganalisis setiap kejadian-kejadian sepanjang serat yang diukur (patahan atau redaman)

Prinsip Kerja OTDR

1. Memancarkan pulsa-pulsa cahaya dari sebuah sumber dioda laser kedalam sebuah Serat Optik.
2. Sebagian sinyal-sinyal dibalikan ke OTDR, sinyal diarahkan melalui sebuah *coupler* ke *detektor* Optik dimana sinyal tersebut diubah menjadi sinyal listrik dan ditampilkan pada layar CRT.
3. OTDR mengukur sinyal balik terhadap waktu.

Waktu tempuh dikalikan dengan kecepatan cahaya.

Tampilan OTDR menggambarkan daya relatif dari sinyal balik terhadap jarak dan dibagi 2 karena sinyal membutuhkan waktu itu untuk pulang dan pergi.

Pemakaian OTDR

1. Saat instalasi  
OTDR dipakai untuk memastikan *loss* sambungan, konektor dan *loss* karena tekukan atau tekanan terhadap kabel.
2. Dalam pemeliharaan  
Pengecekan periodik untuk memastikan tidak ada kelainan pada serat.

Beberapa Parameter yang dapat diukur pada OTDR

1. Jarak

Dalam hal ini titik lokasi dalam suatu *link*, ujung *link* atau patahan.

2. *Loss*

*Loss* untuk masing-masing *splice* atau total *loss* dari ujung ke ujung dalam suatu *link*.

3. Atenuasi

Atenuasi dari serat dalam suatu *link*.

4. Refleksi

Besar refleksi (*return loss*) dari suatu event.

### Pengoperasian OTDR

1. Perangkat OTDR disambungkan keperangkat monitoring *patch core*
2. Nyalakan OTDR dengan menekan *Power* hingga lampu indikator ON berwarna hijau
3. Pilih OTDR pada gambar panel-panel yang tersedia (hingga berwarna kuning). Lihat pada Gambar 2.11



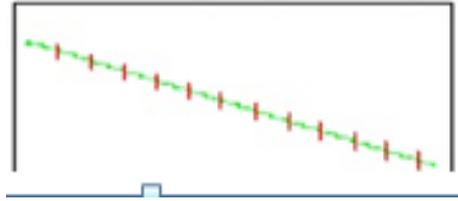
**Gambar 2.11 Gambar-gambar panel pada OTDR**

4. Tekan tombol “Start” untuk memulai proses pengukuran. Dapat dilihat pada Gambar 2.12



**Gambar 2.12 Penampakan OTDR pada Memulai Proses Pengukuran**

5. Kemudian muncul hasil perhitungan redaman seperti pada gambar



**Gambar 2.13 Hasil perhitungan OTDR**

Garis Hijau merupakan Kekuatan sinyal yang makin lama makin menurun akibat redaman sepanjang link.

Garis Merah merupakan Redaman pada titik sambungan

## 2.14 ITU-T Standard for 100GHz Spacing in C-Band

Tabel Standar ITU-T untuk 100 GHz pada tipe kebel C-Band dapat dilihat pada Tabel 2.1 diatas

**Tabel 2.1 Nominal Frequencies Allocation Plan (Red Band)**

<i>Channel Number</i>	<i>Central Wavelength</i>	<i>Central Frequency</i>
20	1561,42	192.000
21	1560,61	192.100
22	1559,79	192.200
23	1558,98	192.300
25	1557,36	192.500
26	1556,55	192.600
27	1555,75	192.700
28	1554,94	192.800
30	1553,33	193.000
31	1552,52	193.100
32	1551,72	193.200
33	1550,92	193.300
35	1549,32	193.500
36	1548,51	193.600
37	1547,72	193.700
38	1546,92	193.800
42	1543,73	194.200
43	1542,94	194.300
44	1542,14	195.400
45	1541,35	195.500
57	1531,90	195.700
58	1531,12	195.800
59	1530,33	195.900
60	1529,55	194.000
60	1529,55	194.000

Sumber Data : Buku DWDM ALCATEL LUCENT Arnet Kota, Telkom Indonesia

## 2.15 Modulasi Optik

Modulasi adalah suatu proses penumpangan sinyal-sinyal informasi ke dalam sinyal pembawa (*carrier*), maka dapat ditransmisikan ke tujuan. Modulasi optik atau modulasi cahaya adalah teknik modulasi yang menggunakan berkas cahaya berupa pulsa pulsa cahaya sebagai sinyal pembawa informasi. Berkas

cahaya yang digunakan disini adalah berkas cahaya yang dihasilkan oleh suatu sumber cahaya (laser atau LED).

Dibandingkan dengan modulasi konvensional, modulasi cahaya memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap derau yang sangat tinggi, karena sinyal tidak dipengaruhi medan elektromagnet. Di samping itu, sistem ini memungkinkan adanya *bit rate* hingga mencapai ratusan *giga bit* per detik. Dalam modulasi optik, sinyal dapat dimodulasi amplitudonya yang dikenal dengan modulasi intensitas (*Intensity Modulation*) berupa *Amplitudo Shift Keying* (ASK) / *On-Off Keying* (OOK). Selain itu, berkas cahaya dapat juga dimodulasi frekuensinya atau lebih tepat modulasi panjang gelombang (*Wavelength Modulation*). Dan yang ketiga adalah dimodulasi fasanya (*Phasa Modulation*).

Dalam modulasi optik koheren, sinyal cahaya yang dimodulasikan dapat direpresentasikan dalam bentuk rumus besaran elektrik.

Dapat diturunkan tiga macam teknik modulasi optik :

1. *Amplitude Shift Keying* (ASK) atau disebut juga *On-Off Keying* (OOK) yang memodulasi sinyal optik dengan perubahan amplitudo antara "0" dan "1" sementara frekuensi konstan dan tak ada lompatan fasa.
2. *Frequency Shift Keying* (FSK) yang memodulasi sinyal optik dengan perubahan Frekuensi  $\omega_1$  ( omega 1) dan  $\omega_2$  ( omega 2) dan mewakili sinyal biner, sementara amplitudo konstan dan tak terjadi lompatan fasa.
3. *Phase Shift Keying* (PSK) yang memodulasi sinyal optik berdasarkan perubahan fasa menurut gelombang sinus:

## 2.16 Parameter Unjuk Kerja Untuk Menganalisis Transmisi Optik

Untuk merancang sistem transmisi memerlukan suatu pengujian pada hasil perancangan tersebut, hal ini dilakukan agar mengetahui sistem yang akan dilakukan pantas untuk diterapkan atau tidak.

Syarat-syarat yang dibutuhkan untuk menganalisis link transmisi serat optik, yaitu: Menurut Keiser, Gerard, (1991: 79)

1. Jarak transmisi yang diharapkan
2. *Data rate* dan *channel bandwidth*
3. *Bit error rate* (BER)

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, komponen yang diperlukan dan karakteristik yang bersangkutan sebagai berikut:

1. *Single-mode* atau *Multimode* serat optik
  - a. Ukuran inti
  - b. Profil Indeks bias inti
  - c. Bandwidth
  - d. Redaman/*Attenuation*
  - e. *Numerical aperture*
2. Sumber optik LED atau laser
  - a. Panjang gelombang
  - b. Daya keluaran
  - c. Pola emisi
3. *Pin* atau *avalanche photodiode*
  - a. Responsivitas
  - b. Panjang gelombang

- c. Kecepatan
- d. Sensitivitas

Untuk menentukan bahwa sistem komunikasi serat optik telah memenuhi syarat maka memerlukan analisis yaitu, perhitungan *power link budget*. Perhitungan *power link budget* menentukan rentang daya antara sensitivitas daya minimum dari detektor optik dengan keluaran sumber optik sehingga sesuai dengan spesifikasi dari nilai BER yang disyaratkan. Perhitungan analisis ini dihitung berdasarkan redaman konektor, redaman sambungan *splice*, redaman serat optik dan margin yang ditambahkan guna untuk memberi nilai toleransi terhadap penurunan komponen atau temperatur kerjanya. Komponen harus diganti dengan cara menambahkan pengulang (*repeater*) jika komponen tidak dapat memenuhi jarak transmisi yang diinginkan.

**2.16.1 Perhitungan Daya Sinyal (*Power Link Budget*)**

*Power link budget* adalah perhitungan daya yang dilakukan pada suatu sistem transmisi yang didasarkan pada karakteristik saluran (rugi-rugi), sensitivitas detektor dan sumber optik. Secara sederhana perhitungan dihitung dengan cara mengukur besar total redaman yang diinginkan antara sumber dan detektor cahaya kemudian menentukan redaman serat, konektor, sambungan *splice* dan margin sistem.

$$R_x = P_{TX} - Total Loss + PM \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Total Loss = L.L_f + (n_c.L_c) + (n_s.L_s) \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

Rx = Daya Penerima (*Power Receive*)

Ptx = Daya Pengirim (*Power Transmit*)

L = Jarak Transmisi

Lf = Redaman Kabel (dB/km)

Lc = Redaman konektor (dB)

nc = Jumlah sambungan konektor

Ls = Redaman sambungan *splice* (dB)

ns = Jumlah sambungan *splice*

PM = Margin sistem

### 2.16.2 Perhitungan Jumlah *Splice*

Untuk mendapatkan perhitungan jumlah sambungan *splice* yang diperlukan sepanjang *link* transmisi dapat dihitung dengan cara:

$$n_s = \frac{L}{L_d} - 1 \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

Ns = Jumlah sambungan *splice*

L = Jarak transmisi

Ld = Panjang serat optik per gulungnya (*drumlength*)

Pada tiap penguat membutuhkan dua buah sambungan atau *splice* dan juga dua buah konektor untuk terhubung dengan terminal utama. *Splice* juga dapat berguna sebagai penyambungan antar kabel dan serat optik.

### 2.16.3 Rise Time Budget

*Rise Time Budget* dihitung untuk menentukan keterbatasan akibat pengaruh dispersi pada saluran transmisi. Hal ini bertujuan untuk menganalisis tercapai atau tidaknya unjuk kerja secara keseluruhan dan mampu memenuhi *bit rate* yang diinginkan. Persamaan *Rise time budget* adalah sebagai berikut:

$$t_r = \sqrt{t_{sumber}^2 + t_{det}^2 + t_f^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

Tr = *rise time* total sistem

t<sub>sumber</sub> = *rise time* sumber optik

t<sub>det</sub> = *rise time* detektor optik

t<sub>f</sub> = dispersi total serat

dimana nilai t<sub>f</sub> dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$t_f = D \cdot \delta\lambda \cdot L \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

D = dispersi kromatik

L = jarak transmisi

$\delta\lambda$  = lebar spektral

## 2.17 Fiber Loss

Pada perancangan jalur alternatif membutuhkan beberapa parameter, termasuk loss dari fiber. Dari Tabel 2.2 loss yang peneliti gunakan adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.2 Spesifikasi untuk Corning InfiniCor and SMF-28 Standar Fiber**

<i>Wavelength/ Mode</i>	<i>Fiber Core Diameter</i>	<i>Attenuation/ Kilometer</i>	<i>Attenuation/ Splice</i>	<i>Attenuation/ Connector</i>	<i>Modal Bandwidth (MHz-km)</i>
<i>850 nm multi-mode</i>	50 $\mu\text{m}$	2.40 dB	0.1 dB	0.75 dB	500
<i>850 nm multi-mode</i>	62.5/125 $\mu\text{m}$	3.00 dB	0.1 dB	0.75 dB	200
<i>1300 nm multi-mode</i>	50 $\mu\text{m}$	0.70 dB	0.1 dB	0.75 dB	500
<i>1300 nm multi-mode</i>	62.5/125 $\mu\text{m}$	0.75 dB	0.1 dB	0.75 dB	500
<i>1310 nm single-mode</i>	9 $\mu\text{m}$	0.35 dB	0.01 dB	0.75 dB	N/A
<i>1550 nm single-mode</i>	9 $\mu\text{m}$	0.22 dB	0.01 dB	0.75 dB	N/A

Sumber : IMC Network, Calculating Fiber Loss and Dstance

## 2.18 Aplikasi Kalkulasi Power Link Budget dan Rise Time Budget Berbasis Android

Pada penelitian yang dilakukan Desto Rina Ridla Nurwahibah, Akmad Hambali, dan Unang Suryana yang berasal dari Universitas Telkom bahwa aplikasi kalkulasi *Power Link Budget* yang dapat digunakan adalah *Optical Network Design Calculator* yang dapat di gunakan pada perangkat *smartphone* Android versi 4.12 (Jelly Bean) Menurut Rina, Desto (2014:1)

Sangat banyak aplikasi *smartphone* berbasis Android yang dapat ditemukan, salah satunya dalah *Optical Network Design Calculator* ini. Aplikasi ini dapat digunakan untuk perancangan sistem telekomunikasi karena dapat menghitung *Power Link Budget* dan juga *Rise Time Budget*. Pada penerapan perancangan jaringan Sistem Komunikasi Serat Optik (SKSO) memperhatikan parameter yang diperlukan seperti *Power Link Budget* dan juga *Rise Time Budget*.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tujuan Penelitian**

Penelitian yang peneliti lakukan bertujuan untuk memenuhi mata kuliah skripsi. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisa perancangan jalur alternatif fiber optik DWDM pada ruas Cilincing-Tanjung Priok dengan menggunakan parameter yang sesuai.

#### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **3.2.1 Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di PT.Telkom Indonesia Witel Jakarta Utara yang beralamat di Jl.Raya Mangga Besar 49 yaitu pada STO Kota2 pada divisi OM IP Network

##### **3.2.2 Waktu Penelitian**

Peneliti melaksanakan penelitian pada bulan September 2016.

#### **3.3 Objek Penelitian**

Peneliti melakukan penelitian pada media transmisi DWDM

#### **3.4 Metode dan Rancangan Penelitian**

Metode penelitian dalam penulisan karya ilmiah mutlak diperlukan agar alur penulisan karya tersebut betul-betul sistematis, tidak simpang siur maka alur permasalahan dan penyelesaian masalahnya dapat ditulis dengan lancar dan sempurna. Metode penelitian menurut Moelong (2006:43) adalah seperangkat cara dalam proses yang sistematis diperlukan dalam perencanaan dan juga dalam pelaksanaan penelitian.

Penelitian ini adalah penelitian yang bersifat kuantitatif. Sedarmayanti (2006:35) menjelaskan pengertian penelitian kuantitatif sebagai berikut. Penelitian kuantitatif adalah suatu penelitian yang didasarkan oleh falsafah positivisme yaitu ilmu valid, ilmu dibangun dari empiris, teramati, terukur, menggunakan logika matematika dan dapat membuat generalisasi atas rerata. Teori kebenaran dianut oleh positivis termasuk teori korespondensi antara pernyataan atau verbal dengan realitas empirik atau objeknya. Metode kualitatif menghendaki objek penelitian spesifik serta membatasi sejumlah tata fikir kategorisasi, intervalisasi dan kontinuitas.

Sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai, penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Menurut Sugiyono (2009:7) mengatakan metode kuantitatif adalah metode penelitian dengan data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan korelasional. Sedangkan Sedarmayanti (2002:34) mengatakan penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang didasari oleh falsafah positivis yaitu ilmu valid, ilmu empiris, teramati, terukur, menggunakan logika matematika serta membuat generalisasi atas rerata.

Metode penelitian memiliki berbagai macam bentuk pendekatan. Salah satu bentuk pendekatan dalam penelitian adalah pendekatan korelasional. Menurut Arikunto (2006:239) mengatakan pendekatan korelasional bertujuan untuk menemukan ada tidaknya hubungan, dan apabila ada, seberapa eratnya hubungan serta berarti atau tidaknya hubungan itu.

Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian kuantitatif berarti penelitian yang menggunakan teknik analisis statistik untuk menganalisa data dan menarik kesimpulan. Data diperoleh melalui berbagai instrument pengumpulan data.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Pembuatan perancangan penelitian
2. Pelaksanaan penelitian
3. Pembuatan laporan penelitian

### 3.5 Data dan Sumber Data

Data dari hasil penelitian yang peneliti lakukan akan didapat dari PT. Telkom Indonesia STO Mangga Besar. Sumber data yang nanti akan peneliti dapat berasal dari bagian Transmisi di perusahaan tersebut. Berikut adalah Spesifikasi SPF/XFP Module 10 Gb yang dapat dilihat pada Tabel 3.1

**Tabel 3.1 Tabel Spel SPF Alcatel Lucent 10 Gb**

Module Type	Designation Telcordia/IT U	Connector	Fiber Type	Wavelengt h	Link Budget (dB)	Launch Power Max (dBm)	Launch Power Min (dBm)	Rx Power Max (dBm)	Rx Power Min (dBm)	Target Distance Telcordia/I TU
10G BASE Fixed	<b>LW/LR</b>	<b>Simplex SC</b>	<b>SM</b>	<b>1310nm</b>	<b>6,2</b>	<b>0,5</b>	<b>-8,2</b>	<b>0,5</b>	<b>-14,4</b>	<b>10 km</b>
10G BASE Fixed	<b>EW/ER</b>	<b>Simplex Sc</b>	<b>SM</b>	<b>1550nm</b>	<b>11,1</b>	<b>4</b>	<b>-4,7</b>	<b>-1</b>	<b>-15,8</b>	<b>40 km</b>
10G BASE Fixed	<b>ZW/ZR</b>	<b>Simplex SC</b>	<b>SM</b>	<b>1550nm</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>-2</b>	<b>-9</b>	<b>-26</b>	<b>80km</b>
10G BASE XFP	<b>SR</b>	<b>LC</b>	<b>SM</b>	<b>859nm</b>	<b>2,6</b>	<b>-1</b>	<b>-7,1</b>	<b>-1</b>	<b>-9,9</b>	<b>300km</b>
10G BASE XFP	<b>LR</b>	<b>LC</b>	<b>SM</b>	<b>1310nm</b>	<b>6,2</b>	<b>0,5</b>	<b>-8,2</b>	<b>0,5</b>	<b>-14,4</b>	<b>10 km</b>
10G BASE XFP	<b>ER</b>	<b>LC</b>	<b>SM</b>	<b>1550nm</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>-4,7</b>	<b>-1</b>	<b>-15,8</b>	<b>40km</b>
10G BASE XFP	<b>ZR</b>	<b>LC</b>	<b>SM</b>	<b>1550nm</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>-2</b>	<b>-9</b>	<b>-26</b>	<b>80</b>

Sumber : Datacomm, Pengenalan Perangkat Spesifikasi SPF/SFP Modul

### 3.6 Teknik dan Prosedur

Standar *Operation* Prosedur dan Standar *Maintenance* Prosedur

Cara mengoperasikan alat ukur

#### 1. *Optical Power Meter*

- 1 Tekan *ON/OFF*
- 2 Tekan  $\lambda$
- 3 Pilih satuan dBm atau dBwatt
- 4 Perhatikan angka yang ada pada *display*

#### 2. *Optical Laser Sources*

- 1 Tekan ON/OFF
- 2 Pilih Panjang gelombang (1330 nm atau 1550 nm)
- 3 Perhatikan angka yang ada pada display

#### 3. *Attenuator*

- 1 Tekan *ON/OFF*
- 2 Pilih panjang gelombang
- 3 Putar *selection*-nya sesuai dengan alternatif yang dibutuhkan
- 4 Perhatikan nilai yang ada pada *display*

### 3.7 *Optical DWDM Analyzer*

*Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)*. Untuk mengukur besar lamda dengan menggunakan DWDM dapat dilihat pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1 Pengukuran Menggunakan DWDM**

Digunakan untuk mengukur atau mengetahui berapa besar  $\lambda$  (lamda) yang dipancarkan oleh perangkat serta mengetahui besar daya pancarnya (dBm).

Pengoperasian *Optical DWDM Analyzer* :

1. Sambungkan perangkat *Optical DWDM analyzer* keperangkat *monitoring* menggunakan *patch core*.
2. Nyalakan *Optical DWDM analyzer* dengan menekan tombol *Power* hingga lampu *indicator On* berwarna hijau.
3. Tekan tombol “*start*” untuk memulai pengukuran.
4. Selanjutnya, dilayar bawah akan muncul hasil pengukuran seperti panjang gelombang, *Spacing*, *Noise*, *SNR* dll.
5. Untuk mematikan tekan tombol *system* terlebih dahulu, pastikan bahwa panel *Optical DWDM analyzer* yang dilayar berwarna abu-abu lalu tekan tombol *On/Off*.

Adapun teknik pengumpulan data yang peneliti lakukan menggunakan teknik pendekatan dan observasi. Peneliti melakukan pendekatan terhadap HRD Telkom Indonesia di Witel Jakarta Utara.

### **3.8 Prosedur Analisis Data**

Untuk mendapatkan data agar dapat peneliti olah menjadi sebuah hasil skripsi maka peneliti menggunakan prosedur sebagai berikut:

1. Pengajuan Penelitian terhadap PT. Telkom Indonesia kepada Jurusan dan Fakultas
2. Penyerahan surat ijin kepada PT. Telkom Indonesia untuk melakukan penelitian
3. Meneliti bagian-bagian dari pada transmisi dan juga melakukan pengumpulan data
4. Pengolahan data untuk dijadikan skripsi
5. Penganalisisan data

### **3.9 Pemeriksaan Keabsahan Data**

Data yang peneliti akan dapatkan, akan diperiksa oleh pihak PT. Telkom dan juga pihak Universitas, dan data yang akan peneliti tuangkan di dalam skripsi harus mendapat ijin resmi dari pihak perusahaan. Data yang akan dilampirkan di dalam skripsi adalah data yang keabsahaannya dapat ditanggungjawabkan dan peneliti tidak merusak rahasia perusahaan.

### **3.10 Rancangan Penelitian**

#### **3.10.1 Perencanaan Rute Kabel Serat Optik**

Dalam merancang jaringan alternatif jaringan serat optik, pemilihan jalur optik yang dilalui harus diperhatikan. Hal yang perlu diperhatikan antara lain adalah panjang kabel yang akan digunakan, jumlah sambungan kabel atau *splice*, jenis kabel optik yang digunakan dan juga jumlah daya pancar yang dibutuhkan.

Perlu atau tidaknya komponen sebagai penguat untuk jaringan kabel optik juga harus diperhatikan guna penyampaian informasi dapat diterima dengan baik oleh *receiver*.

Ada beberapa jalur yang dapat dilalui dari Cilincing ke Tanjung Priok, namun dari beberapa jalur yang tersedia hanya satu jalur saja yang akan dipakai untuk dijadikan jalur alternatif sehingga perancangannya dibutuhkan pengukuran yang akurat agar dapat menentukan jalur yang akan digunakan. Jalur alternatif yang akan dirancang nanti memiliki beberapa kelebihan, yaitu:

- a. Memudahkan instalasi serat optik
- b. Mempermudah *maintenance*/perawatan pada perangkat serat optik
- c. Mengurangi *loss revenue* akibat gangguan yang terjadi di *link* utama

Jalur yang akan dibangun menggunakan kabel serat optik yang akan ditanam di tanah. Kabel serat optik ini akan ditanam dengan kedalaman 1,5 m. Jalur alternatif yang akan dibangun dipilih berdasarkan kriteria yang terbaik setelah dilakukan pengukuran *power link budget*. Adapun jalur-jalur yang terpilih dapat dilihat pada Tabel 3.2, Tabel 3.3 dan Tabel 3.4

**Tabel 3.2 Jarak Serat Optik Jalur Pertama**

No	Lokasi X	Lokasi Y	Jarak (Km)
1.	Cilincing	Sunter	7,1
2.	Sunter	Kelapa Gading	3,1
3.	Kelapa Gading	Tanjung Priok	7,14
	Total Jarak		17,34

**Tabel 3.3 Jarak Serat Optik Jalur Kedua**

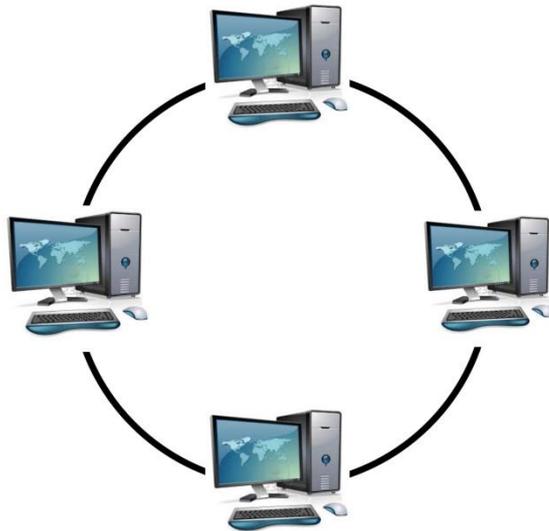
	Lokasi X	Lokasi Y	Jarak (Km)
1.	Cilincing	Sunter	7,1
2.	Sunter	Cempaka Putih	5,4
3.	Cempaka Putih	Tanjung Priok	10,5
	Total Jarak		23

**Tabel 3.4 Jarak Serat Optik Jalur Ketiga**

No	Lokasi X	Lokasi Y	Jarak (Km)
1.	Cilincing	Sunter	7,1
2.	Sunter	Kota 2	12
3.	Kota 2	Ancol	4,6
4.	Ancol	Tanjung Priok	16,38
Total Jarak			40,08

### 3.10.2 Topologi Jaringan Serat Optik

Untuk mengimplementasikan jaringan pada perencanaan jalur alternatif fiber optik menggunakan topologi ring dapat dilihat pada Gambar 3.2 dengan mempertimbangkan pemenuhan layanan terhadap link dan menciptakan kehandalan yang tinggi. Dapat dilihat pada rancangan jalur alternatif pertama, kedua dan ketiga. Semuanya menggunakan topologi ring untuk memenuhi kebutuhan perancangan jalur alternatif fiber optik DWDM pada ruas Cilincing-Tanjung Priok.

**Gambar 3.2 Penentuan Topologi pada Jalur Alternatif**

### 3.10.3 Penentuan Kapasitas Kanal

Jalur alternatif DWDM pada ruas Cilincing-Tanjung Priok yang dibangun diperuntukan bagi PT. Telkom Indonesia guna memenuhi kebutuhan *trafik* pada saat terjadi gangguan. Setiap jalur dirancang berkapasitas  $4\lambda$  atau setara dengan  $4 \times 10$  Gbps

$$\begin{aligned}
 4\lambda &= 4 \times 10 \text{ Gbps} \\
 &= 4 \times \text{STM 64} \\
 &= 16 \times \text{STM 16} \\
 &= 256 \times \text{STM 1} \\
 &= 16,128 \text{ E1}
 \end{aligned}$$

### 3.11 Parameter Perencanaan Jaringan Serat Optik

EIA-445 *Fiber optic* Uji Prosedur, yang merupakan bagian dari EIA-TIA *Fiber optic* Standar, yaitu *Electronics Industry Alliance - Telecommunications Industry Association* Fiber optik Standar, lebih dikenal sebagai FOTP 's pengukuran *cutt off* kabel dijelaskan dalam EIA-455-170. kabel *cutt off* Wavelength *single-mode* Fiber oleh Tenaga Menular, atau "FOTP- 170". Tabel 3.5 adalah standar dispersi secara Internasional :

**Tabel 3.5 Tabel Data Parameter**

DATA PARAMETER	
Bit Rate	10 Gbps
Jarak dan Panjang kabel Link	42.25 km
Bawen – Payaman	
BER ( <i>Bit Error Rate</i> )	$10^{-12}$
Format Modulasi	NRZ ( <i>Nero return To Zero</i> )
Panjang Gelombang ( $\lambda$ )	1310 nm & 1550 nm
Margin sistem	5 dB
Redaman Kabel	0.35 dB ( $\lambda = 1310$ nm)
	0.22 dB ( $\lambda = 1550$ nm)
Redaman <i>Splicing</i>	$\leq 0.1$ db/Splice

Redaman Konektor	$\leq 0.5$ dB/konektor
Rise time transmitter	35 ps
Rise time receiver	35 ps
Dispersi kromatis (D)	4,3 ps/(nm.km)
Lebar spektral ( $\delta\lambda$ )	0.1 nm
Daya Transmitter	4 dBm
Daya Receiver	-4 dBm

Sumber : Jurnal Online Institute Teknologi Nasional, 46.

Berdasarkan Tabel ITU-T yang di dapatkan dari PT.Telkom telah dilampirkan pada Tabel 3.6, karena jalur alternatif yang akan dirancang berada pada jarak 40 km. Berikut adalah tabel parameter power link budget untuk hanya untuk jarak 40 km.

**Tabel 3.6 Tabel Power Link Budget**

Module Type	10G BASE Fixed
Designation Telcordia/ITU	EW/ER
Connector	Simplex Sc
Fiber Type	SM
Wavelength	1550nm
Link Budget(dB)	11,1
Ptx Max(dBm)	4
Ptx Min(dBm)	-4,7
Rx Power Max (dBm)	-1
Rx Power Min (dBm)	-15,8
Target Distance Telcordia/ITU	40km

Sumber : Datacomm, Pengenalan Perangkat Alcatel Lucent SPF/SFP Module

### 3.12 Penentuan Teknologi Transprt DWDM

Sistem transmisi yang digunakan oleh PT. Telkom, Tbk pada saat ini adalah berbasis *IP over WDM*. Untuk saat ini sistem transmisi menggunakan *Synchronous Digital Hierarchy* (SDH) sudah mulai ditinggalkan. Pada masa yang akan datang kapasitas kanal yang dibutuhkan akan sangat besar agar dapat memenuhi kebutuhan *link*-nya. Berapa besar kebutuhan *bandwidth* pada jumlah pelanggan yang ada dapat diprediksi pada suatu area. Oleh karena itu, data setiap

*link* dibutuhkan guna untuk memprediksi kebutuhannya di masa yang akan datang. Ketika adanya penambahan kapasitas kanal di PT. Telkom Indonesia, Tbk perusahaan tidak perlu melakukan pembangunan jaringan yang ada, sehingga biaya yang diperlukan dapat semakin diminimalisir.

### **3.12.1 Kapasitas kanal DWDM menggunakan perangkat STM-16**

*DWDM* memiliki keunggulan yaitu kebutuhan pada jumlah serat optik lebih sedikit dibanding dengan kebutuhan teknologi *SDH*. Konfigurasi sistem penggunaan teknologi DWDM untuk pemenuhan kebutuhan kapasitas kanal pada perangkat STM-16 sebanyak 28 buah perangkat. Sinyal optik tiap panjang gelombang hanya mampu ditransmisikan dengan satu *core* pada serat optik tunggal. Pada jaringan transport ini membutuhkan satu pasang *core* untuk menghubungkan *transmitter* dan *receiver*.

### **3.12.2 Kapasitas kanal DWDM menggunakan perangkat STM-64**

Perangkat STM-64 yang diintegrasikan dengan teknologi DWDM sama dengan perangkat STM-16 yaitu membutuhkan satu pasang core optik agar dapat menghubungkan *transmitter* dengan *receiver*. Untuk pemenuhan kapasitas pada perangkat STM-64 ini hanya membutuhkan sebanyak 7 perangkat saja.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Power Link Budget

##### 4.1.1. Perhitungan Jumlah Sambungan Splice

Sesuai dengan persamaan (2.3), maka jumlah splice yang dibutuhkan untuk membagun jalur alternatif yang diinginkan adalah sebagai berikut :

##### **Jalur Alternatif 1**

$$n_s = \frac{L}{Ld} - 1$$

$$n_s = \frac{17,34}{4} - 1 = 3,3$$

$$n_s = 3 \text{ splice}$$

##### **Jalur Alternatif 2**

$$n_s = \frac{L}{Ld} - 1$$

$$n_s = \frac{23}{4} - 1 = 4,75$$

$$n_s = 5 \text{ splice}$$

##### **Jalur Alternatif 3**

$$n_s = \frac{L}{Ld} - 1$$

$$n_s = \frac{40,08}{4} - 1 = 9,02$$

$$n_s = 9 \text{ splice}$$

#### 4.1.2. Perhitungan Total Loss

Sesuai dengan persamaan (2.2), maka total *loss* yang diperhitungkan untuk membangun jalur alternatif yang diinginkan adalah sebagai berikut :

##### Jalur alternatif 1

##### Cilincing-Sunter-Kelapa Gading- Tanjung Priok

$$\begin{aligned}
 \text{Total Loss} &= (L \cdot L_f) + (n_c \cdot L_c) + (n_s \cdot L_s) \\
 &= (17,34 \text{ km} \times 0,22 \frac{\text{dB}}{\text{km}}) + (6 \times 0,75 \text{ dB}) + (3 \times 0,01 \text{ dB}) \\
 &= 3,81 \text{ dB} + 4,5 \text{ dB} + 0,03 \text{ dB} \\
 &= 8,34 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

##### Jalur alternatif 2

##### Cilincing-Sunter-Cempaka Putih- Tanjung Priok

$$\begin{aligned}
 \text{Total Loss} &= (L \cdot L_f) + (n_c \cdot L_c) + (n_s \cdot L_s) \\
 &= (23 \text{ km} \times 0,22 \frac{\text{dB}}{\text{km}}) + (6 \times 0,75 \text{ dB}) + (5 \times 0,01 \text{ dB}) \\
 &= 5,06 \text{ dB} + 4,5 \text{ dB} + 0,05 \text{ dB} \\
 &= 9,61 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

##### Jalur alternatif 3

##### Cilincing-Sunter-Kota 2-Ancol- Tanjung Priok

$$\begin{aligned}
 \text{Total Loss} &= (L \cdot L_f) + (n_c \cdot L_c) + (n_s \cdot L_s) \\
 &= (40,08 \times 0,22 \frac{\text{dB}}{\text{km}}) + (8 \times 0,75 \text{ dB}) + (9 \times 0,01 \text{ dB}) \\
 &= 8,81 \text{ dB} + 6 \text{ dB} + 0,09 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$= 14,9 \text{ dB}$$

#### 4.1.3. Perhitungan Rx

Berdasarkan jumlah *splice* dan nilai total *loss* pada data perhitungan diatas, dapat diperoleh nilai Rx. Dengan menggunakan persamaan (2.1), maka Rx sistem untuk 10 Gbps adalah sebagai berikut :

##### Jalur Alternatif 1

$$\begin{aligned} Rx &= P_{TX} - Total Loss - PM \\ &= 4 - 8,34 - 5 \\ &= -9,34 \text{ dBm} \end{aligned}$$

##### Jalur Alternatif 2

$$\begin{aligned} Rx &= P_{TX} - Total Loss - PM \\ &= 4 - 9,61 - 5 \\ &= -10,61 \text{ dBm} \end{aligned}$$

##### Jalur Alternatif 3

$$\begin{aligned} Rx &= P_{TX} - Total Loss - PM \\ &= 4 - 14,9 - 5 \\ &= -15,9 \text{ dBm} \end{aligned}$$

#### 4.1.4. Perhitungan Rise Time Budget

Berdasarkan nilai rise time perangkat pada tabel parameter 3.5 dapat diperoleh nilai rise time sistem. Dengan menggunakan persamaan (2.5) dapat diperoleh

dispersi total serat ( $t_f$ ). Setelah memperoleh hasil dispersi total serat, maka rise time sistem juga dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.4)

$$t_{sis} = \frac{0,7}{BR} = \frac{0,7}{10 \times 10^9}$$

$$= 70 \text{ ps}$$

### Jalur Alternatif 1

$$t_f = D \cdot \delta\lambda \cdot L$$

$$t_f = \left(4,3 \frac{\text{ps}}{\text{nm}} \cdot \text{km}\right) \times (0,1 \text{ nm}) \times (17,34 \text{ km})$$

$$t_f = 7,46 \text{ ps}$$

$$t_r = \sqrt{t_{sumber}^2 + t_{det}^2 + t_f^2}$$

$$t_r = \sqrt{35^2 + 35^2 + 7,46^2}$$

$$t_r = \sqrt{2505,65}$$

$$t_r = 50,05 \text{ ps}$$

### Jalur Alternatif 2

$$t_f = D \cdot \delta\lambda \cdot L$$

$$t_f = \left(4,3 \frac{\text{ps}}{\text{nm}} \cdot \text{km}\right) \times (0,1 \text{ nm}) \times (23 \text{ km})$$

$$t_f = 9,89 \text{ ps}$$

$$t_r = \sqrt{t_{sumber}^2 + t_{det}^2 + t_f^2}$$

$$t_r = \sqrt{35^2 + 35^2 + 9,89^2}$$

$$t_r = \sqrt{2547,81}$$

$$t_r = 50,48\text{ps}$$

### **Jalur Alternatif 3**

$$t_f = D \cdot \delta\lambda \cdot L$$

$$t_f = \left(4,3 \frac{\text{ps}}{\text{nm}} \cdot \text{km}\right) \times (0,1\text{nm}) \times (40,08 \text{ km})$$

$$t_f = 17,23\text{ps}$$

$$t_r = \sqrt{t_{\text{sumber}}^2 + t_{\text{det}}^2 + t_f^2}$$

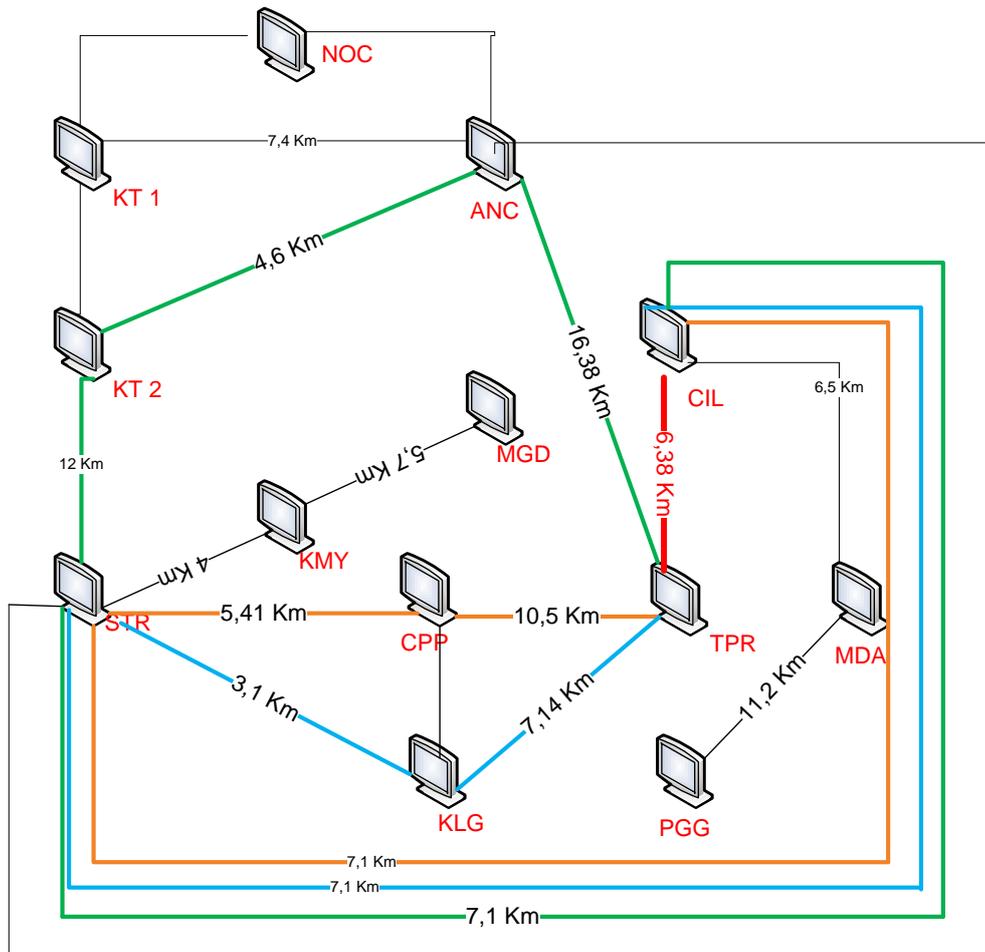
$$t_r = \sqrt{35^2 + 35^2 + 17,23^2}$$

$$t_r = \sqrt{2746,87}$$

$$t_r = 52,41\text{ps}$$

## **4.2. Konfigurasi Jalur Transmisi Kota 2**

Gambar 4.1 berikut merupakan konfigurasi kota 2. Jalur yang tersedia merupakan jalur transmisi serat optik DWDM. Garis yang terhubung pada tiap STO mempunyai jalur transmisi dengan topologi *point to point*.



**Gambar 4.1 Konfigurasi Jaringan Kota 2**

**Keterangan :**

- █ : Jaringan Utama/*Backbone*
- █ : Jalur Perancangan Alternatif 1
- █ : Jalur Perancangan Alternatif 2
- █ : Jalur Perancangan Alternatif 3

CIL : Cilimcing

TPR : Tanjung Priok

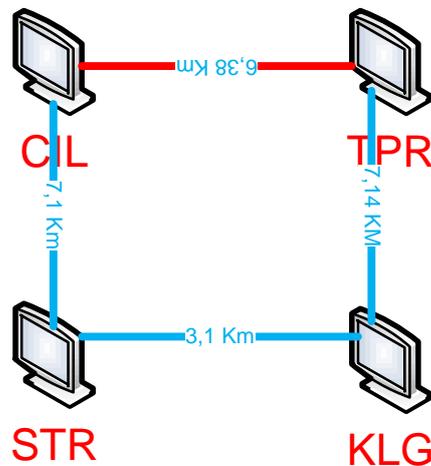
KLK : Kelapa Gading

CPP	: Cempaka Putih
STR	: Sunter
ANC	: Ancol
KT2	: Kota Dua

### 4.3. Jalur Alternatif

Dalam perancangan jalur alternatif pada ruas Cilincing-Tanjung Priok, terdapat 3 jalur yang memiliki kemungkinan menjadi jalur alternatif yang akan dibangun. Tiga jalur alternatif yang ada akan diperoleh hasil perhitungan *power link budget* sehingga akan didapati jalur yang paling baik dan akan dibangun sebagai jalur alternatif. Berikut ketiga jalur alternatif yang telah di rancang :

#### 4.3.1. Jalur Alternatif 1

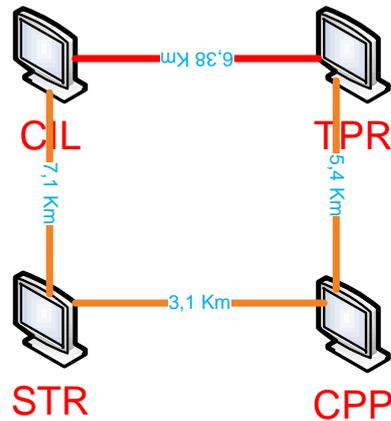


Gambar 4.2 Jalur Alternatif 1

Gambar 4.2 merupakan jalur alternatif pertama yang dirancang dengan sebagai berikut : Dari STO Cilincing melewati Sunter dengan jarak 7,1 km lalu melewati Kelapa Gading dengan jarak 3,1 km, setelah itu sampai ke Tanjung

Priok dengan jarak 7,14 km. Jalur alternatif yang pertama memiliki toatal jarak 17,34 km.

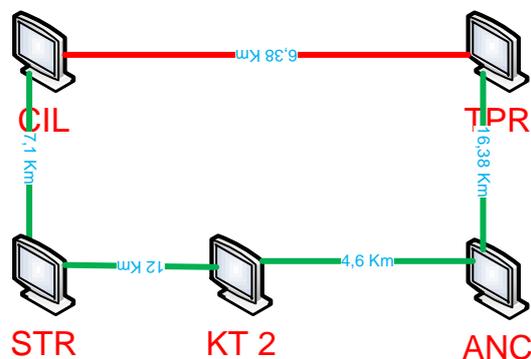
#### 4.3.2. Jalur Alternatif 2



Gambar 4.3 Jalur Alternatif 2

Gambar 4.3 merupakan jalur alternatif kedua yang dirancang dengan sebagai berikut : Dari STO Cilincing melewati Sunter dengan jarak 7,1 km lalu melewati Cempaka Putih dengan jarak 5,4 km, setelah itu sampai ke Tanjung Priok dengan jarak 6,38 km. Jalur alternatif yang kedua memiliki total jarak 23 km.

#### 4.3.3. Jalur alternatif 3



Gambar 4.4 Jalur Alternatif 3

Gambar 4.4 merupakan jalur alternatif ketiga yang dirancang sebagai berikut : Dari Cilincing melewati Sunter dengan jarak 7,1 km lalu melewati Kota 2 dengan jarak 12 km, juga melewati Ancol dengan jarak 4,6 km dan sampai di Tanjung Priok dengan jarak 16,38 km. Jalur alternatif ketiga memiliki total jarak 40,08 km.

#### **4.4. Analisis Power Link Budget**

Untuk menjamin tingkatan daya terima pada penerima masih berada pada batas minimum maupun maksimum sensitivitas penerima dibutuhkan analisis *power link budget* sehingga sinyal informasi yang diterima oleh penerima dapat diterima dengan baik. Merujuk pada tabel 3.6 bahwa tipe modul yang digunakan adalah 10 G BASE Fixed, jenis ITU yang digunakan adalah EW/ER, menggunakan jenis *connector* Simplex Sc, menggunakan tipe serat optik SM, dan menggunakan lamda sebesar 1550 nm. Untuk batas *launch power* maximum berada pada 4 dBm dan batas minimum *launch power* berada -4,7 dBm. Pada perancangan jalur alternatif kali ini menggunakan *launch power* pada batas maximum yaitu 4 dBm. Rx *power* pada batas maximum adalah -1 dBm dan Rx *power* pada batas minimum adalah -15,8 dBm.

Teknologi DWDM mempunyai standar *power link budget*, berdasarkan tabel 3.6 Spesifikasi SPF/XFP *Module* dimana standar Rx minimal -15, 58 dBm dan maksimalnya adalah -1 dBm. Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan pada jalur alternatif pertama adalah -12,1 dB, pada jalur alternatif yang kedua adalah -14,5 dB, dan pada jalur alternatif yang ketiga adalah -21,93 dB. Maka sesuai dengan standar yang dimiliki PT. Telkom maka jalur alternatif yang dapat digunakan adalah jalur alternatif yang pertama dan kedua. Karena tidak melebihi

batas minimum Rx power adalah 15,58 dB. Merujuk pada parameter diatas jarak maksimum yang diperoleh adalah 40 km. Berdasarkan pada data dan hasil perhitungan pada bab 3, yaitu:

- a. Perancangan jalur alternatif 1 = 17,43 km
- b. Perancangan jalur alternatif 2 = 23 km
- c. Perancangan jalur alternatif 3 = 40,08 km

Berdasarkan keseluruhan parameter yang sudah ada, jalur alternatif yang sesuai adalah jalur alternatif pertama dan jalur alternatif yang kedua. Untuk jalur alternatif yang ketiga tidak dapat digunakan karena melebihi batas maksimum jarak.

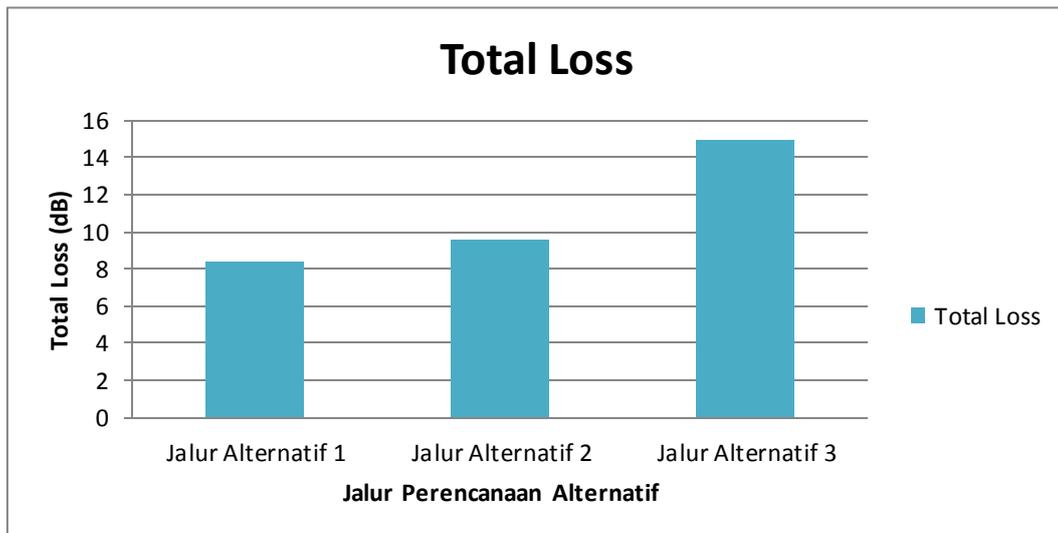
#### **4.5. Analisis Jumlah Sambungan Splice dan Konektor**

Kehadiran sambungan *splice* dan sambungan konektor sangat diperlukan pada suatu perancangan jalur serat optik. Sambungan serat optik sangat diperlukan karena panjang gulungan serat optik dipasaran panjangnya terbatas, ada yang 2 km/roll dan ada juga yang 4 km/roll. PT. Telkom menggunakan sambungan *splice* yang sebesar 4 km/roll. Sambungan *splice* ini digunakan untuk menyambung serat optik agar dapat menjangkau jarak transmisi sesuai dengan perencanaan. Pada proses penyambungan harus dilakukan dengan seteliti mungkin karena pemasangan yang tidak sesuai akan mempengaruhi redaman. Selain itu jumlah konektor juga wajib diperhitungkan karena komponen ini pula memiliki redaman yang dapat mempengaruhi perhitungan *power link budget*. Tabel 4.1 menunjukkan jumlah sambungan splice dan konektor yang diperlukan pada perancangan jalur alternatif ruas Cilincing-Tanjung Priok.

Tabel 4.1 Jumlah sambungan *splice* dan konektor

Jalur Alternatif	Jumlah sambungan <i>splice</i>	Jumlah konektor
JA 1	3	6
JA 2	5	6
JA 3	9	8

#### 4.6. Analisa Perhitungan Total Loss

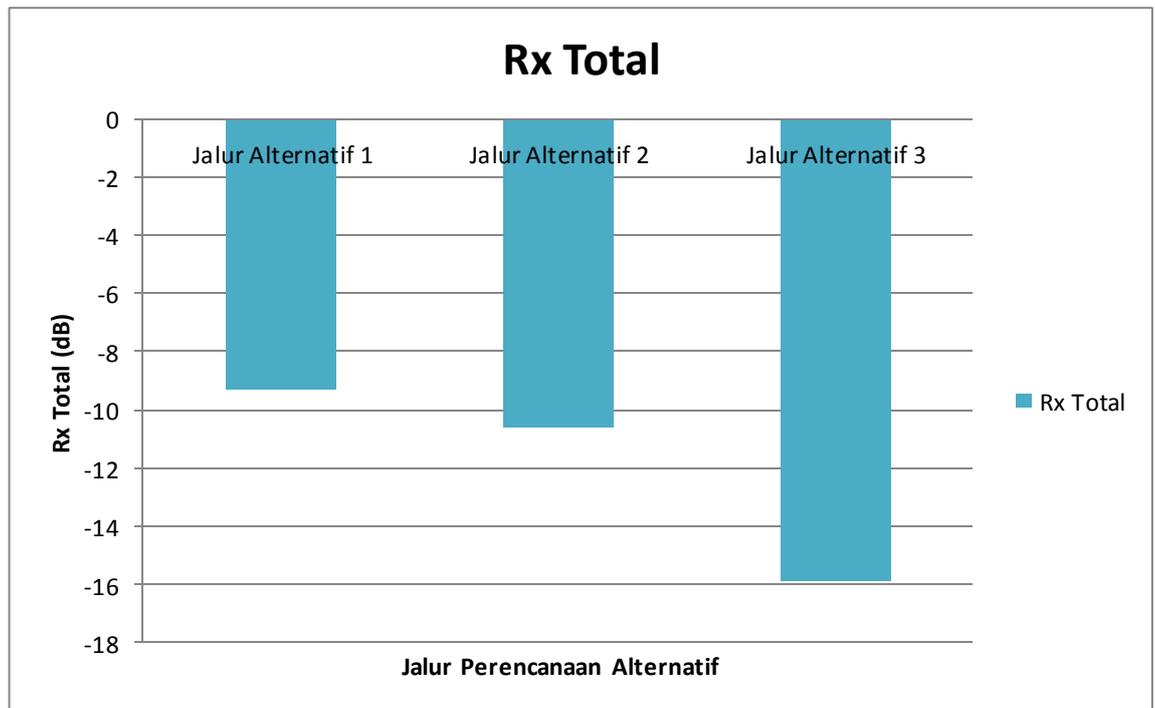


Gambar 4.5 Grafik Total Loss pada Perencanaan Jalur Alternatif

Dengan menggunakan persamaan (2.2) dapat memperoleh perhitungan total loss dengan menghitung jumlah jarak dikalikan dengan redaman ditambah dengan jumlah *splice* dikalikan dengan redaman dan ditambah dengan jumlah konektor dikalikan dengan redaman. Redaman pada jarak transmisi maximal adalah 0,5 dB, namun pada perencanaan redaman pada jarak menggunakan 0,22 dB. Pada perencanaan redaman *splice* menggunakan redaman 0,01 dB. Pada perencanaan, konektor menggunakan redaman 0,75 dB. Terlihat pada Gambar 4.5 adalah grafik hasil perhitungan total loss pada setiap jalur perencanaan alternatif pada ruas Cilincing-Tanjung Priok. Dapat dilihat bahwa jalur perencanaan yang pertama lebih paling baik karena total loss-nya sebesar 8,34 dB. Untuk jalur yang kedua

sebesar  $9,61 \text{ dB}$  dan untuk jalur perencanaan yang ketiga sebesar  $14,9 \text{ dB}$ . Semakin kecil total loss maka semakin baik jalur transmisinya.

#### 4.7. Analisa Rx Total

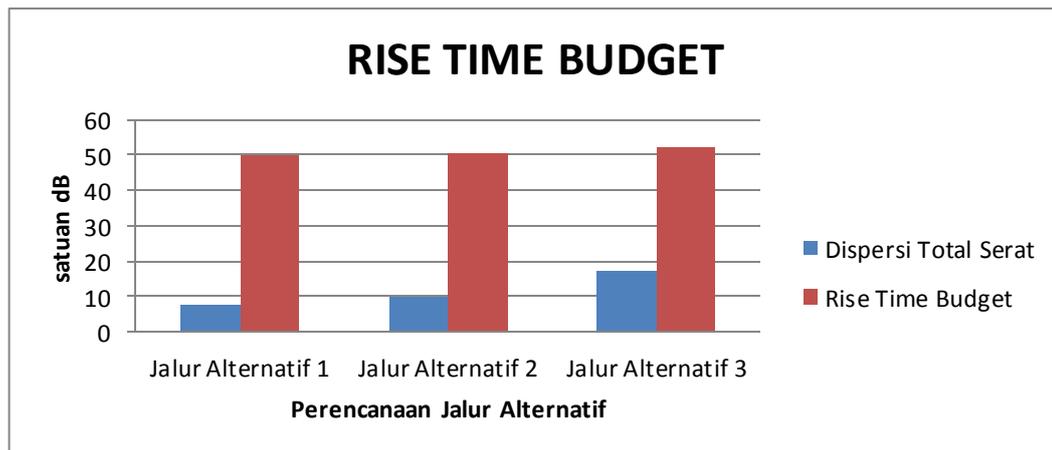


**Gambar 4.6 Grafik Rx Total Perencanaan Jalur Alternatif**

Berdasarkan persamaan (2.1) didapati perhitungan Rx total dengan cara *power transmit* dikurangi dengan total *loss* dikurangi dengan margin. Pada perhitungan *power transmit* nya sebesar  $4 \text{ dB}$  berdasarkan tabel 3.6 Tabel *Power Link Budget* *power transmit* maximal adalah  $4$  dan *power transmit* minimalnya adalah  $-4,8 \text{ dB}$ . Berdasarkan tabel 2.2 pada teori margin sebesar  $5 \text{ dB}$ . Berikut grafik Rx total ketiga jalur perencanaan alternatif pada Gambar 4.6 . Berdasarkan perhitungan Rx total pada jalur yang pertama sebesar  $-9,34 \text{ dBm}$ , pada jalur perencanaan kedua sebesar  $-10,61 \text{ dBm}$  dan untuk jalur perencanaan yang ketiga sebesar  $-15,9 \text{ dBm}$ . Dari ketiga jalur tersebut maka jalur yang terbaik adalah jalur

perencanaan yang pertama karena powernya lebih besar. Semakin besar *power receiver*, semakin baik jalur transmisinya.

#### 4.8. Analisa Rise Time Budget



**Gambar 4.7 Grafik Dispersi Total Serat dan *Rise Time Budget* Jalur Perencanaan Alternatif**

Gambar 4.7 merupakan grafik dispersi total ketiga jalur perencanaan alternatif DWDM ruas Cilincing-Tanjung Priok. Dispersi Total serat dibutuhkan untuk mendapatkan hasil perhitungan *Rise Time Budget*. Pada perhitungan didapati bahwa rise time budget adalah sebesar 70 ps. *Rise Time Budget* untuk jalur yang pertama sebesar 50,05 ps, untuk *Rise Time Budget* pada jalur kedua sebesar 50,48ps dan *Rise Time Budget* pada jalur ketiga sebesar 52,41ps. Hal yang mempengaruhi besarnya *Rise Time Budget* adalah total jarak transmisi dan juga dispersi total seratnya. Semakin besar dispersi total serat, semakin besar pula nilai rise time budget yang akan didapat. Berikut dibawah ini dilampirkan Gambar 4.6 yang merupakan grafik *Rise Time Budget*. Ketiga jalur perencanaan alternatif Cilincing-Tanjung Priok tidak melewati hasil perhitungan *Rise Time Budget*.

#### 4.9. Analisa Ketidakmampuan Jalur Ketiga Sebagai Jalur Alternatif

Jalur ketiga memiliki jarak transmisi sebesar 40,08 km. Untuk menghitung besarnya total loss pada suatu jalur dengan cara jarak transmisi dikalikan dengan redaman kabel optik ditambah dengan jumlah *connector* dikalikan dengan redaman *connector*, ditambah jumlah *splice* dikalikan dengan redaman *splice*. Semakin panjang jarak transmisi maka total *loss* semakin bertambah karena panjang fiber optik per gulungnya maksimal sepanjang 4 km/gulung. Hal itu mempengaruhi banyaknya jumlah *connector* dan jumlah *splice*. Maka redaman pada tiap *connector* dan *splice* juga bertambah. Jika tersedianya kabel optik per gulungnya sebesar 40 km maka kemungkinan jalur ketiga dapat dijadikan jalur alternatif.

#### 4.10. Penentuan teknologi transport DWDM

*Trend* pentransmisi serat optik yang digunakan oleh PT. Telkom Indonesia adalah berbasis *IP over WDM*. Penentuan besar *bandwidth* yang dibutuhkan pada suatu area dapat diprediksi dengan melihat berapa banyaknya jumlah pelanggan.

Untuk memenuhi kebutuhan kanal pada perencanaan jalur alternatif fiber optik Cilincing-Tanjung Priok, teknologi yang dipilih adalah teknologi *DWDM* yang menggunakan perangkat *STM-64*. Dengan menganalisa perangkat *STM-16* dan *STM-64* perbandingan kebutuhan spasi kanalnya lebih baik menggunakan *STM-64*. Karena pada teknologi *STM-16* membutuhkan lima puluh enam buah *core*, dimana 28 *core* diperuntukan sebagai *transmitter* dan 28 *core* lagi diperuntukan sebagai *receiver*. sedangkan pada teknologi *STM-64* hanya

membutuhkan empat belas *core* optik, dimana 7 *core* sebagai *transmitter* dan 7 *core* lagi sebagai *receiver*.

Karena perangkat teknologi STM-16 membutuhkan *core* lebih banyak daripada perangkat teknologi STM-64 maka pilihan yang tepat untuk perancangan jalur alternatif pada ruas Cilincing-Tanjung Priok adalah menggunakan perangkat teknologi STM-64. Kebutuhan bandwidth pada perangkat STM-64 ini adalah sebesar 69,690 Gbps. Semakin banyak *core* optik yang dibutuhkan maka semakin besar biaya yang dibutuhkan untuk membangun jalur alternatif pada ruas Cilincing-tanjung Priok, dimana biaya penggelaran fiber optik tidaklah murah, juga pembiayaan bagi para pekerja akan semakin meningkat dan biaya perijinan bagi pemerintah untuk penggelaran fiber optik juga akan semakin meningkat.

Kapasitas DWDM bisa mencapai  $n \times 10$  Gbps yang artinya kapasitasnya lebih besar daripada teknologi-teknologi yang lainnya seperti SDH, karena teknologi Synchronous Digital Hierarchy (SDH) kapasitasnya hanya  $n \times 155,8$  mbps. Perangkat ini membutuhkan lebih banyak biaya daripada perangkat DWDM yang menggunakan teknologi STM-64.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. KESIMPULAN

Dari uraian pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Topologi yang digunakan pada perencanaan jalur alternatif adalah topologi ring.
2. Pada pengimplementasian teknologi DWDM di lapangan menggunakan perangkat STM-64 dengan mempertimbangkan kebutuhan kapasitas pada pelanggan Telkom semakin meningkat dan daya tampung bandwidth pada STM-64 besar, yaitu sebesar 69,690 Gbps
3. Perencanaan jalur alternatif DWDM pada ruas Cilincing-Tanjung Priok yang terbaik adalah jalur alternatif 1, yaitu melewati link Cilincing-Sunter-Kelapa Gading-Tanjung Priok, dengan total jarak 17,34 km, menggunakan *splice* 3 buah, menggunakan 6 buah *connector*, total loss 8,34 dB dan *power receive* sebesar -9,34 dBm
4. *Rise time budget* pada kapasitas 10 Gb adalah 70 ps. Dari ketiga jalur alternatif, semuanya tidak melebihi *threshold rise time budget* pada perhitungan, dan jalur yang terbaik adalah jalur alternatif 1 yaitu sebesar 50,05 ps.

#### 5.2. SARAN

Jika penelitian ini diangkat kembali sebaiknya tambahkan beberapa software untuk dapat menghitung power link budget dan berikan perbandingan antara perhitungan manual dengan perhitungan yang didapati dari software.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Fazar G. P., Dwi A., & Lita L. (2013). *Analisis Perhitungan dan Pengukuran Transmisi Jaringan Serat Optik Telkomsel Regional Jawa Tengah*. Jurnal Online Institute Teknologi Nasional, 46.
- IMC Networks. (2016). *Calculating Fiber Loss and Distance*. (8)
- Martha, Yorashaki.2011. "*Analisis Perencanaan Sistem Transmisi Serat Optik DWDM PT.TELKOM INDOENESIA,Tbk link Jakarta-Banten*". Teknik Elektro. Universitas Indonesia
- Mitro. (2012) *DWDM Alcatel Lucent*. Terjemahan oleh Mitro. Jakarta: Telkom Indonesia Arnet Kota. Buku Panduan DWDM Arnet Kota. (48)
- Moleong, Lexy. 2006. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. PT. Remaja Rosdakarya. Bandung.
- "*Mengenal Lebih Dalam Tentang Kabel Fiber Optik*". <https://www.beritateknologi.com> . Tanggal Akses 11 Januari 2017
- Rochmah. "Rancang Bangun Sstem Komunikasi Serat Optik antara Jakarta & Bandung". Indonesia,1992.
- RogerL, Freeman. "Fiber-Optic Systems for Telecommunications". John Wiley & Sons, Inc, 2002.
- Saifuddin A, Susanti R. 2013. *Analisa Performansi Array Waveguide Grating (Awg) pada Jaringan Wavelength Division Multiplexing (Wdm) Gigabit-Passive Optical Network (GPON)*. Teknik Elektro, UIN Sultan Syarif Kasim.
- Sedarmayanti. 2002. *Metode Penelitian*. Jakarta:Mandar Maju.
- Sedarmayanti. 2006. *Metodologi Penelitian*. Bandung: Mandar Maju.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. CV.Alfabeta: Bandung.
- Tim Penyusun FT UNJ, "Buku Panduan Penyusunan Skripsi Dan Non Skripsi", Jakarta.2015.
- The International Engineering Consortium. 2016. "Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) [Online]. Diakses tanggal 6 April 2016.

*“What sre the differences between single-mode and multi-ode optical fiber?”*.  
<https://www.quora.com> . Tanggal Akses 11 Januari 2017



Building  
Future  
Leaders

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220  
Telepon/Faximile: Rektor: (021) 4893854, PR I: 4895130, PR II: 4893918, PR III: 4892926, PR IV: 4893982  
BAUK: 4750930, BAAK: 4759081, BAPSI: 4752180  
Bagian UHTP: Telepon: 4893726, Bagian Keuangan: 4892414, Bagian Kepegawaian: 4890536, Bagian HUMAS: 4898486  
Laman: www.unj.ac.id

Nomor : 2835/UN39.12/KM/2016

Lamp :

Hal :

Permohonan Izin Mengadakan Penelitian  
untuk Penulisan Skripsi

23 Juni 2016

Yth. HRD PT. Telkom Indonesia  
Witel Jakarta Utara  
Jl. Raya Mangga Besar No.49  
Jakarta Barat

Kami mohon kesediaan Saudara untuk dapat menerima Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta :

Nama : Queen Anggun Sihombing  
Nomor Registrasi : 5215134369  
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika  
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta  
No. Telp/HP : 081286261653

Dengan ini kami mohon diberikan ijin mahasiswa tersebut, untuk dapat mengadakan penelitian guna mendapatkan data yang diperlukan dalam rangka penulisan skripsi dengan judul :  
"Analisis Perancangan Jalur Alternatif Fiber Optik DWDM Pada Ruas Cilincing-Tanjung Priok"

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami sampaikan terima kasih.

Kepala Biro Administrasi  
Akademik dan Kemahasiswaan



Dr. Syaifullah  
NIP 195702161984031001

Tembusan :  
1. Dekan Fakultas Teknik  
2. Kaprog Pendidikan Teknik Elektronika

Nomor      Tel. 211 /PS 000/R2W-E520000/2016

Jakarta.    30 Agustus 2016

Kepada Yth  
Ketua Biro Administrasi  
Akademik dan Kemahasiswaan  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
Jl. Rawamangun Muka, Jakarta 13220

Perihal      Permohonan Penelitian/Riset

Dengan hormat

Menjawab Surat Saudara No. 2834-2837/UN39.12/KM/2016, tertanggal 23 Juni 2016 perihal Permohonan izin Penelitian/Riset, dengan ini kami sampaikan bahwa pada prinsipnya kami dapat menerima 4 (empat) orang Mahasiswa, atas nama Nur elli, Asyah Tri A., Lusiana Sinaga, Queen Anggun S. Untuk melaksanakan Penelitian/Riset Kerja yang dimaksud, mulai tanggal 01 September 2016 s.d. 30 September 2016.

Sehubungan dengan hal tersebut, kepada para Mahasiswa tersebut agar melapor kepada kami pada

Hari / tanggal      Kamis, 01 September 2016

Waktu                  Pukul 09.00 WIB

Tempat                 STO MANGGA BESAR

Jl. Mangga Besar Raya No. 49 Jakarta Barat.

Perlu kami informasikan kepada Saudara bahwa kami tidak memberikan / menyediakan akomodasi dan atau emulemen lainnya kepada yang bersangkutan selama melaksanakan kegiatan Kerja Praktek / Job Training.

Demikian agar maklum, atas perhatian dan kerjasama Saudara kami ucapkan terima kasih

Hormat kami,

  
RIANTU  
ASMAN HR SERVICE

## RIWAYAT HIDUP



Queen Anggun Sihombing adalah nama peneliti pada skripsi ini. Orang tua peneliti adalah Pdt. Dr. Albert Sihombing, M.Eng (Alm) dan Dra. Atur Sinaga, MA. Peneliti dilahirkan pada 15 July 1995. Peneliti menyelesaikan Sekolah Dasar di SD Budi Mulia Lourdes pada tahun 2007, menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Budi Mulia Lourdes pada tahun 2010 dan menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA Budi Mulia Lourdes pada tahun 2013 di kota kelahirannya di Bogor.

Peneliti diterima sebagai mahasiswi di Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2013 di Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, konsentrasi Telekomunikasi melalui jalur SBMPTN.